

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ელექტროტექნიკისა და ელექტრონიკის დეპარტამენტი

ს.ნემსაძე

ელმოწყობილების რემონტი
პრაქტიკული ამოცანები (ტიპიური გამოთვლები)

2014 წ

ელმოწყობილების რემონტი

პრაქტიკული ამოცანები (ტიპური გამოთვლები)

იმის გამო, რომ თანამედროვე ქართველი სტუდენტების უმრავლესობა ვერ ფლობს რუსულ ტექნიკურ ენას, ამიტომ მათ საშუალება არ ეძლევათ გაეცნონ დღემდე საქართველოში არებული ელექტროტექნიკური მოწყობილობების პარამეტრების აგარიშის მეთოდებსა და სტანდარტებს. აღნიშნული ნაშრომი საშუალებას მისცემს ელექტროტექნიკური სპეციალობის სტუდენტებს გაიფართოვონ თავიანთი ცოდნის სფერო და ჩაატარონ შესაბამისი ტექნიკური გამოთვლები.

ავტორისაგან

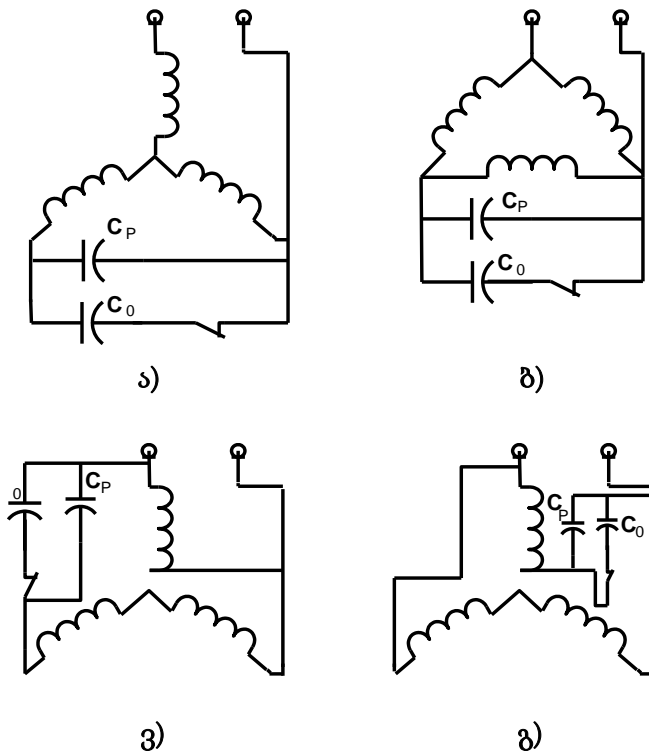
შემდგენი: ს.ნემსაძე

მეთოდური მითითებები

1. სამუშაო ასინქრონული ძრავის ერთფაზა რეჟიმში მუშაობისათვის საჭირო კონდესატორების ანგარიში.
2. ასინქრონული ძრავის სტატორის გრაგნილის ანგარიში (საკვანძო მონაცემების უქონლობის შემთხვევაში) .
3. ერთფაზა ტრანსფორმატორების გამარტივებული ანგარიში.
 - 3.1. გრაგნილების ანგარიში.
 - 3.2. გრაგნილის განთავსების შემოწმებითი ანგარიში.
4. 5-10 კვ.ა სიმძლავრის ტრ-ის გამარტივებული ანგარიში.
5. ელექტრომაგნიტური კოჭების ანგარიში.
6. გამათბობელი ხელსაწყოების ანგარიში.
7. ნახევარგამტარული გამმართველების ანგარიში .
8. ელექტრომოწყობილობების დამიწების ანგარიში.

1. სამფაზა ასინქრონული ძრავების ერთფაზა რეჟიმში მუშაობისათვის საჭირო კონდენსატორების ანგარიში

სამფაზა ელექტრო ძრავას ჩართვისათვის ერთფაზა წრედში სტატორის გრაგნილები შეიძლება შეერთებული იყოს როგორც სამკუთხედად ასევე ვარსკვლავად. (ნახ. 1 ა, ბ). ქსელს ძაბვა მიეწოდება ორი ფაზის დასაწყისზე, ხოლო მესამე ფაზის დასაწყისსა და ერთ-ერთ ქსელის მომჭერს შორის რთავენ მუშა კონდენსატორს C_p და კონდენსატორს C_o , რომელიც საჭიროა გამშვები მომენტის გაზრდისათვის.



ნახ.1 . სამფაზა ასინქრონული ძრავის სტატორის წრედში კონდენსატორების ჩართვის პრინციპიალური სქემა.

(ნახ. 1 ა,ბ) გამოიყენება იმ შემთხვევაში თუ ელ.ძრავას აქვს სამი გამომყვანი, თუ ფაზების საწყისები და ბოლოები გამოყვანილია დაფაზე მაშინ გამოიყენება ჩართვის სქემა (ნახ. 7, ვ, გ) რომელიც იძლევა დიდი მომენტის მიღებისა და ძრავის სიმძლავრის უკეთესად გამოყენების საშუალებას.

გამშვი ტევადობა C_n კონდენსატორებისა

$$C_n = C_p + C_o$$

სადაც C_p - მუშა კონდესატორია

C_o - გამშვი კონდესატორი

ძრავის გაშვების შემდეგ C_o კონდესატორს გამორთავენ. მუშა კონდესატორის სიდიდე 50 ჰც სიხშირეზე გამოითვლება ფორმულით:

$$\text{ნახ. 1ა} - C_p = 2800 \frac{I_H}{U}$$

$$\text{ნახ. 1ბ} - C_p = 4800 \frac{I_H}{U}$$

$$\text{ნახ. 1გ} - C_p = 1600 \frac{I_H}{U}$$

$$\text{ნახ. 1დ} - C_p = 2740 \frac{I_H}{U}$$

სადაც C_p - მუშა ტევადობაა ნომინალური ძაბვის დროს მკფ-ში. I_H - დენი, U - ქსელის ძაბვა. ვ. კონდენსატორიანი ძრავის სიმძლავრემ არ უნდა გადაამეტოს 65-85 % -ს ძრავის ნომინალური სიმძლავრის 65-85 % -ს, რომელიც მოცემულია ტექნიკური მონაცემების დაფაზე. თუ ძრავის გაშვება ხდება დატვირთვის გარეშე, მაშინ გამშვი კონდესატორი არ არის საჭირო.

დატვირთვის შემთხვევაში, რომელიც ნომინალურ მომენტს უახლოვდება აუცილებელია გვქონდეს გამშვი კონდესატორი ტევადობით.

$$C_n = (2,5-3) C_p$$

ნომინალური ძაბვით კონდესატორების შერჩევა ხდება შემდეგნაირად:

$$\text{ნახ. 1 ა,ბ სქემისათვის } U_K = 1.15 U$$

$$\text{ნახ. 1 გ სქემისათვის } U_K = 2.2 U$$

$$\text{ნახ. 1 დ სქემისათვის } U_K = 1.3 U$$

სადაც U_K - კონდესატორის ძაბვაა, U - ქსელის ძაბვა

კონდესატორების
ცხრილი 1

ძირითადი

ტექნიკური

მონაცემები:

კონდესატორის ტიპი	ნომინალური ძაბვა, ვ	ტევადობა მკვ	კონდესატორის ტიპი	ნომინალური ძაბვა, ვ	ტევადობა მკვ
МБГЧ	250	1	КБГ-МН	250	1
	250	2		250	2
	250	4		200	4
	250	10		200	6
	500	1		200	8
	500	2		300	1
	500	4		300	2
	750	1		250	4
	750	2		250	6

შენიშვნა МБГЧ - ნიშნავს კონდესატორი არის მეტალის ფურცლოვანი,გერმეტიული, სიხშირული, КБГ-МН - ქაღალდის ,გერმეტიული , ნორმალური ,მეტალის ოთხკუთხა კორპუსში. ზოგიერთი კონდესატორების ტექნიკური მონაცემები მოცემულია ცხ.№ 1-ში.

მაგალითი/ნიმუში

განვსაზღვროთ კონდესატორის მუშა ტევადობა AO 31/2 0,6 კვტ 127/220 3 4,2 / 2, 4 A-ძრავისათვის , თუ ის ჩართულია ნახ.1ა -ზე მოცემული სქემით და ქსელის ძაბვაა 220 ვ. განვიხილოთ ძრავის გაშვება დატვირთვის გარეშე. ამოხსნა :

მუშა ტევადობა $C_P = 2800 \cdot \frac{8,4}{200} = 30,5$ მკვ

1. კონდესატორზე ძაბვა შერჩეული სქემისათვის

$$U_K = 1,15 U = 1,15 \cdot 220 = 253 \text{ ვ.}$$

№ 1 ცხრილიდან ვირჩევთ კონდენსატორს МБГЧ -- 10 მკვ ტევადობით და 250 ვ ნომ.ძაბვით.

2. ასინქრონული ძრავის სტატორის გრაგნილის ანგარიში

(საპასპორტო მონაცემების უქონლობის შემთხვევაში)

ხშირად გვხვდება ისეთი ძრავების რემონტი, რომლებშიც ძველი გრაგნილები არ არიან, ასევე არ აქვთ საპასპორტო ტექნიკური მონაცემების დაფა. იმისათვის რომ აღვადგინოთ ასეთი ძრავების გრაგნილები საჭიროა წესით და რიგით ჩავატაროთ ასეთი მანქანის სრული ანგარიში. ქვემოთ მოყვანილია ყველაზე ფართოდ გავრცელებული 100 კვტ. მდესიმძლავრის სამფაზა ძრავების ანგარიში.

ერთ ფაზაში ხვიების რაოდენობის განსაზღვრისათვის საჭიროა წინასწარ განვსაზღვროთ: პოლუსების დაყოფის კვეთი.

$$Q = \frac{3,14 D_i l}{2 p} \quad (სმ^2),$$

სადაც l – არის აქტიური ფოლადის სიგრძე არხებით

D_i – სტატორის შიგა დიამეტრი, სმ

$2 p$ – პოლუსთა რიცხვი

$2 p$ – პოლუსთა რიცხვს იღებენ საპასპორტო მონაცემებიდან, თუ იგი არსებობს, თუ არ არსებობს მაშინ განსაზღვრავენ პოლუსების შესაძლო უმცირეს რიცხვს.

შემდეგი ფორმულით:
$$2P = 0.5 \frac{D_i}{h_c}$$

სადაც h_c არის სტატორის აქტიური ფოლადის ზურგის სიმაღლე, მიღებულ შედეგს ამრგვალებენ უახლოეს ლუწ რიცხვამდე, უნდა გავითვალისწინოთ, რომ პოლუსთა მინიმალური მნიშვნელობისას აღნიშნული ელექტროძრავა უვარგისი იქნება. შემდეგ ვიყენებთ გრაფიკებს (3,4,5)-ზუსტი ანგარიშისათვის ხოლო გრაფიკი 6-გამარტივებული ანგარიშისათვის და განვსაზღვრავთ მიმდევრობით შეერთებული ხვიების რიცხვს W_F ერთი ფაზისათვის ყველაზე გავრცელებულია 220 ვ. ფაზური ძაბვისათვის.

სხვა ძაბვის შემთხვევაში ხვიების რიცხვის განსაზღვრისათვის სარგებლობენ იგივე გრაფიკებით, მხოლოდ მიღებული მნიშვნელობა გადაიანგარიშება შემდეგი ფორმულით

$$W'_\phi = W_\phi \frac{U_\phi}{220}, \quad \text{სადაც}$$

W_ϕ არის ხვიების რიცხვი განსაზღვრული გრაფიკებიდან

U'_ϕ ფაზის ძაბვის მნიშვნელობა განსხვავებული 220 ვოლტისგან

W'_ϕ მიმდევრობით შეერთებული ახალი ხვიების რიცხვი ერთი ფაზისათვის, რომლის შესაბამისი ძაბვაა U'_ϕ

ფაზების ხვიათა რიცხვის W_ϕ განსაზღვრისას უნდა გავითვალისწინოთ რომ თუ მიღებული რიცხვი არ იყოფა $Z_1/6$, უნდა მივიღოთ უახლოესი რიცხვი, რომელიც ჯერადა $Z_1/6$ -ისა, სადაც Z_1 არის სტატორის ღრმულების რიცხვი. თითოეულ სექციაში ხვიების რიცხვი განისაზღვრება ფაზის ხვიათა რიცხვის გაყოფით, სექციათა რაოდენობაზე, სადაც გულარიანი და ერთფენა გრაგნილებისათვის ფაზაში სექციების რიცხვი ტოლი უნდა იყოს სტატორის ყველა ღრმულების ($Z_1/6$) $1/6$ ნაწილისა, ხოლო ორფენა გრაგნილებისათვის კი $Z_1/3$.

