

# თენგიზ მუსელიანი



## ელექტროსამონტაჟო სამუშაოთა ტექნოლოგია

პროგრამა – ელექტრომონტაჟი



პროექტი დაფინანსებულია  
შვეიცარიის განვითარებისა  
და თანამშრომლობის სააგენტოს მიერ



პროექტი ხორციელდება  
გაეროს განვითარების  
პროგრამის მიერ

თენგიზ მუსელიანი



სახელმძღვანელო შემუშავებულია  
საქართველოს დამსაქმებელთა  
ასოციაციის ბაზაზე

---

# ელექტროსამონტაჟო სამუშაოთა ტექნოლოგია

პროფესია – ელექტრომემონტაჟე

სახელმძღვანელო შედგენილია გაეროს განვითარების პროგრამის  
(UNDP) ხელშეწყობით და შვეიცარიის განვითარებისა და თანამშრომლობის  
სააგენტოს დაფინანსებით

თბილისი 2010

ნაშრომი წარმოადგენს თეორიულ-პრაქტიკულ სახელმძღვანელოს, რომელიც შედგენილია გაეროს განვითარების პროგრამის ხელშეწყობით შემუშავებული „ელექტრომემონტაჟის“ პროფესიისათვის დამტკიცებული პროფესიული საგანმანათლებლო პროგრამის მიხედვით

სახელმძღვანელო ძირითადად განკუთვნილია სამშენებლო სპეციალობის „ელექტრომემონტაჟის“ პროფესიის სტუდენტებისათვის. იგი ასევე დიდ დახმარებას გაუწევს პროფესიული გადამზადების კურსების მსმენელებს, პედაგოგებს, სასწავლო პრაქტიკის მასწავლებლებს და საზოგადოების ფართო წრეს, რომელთაც სურთ დამოუკიდებლად შეისწავლონ ელექტრომემონტაჟის საკმაოდ რთული და საინტერესო პროფესია.

სახელმძღვანელო რეკომენდებულია „ელექტრომემონტაჟის“ პროფესიული საგანმანათლებლო პროგრამის II, III და IV საფეხურის პროფესიული სტუდენტებისთვის.  
რეცენზენტები:

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის დეკანი, სრული პროფესორი – გ. არაბიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის უფროსი, სრული პროფესორი – შ. ნაჭყებია

სახელმძღვანელო განხილული და მოწონებულია საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს მშენებლობის დარგობრივი საბჭოს წევრების მიერ

სახელმძღვანელო შედგენილია გაეროს განვითარების პროგრამის (UNDP) „პროფესიული განათლებისა და ტრენინგის სისტემის შექმნის ხელშეწყობა - III ფაზა“ პროექტის ფარგლებში

წინამდებარე გამოცემაში გამოთქმული მოსაზრებები ავტორისეულია და არ ასახავს შვეიცარიის განვითარებისა და თანამშრომლობის სააგენტოს, გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის ან გაეროს განვითარების პროგრამის თვალსაზრისს.