ფაზების რიცხვი, ყველა შემთხვევაში, უნდა იყოს მთელი რიცხვი და $Z_1/6$ -ის ჯერადი ერთფენა და გულარიანი გრაგნილებისათვის, მთელი რიცხვი და $Z_1/3$ -ის ჯერადი- ორფენა გრაგნილებისათვის და ამ უკანასკნელ შემთხვევაშიც იგი ტოლია ლუწი რიცხვისა.

თვითოეულ ფაზის „(a)“ პარარელურ შტოებად შეერთების შემთხვევაში, მიმდევრობით შეერთებული სექციების რიცხვი ფაზების თითოეულ პარალელურ შტოებში ტოლი უნდა იყოს: გულარიანი და ერთფენა გრაგნილებისათვის სტატორის ყველა ღრმულების $1/6 a$ ნაწილისა, ხოლო ორფენა გრაგნილებისათვის $\frac{Z_1}{3} a$. შედარებით პატარა მანქანებისათვის სადაც მიმდევრობით შეერთებული ხვიების რაოდენობა განისაზღვრება თითოეულ სექციაში ათობით ხვიათა რიცხვით, არ არის რამოდენიმე პარალელური შტოების გამოყენების აუცილებლობა.

ფაზების ხვიათა რიცხვის განსაზღვრის შემდეგ, (განსაკუთრებით, როდესაც არ გვაქვს საპასპორტო მონაცემები) ვამოწმებთ სტატორის სხეულში მაგნიტურ ინდუქციას მიახლოებითი ფორმულით:

$$B_c = \frac{10^8}{2F_c W_\phi} \leq 10000 - 15000 \text{ გაუსი } (B_c = \frac{10^4}{2F_c W_\phi} \leq 1 - 1.5) \text{ ტესლა.}$$

$$B_c = 1 - 1,5T \text{ ძრავებისათვის რომელშიც } 2p > 2$$

სადაც $F_c = hcl$ სტატორის ზურგის კვეთია, თუ შემოწმებისას სტატორის სხეულში მაგნიტური ინდუქცია მცირედით აღემატება ნაჩვენებ ზღვარს, მაშინ ხვიათა რიცხვი უნდა შევცვალოთ და შემდეგ ისევ მოვახდინოთ მაგნიტური ინდუქციის შემოწმება, თუ კიდევ იქნება განსხვავება, მაშინ ეს იმას ნიშნავს რომ, პოლუსების რაოდენობა არასწორადაა შერჩეული. ამის შემდეგ ხელახლა უნდა დავუშვათ პოლუსთა ახალი რიცხვი და ხელახლა ჩავატაროთ ანგარიში. ფაზაში ხვიათა რიცხვის განსაზღვრის შემდეგ ვპოულობთ ერთ ღრმულზე მოსული ეფექტური გამტარების რიცხვს.

$$N_{ef} = \frac{6W_{\phi}}{Z_1}$$

სადაც Z_1 - არის სტატორის ღრმულების რიცხვი. შემდგომ განისაზღვრება ღრმულის გამტარების სპილენძის სრული კვეთი.

$$S_m = S_{II} k_3, \text{მ}^2$$

სადაც S_{II} ღრმულის ფართობი, მ^2 . k_3 ღრმულის შევსების კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება №2 ცხრილიდან:

ღრმულის შევსების კოეფიციენტი ცხ№2

ღრმულის ფორმა	გრაგნილის ტიპი	შევსების კოეფიციენტი, K_3
ტრაპეციალური	ერთფენა,	0,36-0,43
	ორფენა	0,3-0,4
ან	ერთფენა,	0,4-0,48
სწორკუთხოვანი	ორფენა	0,36- 0,43
ოვალური		

შემდეგ განისაზღვრება თითოეული გამტარის კვეთი იზოლაციის გარეშე:

$$S = \frac{S_m}{N_{ef}}, \text{მ}^2$$

№ 4,5,6 ცხრილების მეშვეობით განსაზღვრავენ გამტარის ტიპს და მის დიამეტრს. შემდეგ შერჩეულ გამტარს ამოწმებენ დასაშვებ დენის სიმკვრივეზე

$$\delta = \frac{I}{S}, \text{ა/მ}^2$$

დასაშვები დენის სიმკვრივის მნიშვნელობა სტატორის გრაგნილებში მოცემულია №3 ცხრილში.

ცხრილი
№3.

მანქანის შესრულება	დენის სიმკვრივე, ა/მ ²
დახურული, ვენტილიაციის გარეშე	2,0-3,5
დახურული, ვენტილიაციით	3,5-4,5
დაცული, რადიალური ვენტილიაციით	4,5-6,5
გაძლიერებული ვენტილიაციით	6,5-8,0

საგრაგნილე სადენების მავთული

ცხ.4

დიამეტრი, მმ	კვეთი, მმ ²	მასა, კმ.კგ.	დიამეტ- რი,მმ	კვეთი, მმ ²	მასა, კმ.კგ.	დიამეტ- რი,მმ	კვეთი, მმ ²	მასა, კმ.კგ.
0.05	0.00196	0.01746	0.47	0.1735	1.542	1.30	1.327	11.80
0.06	0.00283	0.0252	0.49	0.1886	1.676	1.35	1.431	12.73
0.07	0.00385	0.0342	0.51	0.2043	1.816	1.40	1.539	13.69
0.08	0.00503	0.0447	0.53	0.221	1.961	1.45	1.651	14.68
0.09	0.00636	0.0566	0.55	0.238	2.11	1.50	1.767	15.71
0.1	0.00785	0.0698	0.57	0.255	2.27	1.56	1.91	16.99
0.11	0.00950	0.0845	0.59	0.273	2.43	1.62	2.06	18.32
0.12	0.01131	0.1005	0.62	0.302	2.68	1.68	2.217	19.71
0.13	0.01327	0.1180	0.64	0.322	2.86	1.74	2.38	21.1
0.14	0.01539	0.1368	0.67	0.353	3.13	1.81	2.57	22.9
0.15	0.01767	0.1571	0.69	0.374	3.32	1.88	2.78	24.7
0.16	0.0201	0.1788	0.72	0.407	3.62	1.95	2.99	26.5
0.17	0.0227	0.202	0.74	0.430	3.82	2.02	3.205	28.5
0.18	0.0255	0.226	0.77	0.466	4.14	2.10	3.46	30.8
0.19	0.0284	0.252	0.80	0.503	4.47	2.26	4.01	35.7
0.2	0.0314	0.279	0.83	0.541	4.81	2.44	4.68	41.6
0.21	0.0346	0.308	0.86	0.581	5.16	2.63	5.43	48.3
0.23	0.0415	0.369	0.90	0.636	5.66	2.83	6.29	55.9
0.25	0.0491	0.436	0.93	0.679	6.04	3.05	7.31	65.0
0.27	0.0573	0.509	0.96	0.724	6.43	3.28	8.45	75.1
0.29	0.0661	0.587	1.00	0.785	6.98	3.53	9.79	87.0
0.31	0.0755	0.671	1.04	0.849	7.55	3.80	11.34	100.8
0.33	0.0855	0.760	1.08	0.916	8.14	4.10	13.20	117.4
0.35	0.0962	0.855	1.12	0.985	8.75	4.50	15.90	141.4
0.38	0.1134	1.008	1.16	1.057	9.40	4.80	18.10	160.9
0.41	0.1320	1.173	1.2	1.131	10.05	5.20	21.2	188.8
0.44	0.1521	1.352	1.25	1.227	10.91			

ზოგიერთი საგრაგნილე სადენების მაქსიმალური დიამეტრი მოცემულია ცხ.5-ში.

შიშველი გამტარის ნომინალური დიამეტრი, მმ	იზოლირებული გამტარის მაქსიმალური დიამეტრი, მმ					
	ПЭЛ, ПЭВ1, ПЭМ1	ПЭВ2, ПЭМ2, ПЭТВ	ПЭЛШО ПЭЛЛО	ПЭВЛО	ПЭЛБО	ПСД, ПСДК
0,77	0,83	0,86	0,92	0,94	0,97	1,04
0,80	0,86	0,89	0,95	0,97	1,00	1,07
0,83	0,89	0,92	0,98	1,00	1,03	1,10
0,86	0,92	0,95	1,01	1,03	1,06	1,13
0,90	0,96	0,99	1,05	1,07	1,10	1,17
0,93	0,99	1,02	1,08	1,10	1,13	1,20
0,96	1,02	1,05	1,11	1,13	1,16	1,23
1,00	1,08	1,11	1,16	1,19	1,23	1,29
1,04	1,12	1,15	1,20	1,23	1,27	1,33
1,08	1,16	1,19	1,24	1,31	1,31	1,37
1,12	1,20	1,23	1,28	1,35	1,35	1,41
1,16	1,24	1,27	1,32	1,39	1,39	1,45
1,20	1,28	1,31	1,36	1,44	1,43	1,49
1,25	1,33	1,36	1,41	1,49	1,48	1,54
1,30	1,38	1,41	1,46	-	1,53	1,59
1,35	1,43	1,46	1,51	-	1,58	1,64
1,40	1,48	1,51	1,56	-	1,63	1,69
1,45	1,53	1,56	1,61	-	1,68	1,74
1,50	1,58	1,61	1,68	-	1,74	1,79
1,56	1,64	1,67	1,74	-	1,80	1,85
1,62	1,70	1,73	-	-	1,86	1,91
1,68	1,76	1,79	-	-	1,92	1,97
1,74	1,82	1,85	-	-	1,98	2,03
1,81	1,90	1,93	-	-	2,05	2,10
1,88	1,97	2,00	-	-	2,12	2,17
1,95	2,04	2,07	-	-	2,19	2,24
2,02	2,11	2,14	-	-	2,27	2,32
2,10	2,20	2,23	-	-	2,35	2,40
2,26	2,36 2,54	2,39	-	-	-	2,62
2,44	-	2,67	-	-	-	2,80
2,63	-	-	-	-	-	2,99
2,83	-	-	-	-	-	3,19
3,05	-	-	-	-	-	3,42
3,28	-	-	-	-	-	3,65
3,53	-	-	-	-	-	3,90
3,80	-	-	-	-	-	4,17
4,10	-	-	-	-	-	4,48
4,50	-	-	-	-	-	4,88
4,80	-	-	-	-	-	5,18
5,20	-	-	-	-	-	5,58

ზოგიერთი საგრაგნილე მავთულის მარკა და გამოყენების სფერო ცხ.6

მარკა	მავთულის დახასიათება	გამოყენების სფერო
ПЭЛ ПЭВ-1	ემალირებული იზოლიაციით. მაღალი სიმტკიცის ემალის იზოლირებული.	105 ° C ტემპერატურამდე მომუშავე ელექტრული მანქანების, აპარატების და ხელსაწყოების გრაგნილებისათვის.
ПЭВ-2	იგივე გასქელებული იზოლიაციით.	იგივე
ПЭЛШО	ზეთიანი ლაქით, და ნატურალური აბრეშუმის ერთფენა ძაფებით იზოლირებული.	„
ПЭЛЛО	ზეთიანი ლაქით და ლავსანის ერთფენა ძაფებით იზოლირებული.	„
ПЭВЛО	მაღალი სიმტკიცის ლაქით და ლავსანის ერთფენა ძაფებით იზოლირებული.	„
ПЭЛВО	ზეთიანი ლაქით და ბამბის ნართის ერთფენა ძაფებით იზოლირებული.	„
ПЭВД	მაღალი სიმტკიცის ემალის და დამატებითი ერთფენა პოლივინილაცეტატით იზოლირებული.	105 ° C ტემპერატურამდე მომუშავე უკარკასო კიჭების დასამზადებლად,
ПЭЛР-1	პოლიამიდის მაღლისიმტკიცის ემალის იზოლირებული.	გამოიყენება 105 ° C ტემპერატურამდე მომუშავე ელექტრული მანქანების, აპარატების და ხელსაწყოების გრაგნილებისათვის ამაღლებული მექანიკური დატვირთვისას..

მოკლედ შერთული როტორიანი სამფაზა ასინქრონული ძრავის (დაცული შესრულებით)
 მქც და $\cos \varphi$ ცხრილი ცხ.7

სიმძლავრე, კვტ	მქც				$\cos \varphi$			
	ბრუნვის სიჩქარე(სინქრონული) , ბრ/წთ							
	3000	1500	1000	750	3000	1500	1000	750
0,6	-	0,74	-	-	-	0,76	-	-
1,0	0,79	0,785	0,77	-	0,86	0,79	0,72	-
1,7	0,81	0,81	0,79	-	0,87	0,82	0,75	-
2,8	0,84	0,83	0,82	-	0,88	0,84	0,78	-
4,5	0,85	0,85	0,84	0,83	0,88	0,85	0,80	0,76
7,0	0,87	0,87	0,86	0,85	0,89	0,86	0,81	0,78
10	0,875	0,875	0,865	0,85	0,89	0,88	0,82	0,80
14	0,875	0,88	0,87	0,87	0,89	0,88	0,83	0,81
20	0,885	0,89	0,88	0,88	0,90	0,88	0,84	0,82
28	0,89	0,90	0,89	0,89	0,90	0,88	0,85	0,83
40	0,90	0,90	0,90	0,90	0,91	0,89	0,86	0,84
55	0,90	0,91	0,91	0,91	0,91	0,89	0,87	0,84
75	0,91	0,915	0,92	-	0,91	0,89	0,87	-
100	0,915	0,92	-	-	0,92	0,89	-	-

მაგალითი/ ნიმუში

განვსაზღვროთ A ტიპის ელექტროძრავას გრაგნილის გამტარის დიამეტრი. სტატორის გრაგნილების ხვიათა რიცხვი და სიმძლავრე . სტატორის ფოლადის ფირფიტების გაზომვის შემდეგ გახდა ცნობილი რომ სტატორის შიდა დიამეტრი $D_i = 14$ სმ. ფოლგის ფირფიტების სიგრძე $l = 14$ სმ, ზურგის (ღრმულის) სიმაღლე $h_c = 3,07$ სმ, ღრმულის ფართობი $S_{\Pi} = 266$ მმ², სტატორის ღრმულების რაოდენობა $Z_1 = 24$ (ტრაპეციალური ფორმის). სტატორის გრაგნილი უნდა იქნეს გათვლილი 220/380 ვ.ძაბვაზე.

ამოხსნა:

1. განვსაზღვროთ შესაძლო უმცირესი პოლუსების რიცხვი:

$$2p = 0,5 \frac{D_i}{h_c} = 0,5 \frac{14}{3,07} = 2,3$$

$$\text{მივიღეთ } 2p = 2$$

2. ვპოულობთ პოლუსების დაყოფის ფართს:

$$Q_B = \frac{3,14 D_i l}{2p} = \frac{3,14 \times 14 \times 14}{2} = 308 \text{ სმ}^2$$

3. გრაფიკიდან (ნახ.3) A ტიპის ძრავისთვის ($p = 1$) განვსაზღვრავთ ერთი ფაზისათვის მიმდევრობით შესრულებული ხვების რიცხვს.

$$w_{\phi} = 88 \text{ (ხვია)}$$

$$\text{შემდეგ მიღებული } W_{\phi} \text{ შევამოწმოთ } \frac{Z_1}{6} \text{ -ის ჯერადია თუ არა } \frac{Z_1}{6} = \frac{24}{6} = 4 \text{ ე.ი}$$

$$W_{\phi} = 88 \text{ იყოფა } 4 - \text{ზე და შეიძლება მივიღოთ } W_{\phi} = 88$$

სექციების რიცხვი გულარისებული ერთფენა გრაგნილისათვის ტოლია $1/6 Z_1$ ხოლო ორფენასათვის - $1/3 Z_1$

$$\text{ე.ი სექციების რიცხვია: } \frac{24}{6} = 4 \text{ და } \frac{24}{3} = 8$$

4. ვიპოვოთ სტატორის სხეულში ინდუქციის სიდიდე:

$$B_c \frac{10^4}{2F_c W_{\phi}} = \frac{10^4}{2 \times 3,07 \times 14 \times 88} = 1,32 \text{ ტესლა}$$

სადაც 1,32 ტესლა ინდუქციის სიდიდე დასაშვებია . თეორიის თანახმად ინდუქცია უნდა იყოს (1÷ 1,5) ტესლა და იგი არის ამ ფარგლებში.

5. ერთ ღრმულზე მოსული ეფექტური გრაგნილის რიცხვი

$$N_{ef} = \frac{6w_{\phi}}{Z_1} = \frac{6 \times 88}{24} = 22$$

6. ღრმულის ყველა გამტარის სპილენძის სრული კვეთა ორფენა გრაგნილისა და ტრაპეციალური ღრმულის შემთხვევაში

$$S_M = S_{II} \times K_3 = 266 \times 0.32 = 85 \text{ მმ}^2$$

7. თითოეული გამტარის კვეთი იზოლაციის გარეშე

$$S = \frac{S_M}{N_{ef}} = \frac{85}{22} = 3,86 \text{ მმ}^2$$

თუ პარარელურ გამტართა რიცხვი ხვიაში ტოლია 3-ის, მაშინ შეიძლება ავირჩიოთ ПЗЛБ0 მარკის გამტარი იზოლაციის გარეშე დიამეტრით 1,33 მმ კვეთით 1,327 მმ²

8. განვსაზღვროთ ელექტრული ძრავას სიმძლავრე. წინასწარ საჭიროა გავიანგარიშოთ სტატორის დენის ძალის სიდიდე (ცხ.5-ის მიხედვით მივიღოთ $\delta = 5 \text{ A/მმ}^2$)

$$I = S \times \delta = 3 \times 1,327 \times 5 = 19,9 \text{ ა}$$

ამის შემდეგ

$$S = \frac{\sqrt{3}UI}{1000} = \frac{\sqrt{3} \times 380 \times 19,9}{1000} = 13 \text{ კვა}$$

9. ძრავის აქტიური სიმძლავრე

$$P = S_{\eta} \cos \varphi = 13 \times 0,87 \times 0,89 = 10 \text{ კვ ტ}$$

სადაც η და $\cos \varphi$ - მქც და სიმძლავრის კოეფიციენტი, რომლებიც შეირჩევა ცხ.9-იდან. ცხრილი.9 -დან ვიღებთ $\eta = 0,87$ და $\cos \varphi = 0,89$

3.ერთფაზა ტრანსფორმატორების გამარტივებული ანგარიში



დაბალი ძაბვის ერთფაზა ტრანსფორმატორებს იყენებენ მართვის წრედების კვებისათვის, განათებისათვის და ასევე გამოიყენება გამართველებში და სხვადასხვა ელექტრონულ მოწყობილობებში.

ტრანსფორმატორის ანგარიში იწყება მისი მეორადი მხარის სრული სიმძლავრის განსაზღვრით(სრული დატვირთვისთვის)

$$S_2 = U_2 I_2 \text{ ვ.ა}$$

სადაც U_2 მეორადი გრაგნილების ძაბვაა, (ვ)

I_2 -მეორად გრაგნილებში გამავალი დენის ძალაა, (ა)

განვსაზღვრეთ რა S_2 , შემდეგ განვსაზღვრავენ ტრანსფორმატორის პირველად სიმძლავრეს:

$$S_1 = \frac{S_2}{\eta} ,$$

სადაც η ტრ-ის მ.ქ.კ. -ია.იგი შეიძლება შევარჩიოთ №8 ცხრილიდან.

ტრ-ის მქკ-ის რეკომენდირებული გაანგარიშებული მნიშვნელობები ცხ.8.

ტრანსფორმატორის მეორადი სიმძლავრე , ვ.ა	ტრანსფორმატორის მ ქ კ
15-50	0,5-0,8
50-150	0,8-0,9
150-300	0,9-0,93
300-1000	0,93-0,95
>1000	0,95-0,98

ტრანსფორმატორის გულარის ღეროს კვეთი შეიძლება განვსაზღვროთ ემპირული (ანუ ექსპერიმენტულად განსაზღვრული) ფორმულით :

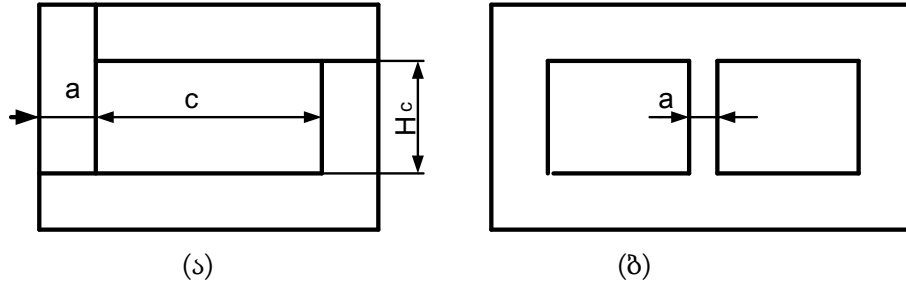
$$Q_c = \sqrt{S_1} \text{ სმ}^2 - \text{ღეროვანი ტიპის ტრ-ისათვის (ნახ. 2 ა)}$$

და $Q_c = 0.7\sqrt{S_1} \text{ სმ}^2$ დაჯავშნული ტიპის ტრ-ისათვის (ნახ. 2 ბ).

გულარის კვეთი შეიძლება გამოსახული იყოს გეომეტრიული ზომებითაც:

$$Q_c = a.b \text{ სმ}^2$$

სადაც a - ფირფიტის სიგანეა სმ, b -ფირფიტის პაკეტის სისქე, სმ.



ნახ.2 ტრ-ის გულარის ტიპები: ა) ღეროვანი; ბ)დაჯავშნული

ღეროს კვეთს ჩვეულებრივ აქვს წრეში ჩასახული სწორკუთხა ან საფეხურისებური ფორმა. აქედან პირველი გამოიყენება 700 ვ.ა.- მდე სიმძლავრის ტრ-ში; სწორკუთხა ღეროს სიმაღლე გამოითვლება , როგორც:

$$H_c = (2,5 - 3,5) a , \text{ სმ}$$

თანაფარდობა b / a უნდა იყოს შემდეგ ფარგლებში :

$$\frac{b}{a} = 1,5 - 2$$

გულარის ფანჯრის სიგანე :

$$C = \frac{H_c}{K}$$

სადაც K კოეფიციენტები აიღება ($K = 2,5 - 3$) ფარგლებში

3.1 .გრაგნილების ანგარიში

პირველადი და მეორადი გამტარების კვეთს განსაზღვრავენ გამტარებში დასაშვები დენის სიმკვრივეზე დამოკიდებულებით.

პირველად და მეორად გრაგნილებში დენის ძალა განისაზღვრება:

$$I_1 = \frac{S_1}{U_1} , I_2 = \frac{S_2}{U_2}$$

პირველადი და მეორადი გამტარის კვეთი განისაზღვრება, როგორც

$$S_1 = \frac{I_1}{\delta} \quad S_2 = \frac{I_2}{\delta}$$

სადაც S_1 და S_2 პირველადი და მეორადი გრაგნილების კვეთებია , მმ. δ - გრაგნილში გამავალი დენის სიმკვრივეა ა /მმ².

დენის სიმკვრივე შეიძლება შევარჩიოთ (1,8-3) ა /მმ² , აქედან დენის დიდი სიმკვრივე შეირჩევა იმ ტრანსფორმატორებისათვის რომელთაც კარგი გაციება აქვთ, ხოლო შენობებში განთავსებული ძალოვანი ტრანსფორმატორებისათვის.

$$S \leq 2a / \text{მმ}^2$$

თუ გამტარის კვეთი $S > 10a / \text{მმ}^2$, მაშინ ტრ-ების გრაგნილებისათვის უნდა გამოვიყენოთ ოთკუთხა ფორმის გამტარი. პირველადი გრაგნილის ხვიათა რიცხვი

$$W_1 = \frac{U_1 \times 10^8}{222 \cdot B_c \cdot Q_c} \quad (W_1 = \frac{U_1 \times 10^4}{222 \cdot B_c \cdot Q_c})$$

სადაც B_c - გულარაში მაგნიტური ინდუქციის სიდიდე აიღება ცხ.9 დან.

5 კვ.ა სიმძლავრემდე ძალოვანი ტრანსფორმატორების გულარებში დასაშვები მაგნიტური ინდუქციის მნიშვნელობები. ცხ.9.

ფოლადის მარკა	მაგნიტური ინდუქცია B_c გაუსი (ტესლა)
$\ni 41,$ $\ni 42,$ $\ni 310,$ $\ni 320$ $\ni 310$	მშრალი ტრ-ებისათვის 9000-10000 (0,9-1,0)
	10000-120000 (1,0-1,2)
	ზეთიანი ტრ-ებისათვის 9000-12000(0,9-1,2)
	11000-1500(1,1-1,5)

მეორადი გრაგნილის ხვეების რაოდენობის განისაზღვრება, როგორც

$$\frac{U_1 \cdot W_1}{U_2 \cdot W_2}, \text{ სადაც}$$

$$W_2 = W_1 \frac{U_2}{U_1}$$

რადიომოყვარულები ხშირად განსაზღვრავენ ხვეების რაოდენობას, რომელიც იძლევა 1 ვოლტ მუშა დაბვას.

$$W_0 = \frac{55}{Q_c}$$

ხოლო შემდეგ განსაზღვრავენ ხვითა რიცხვს:

$$W_1 = W_0 U_1 \quad ,$$

$$W_2 = (1.05 - 1.1) W_0 U_2$$

სადაც (1,05 ÷ 1,1) შესწორების კოეფიციენტი და ითვალისწინებს დაბვის ვარდნას გრაგნილის გამტარის აქტიურ წინააღმდეგობაზე და კარგვებს ფოლადში.

3.2. გრაგნილის განთავსების შემოწმებითი ანგარიში

ზემოთ მოყვანილ გაანგარიშების შემდეგ უნდა შევამოწმოთ განთავსდება თუ არა გრაგნილები შერჩეული გულარის ფანჯარაში. ვსარგებლობთ შემოწმების მარტივი მეთოდით. ამისათვის გამტარის დიამეტრის და ხვიათა რიცხვის საშუალებით განსაზღვრავენ ფართობს , რომელსაც იკავებს თვითოეული გრაგნილი გულარის ფანჯარაში; შემდეგ შევაჯამებთ ყველა ხვიების ფართობებს და მიღებულ ჯამურშედეგს ვადარებთ ფანჯრის ფართობთან.

4. 5-10 კვ.ა სიმძლავრის ტრ-ის გამარტივებული ანგარიში

სამფაზა ტრანსფორმატორის ანგარიშისათვის უნდა წინასწარ იყოს მოცემული: მკვებავი ქსელის ძაბვა U_1 , მეორად გრაგნილზე ძაბვა U_2 , ქსელის სიხშირე f , ჰერცებში, ტრანსფორმატორის სრული დატვირთვა S კვ.ა, და დატვირთვის ტიპი. დაბალი სიმძლავრის ტრანსფორმატორის ანგარიში შეიძლება ვაწაარმოთ იგივე მეთოდიკით, როგორც ჩვეულებრივი ერთფაზა ტრანსფორმატორების შემთხვევაში. ერთადერთი განსხვავებაა გრაგნილებში დენების და მომჭერებზე ძაბვების განსაზღვრის მეთოდებში. ვიცით რა ტრანსფორმატორის სრული სიმძლავრე , შეიძლება განვსაზღვროთ ფოლადის გულარას კვეთი (ღეროს) მიახლოებითი ფორმულით:

$$Q_c = 0,47 \sqrt{\frac{S \cdot 10^9}{B_c f}} \text{ სმ}^2 \quad \text{ან} \quad (Q_c = 0,47 \sqrt{\frac{S \cdot 10^5}{B_c f}} \text{ სმ}^2)$$

სადაც B_c მაგნიტური ინდუქციაა გულარაში, გაუსებში (ან ტესლებში), S ტრანსფორმატორის სრული სიმძლავრეა კვ.ა-ში. მაგნიტური ინდუქცია სხადასხვა მარკის ფოლადისათვის შეიძლება შერჩეული იქნას ცხ.3 -დან . ღრმულის კვეთი უნდა იყოს ღეროს კვეთზე 10% -ით მეტი, პირველადი და მეორადი გრაგნილების ხვიათა რიცხვი ერთი ფაზისათვის განისაზღვრება შემდეგი ფორმულებით:

$$w_1 = \frac{U_{1\phi} \cdot 10^8}{222 \cdot B_c Q_c} \quad w_2 = \frac{U_{2\phi} \cdot 10^8}{222 \cdot B_c Q_c}$$

$$(w_1 = \frac{U_{1\phi} \cdot 10^4}{222 \cdot B_c Q_c}) \quad (w_2 = \frac{U_{2\phi} \cdot 10^4}{222 \cdot B_c Q_c})$$

სადაც $U_{1\phi}$ და $U_{2\phi}$ პირველადი და მეორადი გრაგნილების ფაზური ძაბვებია.

გრაგნილების ვარსკვლავად შეერთების შემთხვევაში $U_{\text{გ}} = U_{\text{ხ}}/\sqrt{3}$, ხოლო გრაგნილების სამკუთხედად შეერთებისას კი $U_{\text{გ}} = U_{\text{ხ}}$, სადაც $U_{\text{ხ}}$ - ხაზური ძაბვაა. პირველადი და მეორადი გრაგნილების გამტარების კვეთი შეირჩევა ფაზური დენის ძალის სიდიდეზე და დასაშვები დენის სიმკვრივეზე დამოკიდებულებით. თუ ტრანსფორმატორში კარგვებს უგულვებელყოფთ, მაშინ ნომინალური დატვირთვისას პირველადი და მეორადი გრაგნილების დენის ძალები განისაზღვრებიან, როგორც:

$$I_1 = \frac{S \cdot 1000}{\sqrt{3}} \cdot 1/U_{\text{ხ1}} \quad I_2 = \frac{S \cdot 1000}{\sqrt{3}} \cdot 1/U_{\text{ხ2}}$$

პირველადი და მეორადი გრაგნილების გამტარის კვეთები განისაზღვრება შემდეგი ფორმულებით:

$$S_1 = \frac{I_1}{\delta} \text{ მმ}^2, \quad S_2 = \frac{I_2}{\delta} \text{ მმ}^2, \text{ სადაც}$$

S_1 და S_2 პირველადი და მეორადი გრაგნილების გამტარების კვეთია მმ²- ში.

δ - გრანილში გამავალი დენის სიმკვრივე ა/მმ²-ში.

დენის სიმკვრივე δ შეიძლება ავირჩიოთ 1,8-4 ა/მმ²-ის ფარგლებში. დაბალ სიმკვრივეს ირჩევენ შიგა მოწყობილობებისათვის, ხოლო მაღალ სიმკვრივეს კი გარეთ განთავსებული მოწყობილობებისათვის.

მაგალითი, / ნიმუში

გამოვიანგარიშოთ სამფაზა 5 კვ.ა სიმძლავრის დამწვევი ტრანსფორმატორი ძაბვებით 6000 ვ. 380/220 ვ. ძაბვაზე, 50 ჰც. სიხშირით.

ამოხსნა

$$1. \text{ ტრანსფორმატორის გულარის კვეთი: } Q_c = 0,47 \sqrt{\frac{S \cdot 10^9}{B_c f}} = 0,47 \sqrt{\frac{5 \cdot 10^9}{10000 \cdot 50}} = 47 \text{ სმ}^2.$$

გულარაში მაგნიტურ ინდუქციას ვიღებთ 1 ტესლას ტოლს (ფოლადი 341). ვირჩევთ ტრანსფორმატორის ღეროს შემდეგ ზომებს: ფირფიტის სიგანე $a=5$ სმ, სისქე $b=10$ სმ., შესამამისად, ღეროს ფაქტიური კვეთი:

$$Q_{\text{ფკ}}=ab=5 \cdot 10=50 \text{ სმ}^2$$

5. პირველადი და მეორადი გრაგნილების ხვიათა რიცხვი:

$$w_1 = \frac{U_{1\phi} \cdot 10^8}{222 \cdot B_c Q_c} = \frac{3470 \cdot 10^8}{222 \cdot 10000 \cdot 50} = 3130 \text{ ხვია.}$$

$$w_2 = \frac{U_{2\phi} \cdot 10^8}{222 \cdot B_c Q_c} = \frac{220 \cdot 10^8}{222 \cdot 10000 \cdot 50} = 198 \text{ ხვია.}$$

მივიღოთ გრაგნილების ჩართვის სქემა - ვარსკვლავი-ვარსკვლავი, მაშინ მივიღებთ:

$$U_{1\text{ფ}} = U_{1\text{ხ}} / \sqrt{3} = 6000 / \sqrt{3} = 3470 \text{ ვ.}$$

$$U_{2\text{ფ}} = U_{2\text{ხ}} / \sqrt{3} = 380 / \sqrt{3} = 220 \text{ ვ.}$$

6. პირველადი და მეორადი გრაგნილების გამტარების კვეთები:

$$S_1 = \frac{I_1}{\delta} = \frac{0,48}{2} = 0,24 \text{ მმ}^2$$

$$S_2 = \frac{I_2}{\delta} = \frac{7,6}{2} = 3,8 \text{ მმ}^2,$$

ამრიგად დენის ძალები თვითოეულ გრაგნილში გამოითვლება, როგორც:

$$I_1 = \frac{5 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 6000} = 0,48 \text{ ა.} \quad I_2 = \frac{5 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 7,6 \text{ ა.}$$

დენის სიმკვრივეს ვირჩევთ 2 ა/მმ² ის ტოლს. 4,5 ცხრილებიდან ვირჩევთ ПЭВ-1 გამტარის სტანდარტულ კვეთს:

პირველადი გრაგნილისათვის:

$$S_1 = 0,238 \text{ მმ}^2 \text{ (d = 0,55 მმ),}$$

მეორადი გრაგნილისათვის:

$$S_2 = 4,01 \text{ მმ}^2 \text{ (d = 2,26 მმ),}$$

5. ელექტრომაგნიტური კოჭების ანგარიში

აპარატების უმრავლესობის ძირითად ნაწილს, მაგალითად კონტაქტორების, მაგნიტური გამშვებების, რელეების, სამუხრუჭე ელექტრომაგნიტების და სხვა, შეადგენს ელექტრომაგნიტური კოჭა. კოჭაში დენის გავლისას იქმნება მაგნიტური ველი, რომლის მოქმედებითაც კოჭის ფოლადის გულარა დამაგნიტდება და მიიზიდავს ღუზას. ღუზა ჩართავს ან გამორთავს ელექტრომაგნიტური აპარატურის შესაბამის კონტაქტებს.

კოჭა დისტანციური ან ავტომატური მართვის აპარატის საპასუხისმგებლო კვანძია. ამიტომ მისი მწყობრიდან გამოსვლისას აუცილებელია ვიცოდეთ, თუ როგორ აღვადგინოთ (გადავახვიოთ) აღნიშნული კოჭა.

იმ შემთხვევაში, თუ გვაქვს ინდუქციური კოჭის საპასპორტო მონაცემები, მაშინ კოჭის გრაგნილის აღდგენა დიდ სირთულეს არ წარმოადგენს. ამ შემთხვევაში

საპასპორტო მონაცემებიდან იღებენ გამტარის კვეთს და ხვიათა რაოდენობას და ახვევენ ახალ კოჭას.

ხანდახან გვიხდება გადავახვიოთ კოჭა ისეთ ძაბვაზე, რომელიც განსხვავდება საპასპორტო მონაცემისაგან. კოჭის ხვიათა რიცხვი, რომლის დროსაც ზუტად და სუფთად ამუშავდება კონტაქტორი ან გამშვები და ა.შ. შეიძლება ჩავთვალოთ კოჭაზე მოდებული ძაბვის პირდაპირ პროპორციულად, ხოლო კოჭის გრაგნილის კვეთი კი უკუპროპორციულია კოჭაზე მოდებული ძაბვისა. კოჭის გრაგნილის კვეთის შემცირებისას შეიძლება კოჭა გაცხელდეს დასაშვებზე მაღალ ტემპერატურამდე, ხოლო გრაგნილის კვეთის გაზრდისას კი იზრდება კოჭის გაბარიტული ზომები, რომელიც ასევე დასაშვებ ნორმას აღემატება.

ელექტრომაგნიტური აპარატურის კოჭების გრანილების მონაცემების გაანგარიშება (ისე, რომ არ დაირღვეს დასაშვები გაბარიტული ზომები) დაფუძნებულია შემდეგზე:

1. კოჭის მიერ შექმნილი მაგნიტური ნაკადი და შესაბამისად მისი ამპერ-ხვიების რაოდენობა უნდა დარჩეს უცვლელი (მუდმივი სიდიდე)

$$I_1 w_1 = I_2 w_2 = \dots = I w = \text{მუდმივი სიდიდე}$$

სადაც $I_1, I_2, \dots, w_1, w_2$ - შესაბამისად კოჭაში გამავალი დენი და კოჭის ხვიათა რიცხვია ქსელის U_1, U_2, \dots შესაბამისი ძაბვის დროს.

2. კოჭაში თბური კარგვები უნდა იყოს უცვლელი (მუდმივი სიდიდე)

$$R_1 I_1^2 = R_2 I_2^2 = \dots = R I^2 = \text{const.}$$

ხოლო

$$R_1, R_2, \dots, I_1, I_2 \dots$$

კოჭის წინაღობა და მასში გამავალი დენია ქსელის

$$U_1, U_2, \dots$$

შესაბამისი ძაბვის დროს.

ცვლადი დენის კოჭის გადასაანგარიშებლად უნდა მივიღოთ, რომ ერთ ხვიაზე მოსული ელექტრომამოძრავებელი ძალა (ემძ) e დამოკიდებულია f სიხშირეზე, მაგნიტოგამტარის ინდუქციაზე და კვეთზე. გადაანგარიშებისას ეს სიდიდე არ იცვლება ანუ რჩება უცვლელი. ზოგადად კოჭაზე ძაბვა

$$U \approx e w$$

მაშინ გვექნება

$$U_1 \approx e w_1, U_2 \approx e w_2$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{w_2}{w_1}, \text{ და } w_2 = w_1 \frac{U_2}{U_1},$$

სადაც

w_1 არსებული საწყისი ხვიათა რიცხვია U_1 ძაბვის დროს.

W_2 გადახვევის შედეგად მიღებული ხვიათა რიცხვია U_2 ძაბვის დროს.
 კოჭის გრაგნილის კვეთი განისაზღვრება ამპერ ხვების რიცხვის მუდმივად
 შენარჩუნების პრინციპიდან გამომდინარე $I_1 w_1 = I_2 w_2$.

მაშინ გვექნება:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{S_2}{S_1}, \quad S_2 = S_1 \frac{U_1}{U_2},$$

სადაც

S_1 - გამტარის კვეთია გადახვევამდე, ხოლო

S_2 - გამტარის კვეთია გადახვევის შემდეგ.

მაგალითი, / ნიმუში

220 ვოლტზე მომუშავე კოჭა , რომლის ხვიათა რიცხვია 880, ხოლო გამტარის ტიპია
 ПЭЛ , კვეთი-0,503 მმ² გადავიანგარიშით 36 ვოლტ ძაბვაზე.

ამოხსნა

ხვიათა ახალი რიცხვი იქნება:

$$w_2 = w_1 \frac{U_2}{U_1} = 880 \cdot \frac{36}{220} = 144 .$$

გამტარის კვეთი გადახვევის შემდეგ

$$S_2 = S_1 \frac{U_1}{U_2} = 0,503 \cdot \frac{220}{36} = 3,07$$

მე-4 ცხრილიდან ვირჩევთ ПЭЛ გამტარის სტანდარტულ კვეთს , რომელიც ტოლია
 3,205 მმ², რაც შეესაბამება 2,02 მმ-ის ტოლ დიამეტრს.

6. გამათბობელი ხელსაწყოების ანგარიში

სხვადასხვა ელექტრო გამათბობელი ხელსაწყოს სხვადასხვა გამათბობლებით
 ანგარიშისას ძირითადი ამოცანა მდგომარეობს შემდეგში:

საჭიროა გავაცხელოთ მოცემული რაოდენობა მასალისა ცნობილი
 თბოტევადობით რაღაც გარკვეულ საწყის ტემპერატურით საბოლოო
 ტემპერატურამდე მოცემულ დროში. ამ პირობებიდან გამომდინარე განსაზღვრავენ
 გამათბობლის კვეთს და სიგრძეს, რომელიც იკვებება გარკვეული დენით ცნობილი
 ძაბვისას.

ანგარიში იწყება ჩვეულებრივ სასარგებლო სითბოს განსაზღვრით, რომელიც
 საჭიროა გასათბობელი მასალის ტემპერატურის ასაწევად მოცემულ სიდიდემდე
 თბური კარგების გაუთვალისწინებლად,

$$Q_{\text{ნოღ}} = cm(t_r - t_n) \text{ კკალ(ჯოული),}$$

სადაც $Q_{\text{ნოღ}}$ - სასარგებლო სითბოა, m - გასათბობელი მასალის მასაა, კგ., t_H -

მასალის საწყისი ტემპერატურაა, გრადუსებში, t_k - მასალის საბოლოო ტემპერატურაა

ასევე გრადუსებში, C - მასალის კუთრი სითბოტევადობაა, კკალ/კგ.გრად ან (ჯოული/კგ.გრად) მოცემულია მე-10-ე ცხრილში .

ცხრილი 10

ზოგიერთი მასალის კუთრი სითბოტევადობა (0-100°C) ტემპერატურულ დიაპაზონში.

მასალა	კუთრი სითბოტევადობა კკალ/კგ.გრად (ჯოული/კგ.გრად)	მასალა	კუთრი სითბოტევადობა კკალ/კგ.გრად (ჯოული/კგ.გრად)
ალუმინი	0,217 (0,91)	თუთია	0,094(0,4)
თითბერი	0,092(0,38)	წყალი	1(4,2)
სპილენძი	0,093(0,39)	ხე	0,57-0,65 (0,24-0,27)
ნიკელი	0,108(0,45)	სამშენებლო	0,22(0,92)
კალა	0,056(0,23)	აგური	
ტყვია	0,031(0,13)	მშრალი ქვიშა	0,17-0,22 (0,71-0,92)
ფოლადი	0,12(0,5)	ბამბის ქსოვილი	0,6(0,25)

განვსაზღვრავთ რა სასარგებლო სითბოს რაოდენობას შეგვიძლია ვპოვოთ სითბოს ზოგადად ის ირაოდენობა, რომელიც მოცემული მასალის მოცემულ ტემპერატურამდე გასათბობადაა საჭირო (გარემოში გამოსხივებული სითბოს გატვალისწინებით):

$$Q_{\text{ობყ}} = \frac{Q_{\text{ნოღ}}}{\eta} \text{ კკალ(ჯოული)}$$

სადაც η - გამათბობელი ხელსაწყოს მარგი ქმედების კოეფიციენტი, რომელიც მოცემულია მე-11-ე ცხრილში.

გამათბობელი ხელსაწყოს სიმძლავრეს განსაზღვრავენ შემდეგი ფორმულით:

$$P = \frac{Q_{\text{ობყ}}}{860 \cdot t} \text{ კვტ. } (P = \frac{0,00028k Q_{\text{ობყ}}}{t}) \text{ კვტ.}$$

სადაც k - მარაგის კოეფიციენტი (1,1-1,3), რომელიც ითვალისწინებს ქსელის ძაბვის შემცირებას, გასახურებელი ნამზადის დამველებას, გასათბობელი მასალის თბოტევადობის გაზრდას ტემპერატურის მომატებისას,

t- ნამზადის გაცხელების დროა საათებში. 5-10 კვტ სიმძლავრისას გამათბობლები როგორც წესი, მზადდება ერთფაზა.დიდ სიმძლავრეების შემთხვევაში კი სამფაზა. შემდეგ ცხრილი 11 დან გათბობის ტექნოლოგიური პირობების გათვალისწინებით ირჩევენ მასალას გამათბობელი ელემენტისათვის:

სახურებელი ელემენტების მოკლე დახასიათება

ცხ.11

სახურებელი ელემენტის მასალის მარკა	კუთრი წინაღობა ომი მმ ² /მ T=20°C	ზღვრული ტემპერატურა °C	სახურებელი ელემენტის მასალის მარკა	კუთრი წინაღობა ომი მმ ² /მ T=20°C	ზღვრული ტემპერატურა °C
X18P25C2 (ЭЯ-3С) *	0,9	1100	X20P80	1,2	1100
X23P18 (ЭИ-417)*	0,92	1000	X13Ю4	1,26	850
X25H12 (ЭИ-316)*	0,96	1000	X25Ю5	1,2	1200
X18H9T (ЕЯ-1Т)*	0,71	850	ОХ17Ю5	1,3	1000
X25Т	-	1100	(ЭИ-318) ОХ25Ю5	1,4	1200
X18H24C2Л*	1,0	1100	(ЭИ-292) 1Х17Ю5	-	850
4Х25H19C2Л*	1,0	1100	(ЭИ-341) 1Х25Ю5	-	1150
X15H60*	1,1	1000	(ЭИ-340) ქრომალი	-	1250

*-ნიქრომები

სახურებელი ელემენტის შერჩეული მასალისათვის ღუმელის მაქსიმალურ მუშა ტემპერატურაზე აირჩევა გამათბობელის კუთრი ელექტრული წინაღობის საადგარიშო მნიშვნელობა ρ ომი მმ²/მ. 0-1000 °C ტემპერატურის ფარგლებში ნიქრომირებული შენადნობებისათვის ρ აიღება 1,1-1,3 ფარგლებში.

სახურებელი ელემენტების ანგარიში იწყება დასაშვები კუთრი ზედაპირული სიმძლავრის მნიშვნელობის შერჩევით. მაღალტემპერატურული ღუმელებისათვის დასაშვები კუთრი ზედაპირული სიმძლავრე განისაზღვრება როგორც:

$$w_{\text{дон}} = U_{\text{эф}} \alpha \quad \text{ვატი/სმ}^2,$$

სადაც $w_{\text{эф}}$ – ეფექტური კუთრი ზედაპირული სიმძლავრეა (აიღება ცხ.12 დან),

α გამოსხივების ეფექტურობის კოეფიციენტი (აიღება მე-13-ე ცხრილიდან).

დაბალტემპერატურული ღუმელებისათვის ($\leq 300^{\circ}\text{C}$) დასაშვები ზედაპირული სიმძლავრე შეიძლება ავიღოთ 4-6 ვტ/სმ². ამის შემდეგ ვიწყებთ გეომეტრიული ზომების განსაზღვრას.

მრგვალი კვეთის გამათბობელის დიამეტრი:

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 10^5 \cdot \rho P^2}{\pi^2 U^2 w_{\text{don}}}}, \text{ მმ}$$

სადაც P-გამათბობელის სიმძლავრე, კვტ; U-გამათბობელის ძაბვა, ვ.; და $\pi=3,14$.
 მრგვალი გამათბობლის სიგრძე:

$$l = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot P U^2}{4 \pi \rho w_{\text{don}}^2}}, \text{ მ.}$$

სწორკუთხა ფორმის კვეთის გამათბობელი ელემენტის სისქეა:

$$\alpha = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 10^4 \rho P^2}{m(m+1)U^2 w_{\text{don}}}},$$

სადაც $m=b/a=(5-15)$

b- გამათბობელი ელემენტის სიგანეა.

სწორკუთხა ფორმის კვეთის გამათბობელი ელემენტის სიგრძე:

$$l = \sqrt[3]{\frac{2,5 \cdot P U^2 m}{(m+1)^2 \rho w_{\text{don}}^2}}, \text{ მ.}$$

მრგვალი და სწორკუთხა ფორმის გამათბობელის სტანდარტული კვეთები მოცემულია მე-114-ე ცხრილში.

გამათბობლის სპირალის დიამეტრს იღებენ:

ქრომირებული შენადნობებისათვის- $D=(4-6)d$,

ნიქრომისა და მისი შენადნობებისათვის $D=(7-10)d$.

ადგილობრივი გადახურების თავიდან აცილების მიზნით სპირალი უნდა გაეჭიმოს ისე, რომ ხვიებს შორის მანძილი 1,5-2 ჯერ მეტი აღმოჩნდეს მავთულის დიამეტრზე.

მაგალითი,/ ნიმუში

განვსაზღვროთ საშრობი კარადის სიმძლავრე, აგურის 250 °C-მდე გამახურებელი ელემენტების კვეთი და სიგრძე, თუ გასახურებელია 100 კგ. მასის ნაკეთობა, ხოლო გახურების დროა 2 საათი. გამახურებლები ჩამოკიდებულია ტავისუფლად ჰაერში.

ამოხსნა

აგურის გახურებისათვის საჭირო სითბო:

$$Q_{\text{ნომპ}} = cm(t_k - t_n) = 0,92 \cdot 100(250 - 20) = 21050 \text{ კილოჯოული}$$

1. სითბოს საერთო რაოდენობა კარგვების გათვალისწინებით:

$$Q_{\text{ობმ}} = \frac{Q_{\text{ნომპ}}}{\eta} = \frac{21050}{0,7} = 30300 \text{ კილოჯოული}$$

2. გამახურებლების სიმძლავრე:

$$P = \frac{0,00028KQ_{\text{ობი}}}{t} = \frac{0,00028 \cdot 1,1 \cdot 30300}{2} = 4,62 \text{ კვტ.}$$

3. მივიღოთ, რომ საშრობი კარადა მიერთებულია ერთფაზა 220 ვოლტ ძაბვასთანხლო გამახურებელი ელემენტია X20H80., დასაშვები კუთრი ზედაპირული სიმძლავრეა $W_{\text{დოი}} = 6$ ვტ/სმ², მაშინ გამახურებელის დიამეტრი იქნება:

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 10^5 \rho P^2}{\pi^2 U^2 w_{\text{დოი}}}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 10^5 \cdot 1,13 \cdot 4,62^2}{3,14^2 \cdot 220^2 \cdot 6}} = 2,46 \text{ მმ.}$$

აქვირჩიოთ მე 14-ე ცხრილიდან უახლოესი დიამეტრი 2,5 მმ.

4. გამახურებელის სიგრძე:

$$l = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 4662 \cdot 220^2}{4 \cdot 3614 \cdot 1613 \cdot 6^2}} = 45 \text{ მ.}$$

გამხურებლების ეფექტური ზედაპირული სიმძლავრე სითბოსმიმღები გარემოს ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით. ცხ. 12

მიმღები ზედაპირის ტემპერატურა, °C	გამხურებლის ტემპერატურა t, °C								
	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200
100	6,1	7,3	8,7	10,3	12,15	14,15	16,4	19,0	21,8
200	5,9	7,15	8,55	10,15	12,0	14	16,25	18,85	21,65
300	5,65	6,85	8,3	9,9	11,7	13,75	16	18,6	21,35
400	5,2	6,45	7,85	9,45	11,25	13,3	15,55	18,1	20,9
500	4,5	5,7	7,15	8,8	10,55	12,6	14,85	17,4	20,2
600	3,5	4,7	6,1	7,7	9,5	11,5	13,8	16,4	19,3
700	2,0	3,2	4,6	6,25	8,05	10	12,4	14,9	17,7
800	-	1,25	2,65	4,2	6,05	8,1	10,4	12,9	15,7
850	-	-	1,4	3,0	4,8	6,85	9,1	11,7	14,5
900	-	-	-	1,55	3,4	5,45	7,75	10,3	13,0
950	-	-	-	-	1,8	3,85	6,15	8,65	11,5
1000	-	-	-	-	-	2,05	4,3	6,85	9,7
1050	-	-	-	-	-	-	2,3	4,8	7,65
1100	-	-	-	-	-	-	-	2,55	5,35
1150	-	-	-	-	-	-	-	-	2,85
1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1300	-	-	-	-	-	-	-	-	-

მიმღები ზედაპირის ტემპერატურა, °C	გამხურებლის ტემპერატურა t, °C		
	1250	1300	1350
100	24,9	28,4	36,3
200	24,75	28,2	36,1
300	24,5	27,9	35,8
400	24	27,45	35,4
500	23,3	26,8	34,6
600	22,3	25,7	33,7
700	20,8	24,3	32,2
800	18,8	22,3	30,2
850	17,6	21,0	29
900	16,2	19,6	27,6
950	14,5	18,1	26
1000	12,75	16,25	24,2
1050	10,75	14,25	22,2
1100	8,5	12	19,8
1150	5,95	9,4	17,55
1200	3,15	6,55	14,55
1300	-	-	7,95

გამოსხივების ეფექტურობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა

ცხ.13

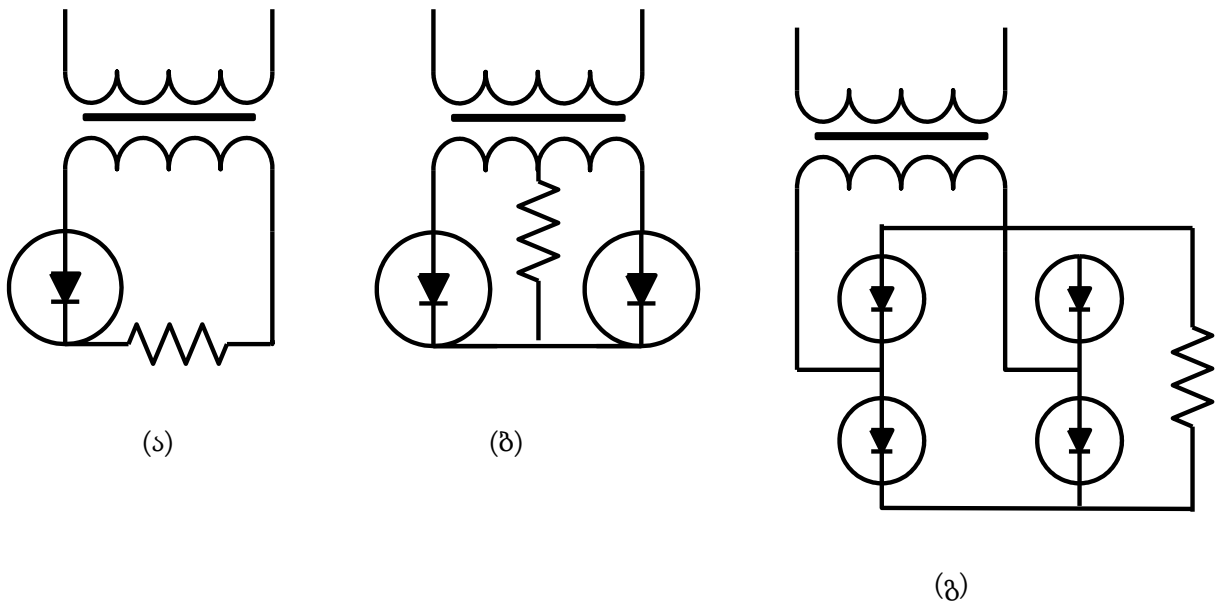
გამათბობლის განთავსება	α კოეფიციენტი
მავთულიანი სპირალი, ნახევრად დახურული ამოგებულ კილოებში.....	0,16-0,24
მავთულიანი სპირალი თაროვან მილებში..	0,3-0,36
მავთულიანი ზიგზაგისებური(ღეროვანი) გამხურებელი.....	0,6-0,72
ლენტისებრი ზიგზაგისებრი გამხურებელი	0,38-0,44
ლენტისებრი პროფილირებული (გარსაკრავებიანი) გამხურებლები	0,56-0,7

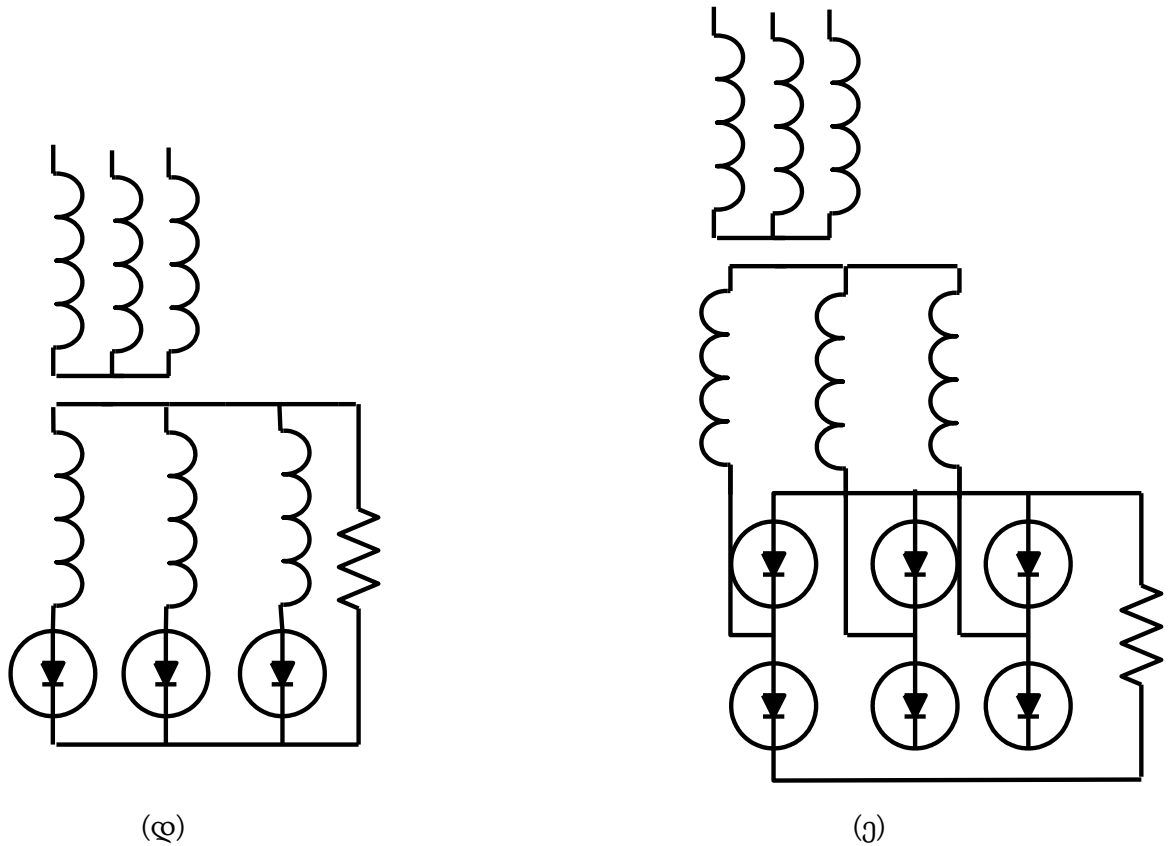
სხვადასხვა შენადნობებისაგან დამზადებული მავთულებისა და ლენტების
სტანდარტული ზომები ცხ.14

მავთულის დიამეტრი	ლენტის კვეთის ზომები, მმ	მავთულის დიამეტრი	ლენტის კვეთის ზომები, მმ		
2,0	2x10	5,6	2,2x30		
2,2	1,5x15	6,3	2,5x30		
2,5	2,0x15	7,0	3,0x30		
2,8	2,3x20	8,0	2,2x36		
3,2	2,5x20	9,0	2,5x36		
3,6	3,0x20	10,0	2,2x40		
4,0	2,2x25	11,0	2,5x40		
4,5	2,5x25	12,0	3,0x40		
5,0	3,0x25				

7. ნახევარგამტარული გამმართველების ანგარიში

აკუმულიატორის დამუხტვისათვის, მუდმივი დენის ძრავების კვებისათვის, მართვის სქემებისათვის, რადიომოწყობილობებისათვის და სხვა დანადგარებისათვის განსაკუთრებით ფართო გამოყენება ჰპოვა ნახევარგამტარულმა გამმართველებმა (ვენტილებმა). განსაკუთრებით სამრეწველო გამოყენება დღეისათვის ჰპოვა სელენისა და სილიციუმის (კაჟბადის) ვენტილებმა. ნახევარგამტარული ვენტილების შეერთებას ახორციელებენ ნახ. 3-ზე მოყვანილი სქემების საშუალებით.





ნახ.3. ცვლადი დენის მუდმი დენად გამართვის სქემები

ა) - ერთნახევარპერიოდიანი; ბ) - ერთფაზა ნულოვანი გამომყვანით; გ) - - ერთფაზა ბოგირული; დ) - სამფაზა ნულოვანი გამომყვანით; ე) - სამფაზა ბოგირული.

კვების წყაროდ გამოიყენება ტრანსფორმატორი, რომლის პირველადი გრაგნილი მიერთებულია ცვლადი დენის ქსელში, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ.3-ზე, ხოლო მეორადი კვებავს ვენტილების გავლით დატვირთვას.

ერთფაზა ბოგირული სქემა გამოიყენება ჩვეულებრივად შედარებით მცირე სიმძლავრის გამმართველ მოწყობილობებში (1 კვტ-მდე), ხოლო სამფაზა ბოგირული კი შედარებით მძლავრ მოწყობილობებში.

ნახევარგამტარული ვენტილების ანგარიშისას საწყის სიდიდეებია გამართული ძაბვა- U_d და დენი I_d და ასევე ქსელის მკვებავი ძაბვა U_1 .

ნახევარგამტარული გამმართველების ანგარიში დაიყვანება შტოში მიმდევრობით შეერთებული ვენტილების საჭირო რიცხვის განსაზღვრაზე, ტრანსფორმატორის სიმძლავრისა და ძაბვის განსაზღვრაზე.

მხრებში პარალელური შტოების საჭირო რაოდენობა შეიძლება განვსაზღვროთ ფორმულით

$$a = \frac{I_e}{I_d}$$

სადაც I_B – ვენტოლში დენის საშუალო მნიშვნელობაა ამპერებში, I_d – ერთ დისკზე დასაშვები დენის მნიშვნელობაა ერთნახევარპერიოდული გამართვისას (ცხ. 15, ცხ.16.)

В,Г,Д,Е,И,К კლასის გამმართველის ტექნიკური მახასიათებლები. ცხ.15

ზომა, მმ	15 X15	d 18	22 X22	d25	30 X30	40 X40	60 X60
ნომინალური დატვირთვის დენი, (ა).	0,04	0,04	0,075	0,075	0,15	0,3	0,6

გაგრძელება. ცხ.15

ზომა, მმ	75 X75	90 X90	100 X100	100 X200	100 X300	100 X400
ნომინალური დატვირთვის დენი, (ა).	1,2	1,5	2,0	4,0	6,0	8,0

ვენტილის დენის საშუალო მნიშვნელობად იღებენ:

ერთნახევარპერიოდიანი სქემისათვის $I_B = I_d$

ერთფაზა ნულოვანი გამომყვანით $I_B = 0,5I_d$

ერთფაზა ბოგირული სქემისათვის $I_B = 0,5I_d$

სამფაზა ნულოვანი გამომყვანით $I_B = 0,3I_d$

სამფაზა ბოგირული სქემისათვის $I_B = 0,33I_d$

მხრის ერთ შტოში მიმდევრობით ჩართული ვენტოლების რიცხვი:

$$n = \frac{U_{ობრ.макс}}{U_{ობр.н}}$$

სადაც $U_{ობр.макс}$ უკუმაბვლის ამპლიტუდური მნიშვნელობაა გამმართველის შერჩეული სქემისათვის.

$U_{ობр.н}$ - ერთ მხარზე დასაშვები უკუმაბვლა გამმართველის შერჩეული სქემისათვის.

სილიციუმის გამმართველების ტექნიკური მახასიათებლები. ცხ.16

ტიპი	ნომინალური გამართული დენი, (ა).	ნომინალური უკუამპლიტუდური ძაბვა, (ვ)	გაციების პირობები
B-10 B-25	10 25	100,200,300,400, 500,600,700,800,1000	ბუნებრივი ჰაერით, რადიატორით
B-50	50	100,200,300,400, 500,600,700,800,1000	ჰაერით,6 მ/წმ სიჩქარით ჰაერით დაბერვისას
B-200 B-320	200 320	100,200,300,400, 500,600,700,800,1000	ჰაერით,12 მ/წმ სიჩქარით ჰაერით დაბერვისას
BB-320 BB-500	320 500	100,200,300,400, 500,600,700,800,1000	წყლით
B-500 B-800	500 800	1000-2400 100-1000	ჰაერით,12 მ/წმ სიჩქარით ჰაერით დაბერვისას
ВЛ-10	10	700-1000	ბუნებრივი ჰაერით,
ВЛ-25	25	700-1000	ჰაერით,3 მ/წმ სიჩქარით ჰაერით დაბერვისას
ВЛ-50	50	700-1000	ჰაერით,6 მ/წმ სიჩქარით ჰაერით დაბერვისას
ВЛ-200	200	700-1000	ჰაერით,12 მ/წმ სიჩქარით ჰაერით დაბერვისას
ВЛ-320 ВЛ4-200	320 200	700-1000 700-1000	იგივე
ВЛВ-320	320	700-1000	წყლით

უკუძაბვის ამპლიტუდური მნიშვნელობად შერჩეული გამართვის სქემის ერთ მხარზე იღებენ:

ერთნახევარპერიოდიანი სქემისათვის $U_{обрюмакс}=3,14 U_d$

ერთფაზა ნულოვანი გამომყვანით $U_{обрюмакс}= 3,14 U_d$

ერთფაზა ბოგირული სქემისათვის $U_{обрюмакс}=1,57 U_d$

სამფაზა ნულოვანი გამომყვანით $U_{ობრ\gamma\text{макс}} = 2,09 U_d$

სამფაზა ბოგირული სქემისათვის $U_{ობრ\gamma\text{макс}} = 1,045 U_d$

ვენტილურ ელემენტზე დასაშვები უკუ ამპლიტუდური ძაბვა აიღება :

სილიციუმის ვენტილებისათვის - იხილე ცხ.16,

სელენის ვენტილებისათვის -B კლასის - 20 ვ., Г კლასის- 25 ვ., E კლასის - 35 ვ., U კლასის - 40 ვ., K კლასის 45 ვ.

გამმართველში ვენტილების საერთო რაოდენობა :

$$N = mkna,$$

სადაც m- ფაზათა რიცხვია,

k- გამართვის სქემაში მიმდევრობით შეერთებული ვენტილური მხრების რიცხვია, (ბოგირული სქემისათვის k=2, ხოლო სქემებისათვის ნულოვანი გამომყვანით- k=1).

ტრანსფორმატორის მეორადი გრავნილის ძაბვა U_2 და მისი სიმძლავრე P_m აქტიური დატვირთვისას შეიძლება განვსაზღვროთ შემდეგი ფორმულებით:

ერთნახევარპერიოდის სქემისათვის

$$U_2 = 2,22 U_d; P_m = 3,09 P_d;$$

ერთფაზა ნულოვანი გამომყვანით

$$U_2 = 1,11 U_d; P_m = 1,48 P_d;$$

ერთფაზა ბოგირული სქემისათვის

$$U_2 = 1,11 U_d; P_m = 1,23 P_d;$$

სამფაზა ნულოვანი გამომყვანით

$$U_2 = 0,855 U_d; P_m = 1,345 P_d;$$

სამფაზა ბოგირული სქემისათვის

$$U_2 = 0,428 U_d; P_m = 1,045 P_d;$$

სადაც $P_d = U_d I_d$ - გამართული სიმძლავრეა ვატებში.

მაგალითი,/ ნიმუში

გავიანგარიშოთ სელენის გამმართველი შემდეგი მონაცემებით: გამართული ძაბვა $U_2=24$ ვ.; გამართული დენი $I_d=1,8$ ა.; ცვლადი დენის ქსელი ძაბვაა $U_1=220$ ვ. ვენტილები სელენისაა Γ კლასისაა ზომით 40X40. გამმართველი აწყობილია ერთფაზა ბოგირული სქემით.

ამოხსნა:

1. ვენტილში გამავალი დენის საშუალო მნიშვნელობა ერთფაზა ბოგირული სქემისათვის

$$I_B = 0,51 \cdot I_d = 0,5 \cdot 1,8 = 0,9 \text{ ა.}$$

2. მხარში პარალელურ ვენტილთა რაოდენობა:

$$a = \frac{I_B}{I'_d} = \frac{0,9}{0,3} = 3$$

სადაც I'_d - დასაშვები გამართული დენის მნიშვნელობა აიღება ცხ.15 დან.

3. მიმდევრობით ჩართული ვენტილების რიცხვი მხრის ერთ შტოში:

$$n = \frac{U_{\text{ობრ.макс}}}{\Gamma_{\text{ობрюн}}} = \frac{37,6}{25} = 1,5 \text{ ,}$$

ერთფაზა ბოგირული სქემისათვის:

$$U_{\text{ობр.макс}}=1,57 \quad U_d=1,57 \cdot 24=37,6 \text{ ვ.}$$

ხოლო Γ კლასის სელენის ვენტილზე უკუძაბვა:

$$U_{\text{обр.н}}=25 \text{ ვ.}$$

მე-3 -ე შედეგის გათვალისწინებით ვიღებთ ვენტილების რიცხვს 2-ს.

4. ვენტილთა საერთო რაოდენობა:

$$N=mkna=1 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3=12,$$

სადაც k - მხრების რაოდენობაა გამართვის სქემაში.

5. ტრანსფორმატორის მეორადი გრაგნილის ძაბვა:

$$U_2= 1,11 \quad U_d = 1,11 \cdot 24= 26,6 \text{ ვ.}$$

6. ტრანსფორმატორის საანგარიშო სიმძლავრე:

$$P_m=1,23 \quad P_d = 1,23 \cdot 43,2= 53 \text{ ვ.ა. სადაც}$$

$$P_d= U_d I_d = 24 \cdot 1,8 = 43,2 \text{ ვტ.}$$

8. ელექტრომოწყობილობების დამიწების ანგარიში

მანქანების და აპარატების გრაგნილების იზოლიაციის დაზიანებისას მეტალის კორპუსები შეიძლება ელექტრულად მიუერთდეს დანადგარების დენგამტარ ნაწილებს. თუ ამ შემთხვევაში ადამიანი, რომელიც მიწაზე დგას, ხელით შეეხება დაზიანებული აპარატის კორპუსს, შეიკვრება წრედი და ადამიანის სხეულში გაივლის დენი, რამაც შეიძლება უმეტეს შემთხვევაში გამოიწვიოს სერიოზული დაზიანებები. ძაბვას, რომლის ქვეშაც შეიძლება აღმოჩნდეს დაზიანებული აპარატის კორპუსზე შეხებულ ადამიანი, უწოდებენ **შეხების ძაბვას**. შეხების ძაბვის შემცირებისათვის ელექტრომოწყობილობის ყველა მეტალის კორპუსები, რომლებიც შეიძლება შემთხვევით აღმოჩნდნენ ძაბვის ქვეშ მიწასთან მიმართებაში, ელექტრულად მიერთებულია მიწასთან (აერთებენ ე.წ. დამცავ დამიწებასთან). **დამცავი დამიწების** დანიშნულებაა შეამციროს შეხების ძაბვა უსაფრთხო მნიშვნელობამდე. დამცავ დამიწებად პირველ რიგში უნდა გამოვიყენოთ ბუნებრივი დამიწებლები მიწის ქვეშ არსებული მეტალის კომუნიკაციების სახით, კორპუსების მეტალის კონსტრუქციები, რომლებიც მიერთებულია მიწასთან და ასევე კაბელების ტყვიის გარსაცმი.

როდესაც ბუნებრივი დამიწებლები არ არსებობენ ან კიდევ მათი გამოყენება არ იძლევა სათანადო შედეგს, იყენებენ შემდეგი ზომის ხელოვნურ დამიწებლებს- ფოლადის ღეროების სახით: 50X50X5, 60X60X6, 75X75X8 სიგრძით 2,5-3 მეტრი, ან კიდევ იგივე სიგრძის ე.წ. გაზის 50 მმ დიამეტრის მილებს. მხოლოდ უნდა გავითვალისწინოთ, რომ გამოიყენება მხოლოდ არაკონდიციური მილები.



ჩამამიწებლებს არჭობენ რიგში ან კონტურის გარშემო ისეთ სიღრმეზე, რომ ჩამამიწებლის ზედა ბოლოდან მიწამდე დარჩეს 0,5-0,8 მეტრი მანძილი. მანძილი მილებს ან ღეროებს შორის უნდა იყოს 2,5-3 მეტრი. ღეროებისა და მილების ერთმანეთთან შესაერთებლად იყენებენ არა ნაკლებ 4 მმ სისქისა და 48 მმ² კვეთის ფოლადის ზოლს ან ფოლადის გამტარს არანაკლებ 6 მმ დიამეტრისა. ზოგადად მიღებულია 25X4 მმ ზომის ფოლადის ზოლი, რომლის მიერთება ღეროებთან ხდება შედუღებით.

დამამიწებელი მოწყობილობის წინააღმდეგობამ , რომელიც გამოიყენება 1000 ვოლტ ძაბვამდე ქსელებში არ უნდა გადაამეტოს 4 ომი. მაღალი სიმძლავრისას, მაგალითად 100 კვა და ნაკლები სიმძლავრის გენერატორებისა და ტრანსფორმატორების შემთხვევაში ჩამამიწებელ მოწყობილობას შეიძლება ქონდეს მაღალი წინააღმდეგობა , მაგრამ არა უმეტეს 10 ომისა.

1000 ვ ძაბვაზე მეტ ქსელებში დამამიწებელი მოწყობილობის წინააღმდეგობა უნდა იყოს:

მოწყობილობებისათვის დიდი დამამიწების დენებით (500 ამპერზე მეტი) დამამიწების წინააღმდეგობაა- 0,5 ომი.

ხოლო მოწყობილობებისათვის მცირე დამამიწების დენებით (500 ამპერზე ნაკლები) დამამიწების წინააღმდეგობაა- 10 ომი ან $125/I$, თუ დამამიწებელი მოწყობილობა ერთდროულად გამოიყენება 1000 ვოლტამდე ელექტრომოწყობილობებისათვის, სადაც I - დამამიწების დენის საანგარიშო მნიშვნელობაა.

სხვადასხვა ელექტრომოწყობილობებისათვის ხშირ შემთხვევაში აკეთებენ საერთო დამამიწების კონტურს, რომლის წინააღმდეგობა გაუტოლდება ამ მოწყობილობებისთვის საჭირო დამამიწების მინიმალურ წინააღმდეგობას.

დამამიწების ანგარიში სრულდება შემდეგნაირად:

1. დგინდება დამამიწების წინააღმდეგობის სიდიდე $R_{დ}$.
2. გაზომვის გზით ან კიდევ არსებული დამამიწებელი მოწყობილობის მონაცემებზე დაყრდნობით საზღვრავენ ბუნებრივი დამამიწებლების შესაძლო განდინების წინააღმდეგობას: $R_{ბ}$.
3. თუ $R_{ბ} < R_{დ}$, მაშინ 1000ვ. ძაბვაზე ქვემოთ მომუშავე აპარატურას ხელოვნური დამამიწება არ ესაჭიროება.

წიდააღმდეგ შემთხვევაში თუ $R_{ბ} > R_{დ}$ საჭიროა ხელოვნური დამამიწება.

ხელოვნური დამამიწების წინააღმდეგობა გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$R_{ბ} = R_{ბ} R_{დ} / (R_{ბ} - R_{დ}) \text{ ომი.}$$

4. მე-17 -ე ცხრილიდან განსაზღვრავენ გრუნტის კუთრ წინააღმდეგობას ρ -ს. ანგარიშების ჩატარებისას უნდა იქნეს გათვალისწინებული სეზონურობის კოეფიციენტი , რომელიც დამოკიდებულია კლიმატურ ზონაზე და დამამიწების სახეობაზე. (ცხ.18). საქართველო მოიაზრება IV ზონის მონაცემებში.

გრუნტებისა და წყლის კუთრი წინაღობა

ცხ.17

დასახელება	კუთრი წინაღობა ρ , (ომი. სმ)
ქვიშა	70000 და მეტი
ქვიშნარი	30000 და მეტი
თიხნარი	10000 და მეტი
თიხა	4000 და მეტი
ბალის მიწა	4000 და მეტი
მერგელი, კირქვა, მსხვილმარცვლოვანი ქვიშა.	100000-200000
კლდე, კაჭარი	200000-400000
შავმიწა	2000 და მეტი
ტბორის წყალი	5000
გრუნტის წყალი	5000
მდინარის წყალი	10000

სეზონურობის კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა.

ცხ.18

კლიმატური ზონა	დამიწების სახეობა	
	გაჭიმული K_g	ღეროსებრი K_e
I	4,5-7	1,8-2,0
II	3,5-4,5	1,5-1,8
II	2,0-2,5	1,4-1,6
IV	1,5-2,0	1,2-1,4

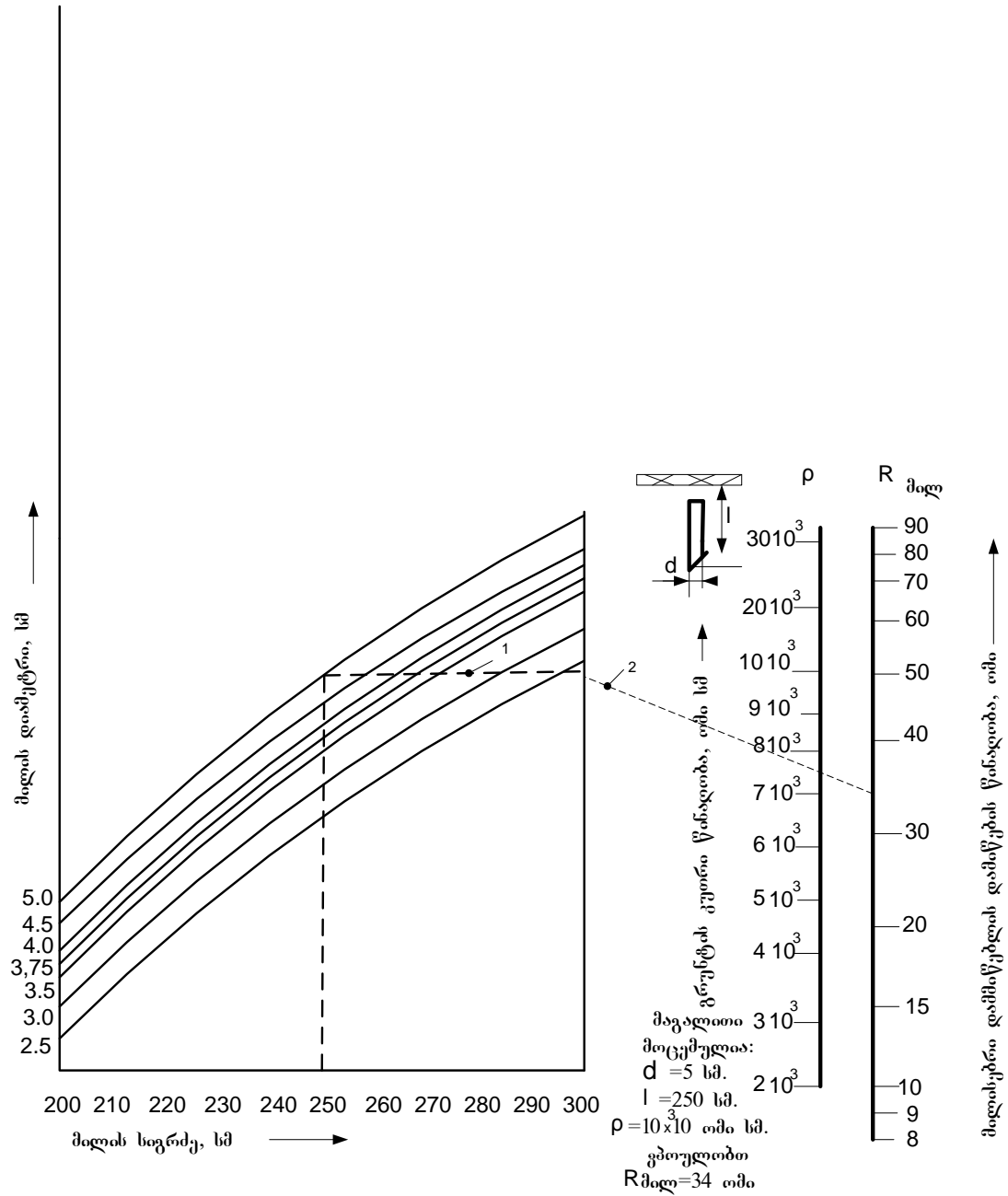
5. ფოლადის მილის ერთჯერადი დამმიწებლისათვის ნომოგრამიდან განსაზღვრავენ ერთი მილის წინაღობას R_a (ნახ.4), ხოლო ღეროსებრი დამმიწებლის წინაღობა შეიძლება განისაზღვროს გამარტივებული ფორმულებით:

კუთხოვანასათვის ზომებით 50X50X5 მმ

$$R_{კუთ} = 0,0034 \rho K_s$$

მილებისათვის დიამეტრით 60 მმ

$$l = 2,5 \text{ მ. } R_a = 0,0035 \rho K_s$$



ნახ. 4. მილისებრი დამმიწებლის წინალობის განსაზღვრის ნომოგრამა

6. როდესაც გადავწყვიტავთ, თუ როგორ განვალაგოთ დამამიწებლები (რიგში თუ კონტურის გასწვრივ) განსაზღვრავენ ღეროვანი დამმიწებლების რაოდენობას შემდეგი ფორმულებით:

$$n_{\text{ღ}} = R_{\text{მ}} / R_{\text{ხ}} \eta_{\text{ღ}} ; \quad n_{\text{ღ}} = R_{\text{კუთ}} / R_{\text{ხ}} \eta_{\text{ღ}} ,$$

სადაც $\eta_{\text{ღ}}$ -ღეროსებრი ჩამამიწებლების გამოყენების კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ღეროების რიცხვზე და მათ შორის მანძილზე (ცხ.19)

რიგში განთავსებული ღერისებრი ჩამამიწებლების გამოყენების კოეფიციენტი
 ოქ კავშირის ზოლის გათვალისწინების გარეშე ცხ.19

ღეროებს შორის მანძილის ფარდობა ღეროს სიგრძესთან a/l	ღეროების რიცხვი	ოქ	ღეროებს შორის მანძილის ფარდობა ღეროს სიგრძესთან a/l	ღეროების რიცხვი	ოქ
1	2	0,84-0,87	1	10	0,56-0,62
2	2	0,90-0,92	2	10	0,72-0,77
3	2	0,93-0,95	3	10	0,79-0,83
1	3	0,76-0,80	1	15	0,51-0,56
2	3	0,85-0,88	2	15	0,66-0,73
3	3	0,90-0,92	3	15	0,76-0,80
1	5	0,67-0,72	1	20	0,47-0,50
2	5	0,79-0,83	2	20	0,65-0,70
3	5	0,85-0,88	3	20	0,74-0,79

7. უბრალო დამიწების განხორციელების შემთხვევაში ღეროების მოკლე რიგის შემთხვევაში დამიწების ანგარიში ამით სრულდება და აღარ ვსაზღვრავთ შემაერთებული ზოლის გამტარობებს, ვინაიდან ამ უკანასკნელის სიგრძე შედარებით მცირეა. (ამ შემთხვევაში დამამიწებელი მოწყობილობის წინააღმდეგობის ფაქტიური სიდიდე იქნება ცოტა ამაღლებული).

ღეროებისაგან შემდგარი კონტურული დამამიწებლების მოწყობისას უნდა გათვალისწინებული იყოს ზოლის განდინების წინააღმდეგობა. ზოლის წინააღმდეგობის მხედველობაში მიღება იძლევა საშუალებას შევამციროთ მიღებისა და ღეროების რიცხვი.

ფართობზე სადაც უნდა გაკეთდეს დამიწება, აღნიშნავენ თუ როგორ უნდა იქნეს განაწილებული დამიწების ელექტროდები. მათ რაოდენობას განსაზღვრავენ მიახლოებით და შემაერთებული ზოლის სიგრძეს განსაზღვრავენ ფორმულით:

$$l = 1,05 na , მ.$$

სადაც a მიღებს შორის მანძილია, მეტრებში, n - მიღების რიცხვი.

8. განსაზღვრავენ შემაერთებელი ზოლის გაბნევის წინაღობას. შემაერთებელი ზოლებისათვის კვეთით - 48-50 მმ² ეს წინაღობა შეიძლება განისაზღვროს გამარტივებული ფორმულით:

$$R_{\Sigma} = 2,1 \rho K_{\Sigma} / \eta_{\Sigma} I, \text{ ომი.}$$

სადაც ρ - გრუნტის კუთრი წინაღობაა, ომი სმ. η_{Σ} - ზოლის გამოყენების კოეფიციენტია და აიღება ცხრილებიდან (ცხრილი 20, ცხრილი 21). K_{Σ} -სეზონურობის კოეფიციენტი აიღება ცხრილი 18 დან.

ღეროსებრი დამმიწებლის რიგში შემაერთებელი ზოლის გამოყენების კოეფიციენტი η_{Σ}

ცხ.20

ღეროებს შორის მანძილის შეფარდება ღეროს სიგრძესთან a/l	ღეროების რიცხვი რიგში							
	4	5	8	10	20	30	50	65
1	0,77	0,74	0,67	0,62	0,42	0,31	0,21	0,20
2	0,89	0,86	0,79	0,75	0,56	0,46	0,36	0,34
3	0,92	0,90	0,85	0,82	0,68	0,58	0,49	0,47

ღეროსებრი დამმიწებლის კონტურის შემაერთებელი ზოლის გამოყენების კოეფიციენტი η_{Σ}

ცხ.21

ღეროებს შორის მანძილის შეფარდება ღეროს სიგრძესთან a/l	ღეროების რიცხვი რიგში							
	4	6	8	10	20	30	50	70
1	0,45	0,40	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21	0,20
2	0,55	0,48	0,43	0,40	0,32	0,30	0,28	0,26
3	0,70	0,64	0,60	0,56	0,45	0,41	0,37	0,35

9. განსაზღვრავენ ღეროების საჭირო წინაღობას შემაერთებული ზოლის გავლენის გათვალისწინებით.

$$R = R_b R_{\phi} / (R_{\phi} - R_b).$$

10. განსაზღვრავენ ღეროების რაოდენობას შემაერთებული ზოლის გათვალისწინებით:

$$n_{\text{ღ}} = R_{\text{ა}} / R_{\text{ღ}} ; \quad n_{\text{ღ}} = R_{\text{კუთ}} / R_{\text{ღ}} .$$

თუ ბუნებრივი დამმიწებლები არ გვაქვს და შემაერთებული ზოლის წინაღობას უგულვებელვყობთ, მაშინ ღეროების რიცხვი იქნება:

$$n_{\text{ღ}} = R_{\text{ა}} / R_{\text{ღ}} \text{ რღ} ; \quad n_{\text{ღ}} = R_{\text{კუთ}} / R_{\text{ღ}} \text{ რღ}$$

მაგალითი/ ნიმუში

გავიანგარიშოთ დამიწება რომლის წინაღობაა 4 ომი. გამოვიყენოთ მილი რომლის დიამეტრია 50 მმ და სიგრძეა 2,5 მეტრი. მილებს შორის დაცილებაა 2, 5 მ. , კონტური შეკრულია, გრუნტი არის თიხა. ბუნებრივი დამმიწებლები არ არიან. შემაერთებული სარტყელის (ზოლის) წინაღობა შეიძლება უგულვებელვყოთ. კლიმატური ზონა იყოს საქართველო (IV).

ამოხსნა

1. გრუნტის კუთრი წინაღობა სეზონურობის კოეფიციენტის გათვალისწინებით (ცხ.17, ცხ.18) ტოლია: $6000 \cdot 1,5 = 9000$ ომი სმ.
2. ნომოგრამიდან (ნახ.4) ერთი მილის წინაღობაა $R_{\text{ა}} = 31$ ომი.
3. მილების საჭირო რაოდენობა არის:

$$n_{\text{ა}} = R_{\text{ა}} / R_{\text{ღ}} \text{ რღ} = 31 / 4 \cdot 0,55 = 14$$

სადაც $R_{\text{ღ}} = 4$ ომს., რღ - მილების გამოყენების კოეფიციენტია ცხ.19 დან ტოლია 0,55 (ვთვლით , რომ მილის რიცხვი მეტია $31/4 = 8$).

მილებს შორის მანძილის (a)-ს შეფარდებასმათ სიგრძესთან ტოლია: $2,5/2,5 = 1$.

ამრიგად დამიწების კომპლექტი შეიცავს 14 მილს, 50 მმ დიამეტრითა და 2,5 მ სიგრძით, რომელთაც არჭობენ კონტურზე რიგრიგობით დაცილებულს ერთმანეთისაგან 2,5 მეტრით.

ლიტერატურა

1. В.И. Вяков. Типовые расчеты по электрооборудованию. М. Высшая школа, 1976