## შ ი ნ ა ა რ ს ი

	შესავალი.....	7
<b>თავი I.</b>	<b>შრომის უსაფრთხოება.....</b>	<b>9</b>
1.1.	შრომის უსაფრთხოების დაცვა და ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებები.....	9
1.2.	საწარმოო ტრავმატიზმი და პროფესიული დაავადება.....	10
1.3.	ტრავმებისა და პროფდაავადებების რეგისტრაცია, გამოკვლევა და აღრიცხვა.....	11
1.4.	მშრომელთა სწავლება, ინსტრუქტაჟი და სამედიცინო-პროფილაქტიკური ღონისძიებები.....	12
1.5.	სახანძრო უსაფრთხოება.....	13
1.6.	ელექტროუსაფრთხოების დაცვა და მისი ტექნიკური საშუალებები.....	14
1.7.	დენის მნიშვნელობის გავლენა დაზიანების შედეგზე.....	15
1.8.	დენგამტარ ნაწილებთან ორპოლუსა და ერთპოლუსა შეხება.....	16
1.9.	შეხების ძაბვა და ბიჯური ძაბვა.....	18
1.10.	დამცავი ჩამიწება და დამცავი დანულება.....	20
1.11.	ელექტროტექნიკური დამცავი საშუალებები.....	21
1.12.	ელექტროდანადგარების უსაფრთხო ექსპლუატაცია.....	23
1.13.	ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო დენი.....	24
1.14.	საწარმოო სანიტარია.....	26
1.15.	შრომის ჰიგიენა.....	31
1.16.	ელექტრული დენით დაშავებულთათვის პირველი სამედიცინო დახმარების აღმოჩენა.....	31
1.17.	პირველი სამედიცინო დახმარების გაწევის საკითხები.....	34
1.18.	ხელოვნური სუნთქვა.....	35
1.19.	გულის მასაჟი.....	37
<b>თავი II.</b>	<b>ელექტრული და მაგნიტური წრეების ძირითადი ცნებები და კანონები.....</b>	<b>39</b>
2.1.	ელექტრობის წარმოშობის მიზეზები.....	39
2.2.	ელექტროტექნიკის ძირითადი ცნებები.....	41
2.3.	ელექტრული ენერჯიის წყაროები.....	43
2.4.	ელექტრული ენერჯიის წარმოება.....	45
2.5.	ელექტრული წინაღობა და გამტარობა.....	52
2.6.	ელექტრული წრედი.....	54
2.7.	ომის კანონი.....	56
2.8.	მიმდევრობითი შეერთება.....	58
2.9.	პარალელური შეერთება.....	59
2.10.	შერეული შეერთება.....	61
2.11.	ელექტრული დენის ენერჯია და სიმძლავრე.....	62

2.12.	ჯოულ-ლენცის კანონი და სიმძლავრეთა ბალანსის განტოლება.....	63
2.13.	ელექტრული ველი და ტევადობა.....	63
2.14.	მაგნიტური ველი და ინდუქციურობა.....	68
2.15.	ელექტრომაგნიტური ინდუქცია და მისი კანონი.....	75
2.16.	ცვლადი დენის ძირითადი მოვლენები და კანონები.....	81
2.17.	ცვლადი დენის პარამეტრები.....	84
2.18.	ცვლადი დენის მოქმედი მნიშვნელობა.....	88
2.19.	ელექტრული წრედის პასიური ელემენტები ცვლადი დენის წრედში.....	89
2.20.	ცვლადი დენის სიმძლავრე.....	93
2.21.	სამფაზა ცვლადი დენი.....	94
<b>თავი III.</b>	<b>ელექტრონული ხელსაწყოები და მოწყობილობები.....</b>	<b>99</b>
3.1.	ელექტრონული ხელსაწყოების მნიშვნელობა თანამედროვე პირობებში.....	99
3.2.	p-n (ელექტრონულ-ხვრელური) გადასასვლელი.....	101
3.3.	სტაბილიტრონი და სტაბისტორი.....	105
3.4.	შუქდიოდი და ფოტოდიოდი.....	106
<b>თავი IV.</b>	<b>ელექტროტექნიკური მასალები.....</b>	<b>108</b>
4.1.	ელექტროტექნიკური მასალების დანიშნულება.....	108
4.2.	ელექტროსაიზოლაციო მასალები.....	108
4.3.	სპილენძის, ალუმინის და მათი შენადნობების სამონტაჟო გამტარები და კაბელები.....	111
4.4.	ელექტროტექნიკური ფოლადები, ფერიტები და სხვა მაგნიტოდიელექტრიკები.....	116
<b>თავი V.</b>	<b>ელექტრული მანქანები სამშენებლო საქმეში.....</b>	<b>120</b>
5.1.	ტრანსფორმატორების მოწყობილობა, მოქმედების პრინციპი, კლასიფიკაცია და მუშაობის რეჟიმები.....	120
5.2.	სამფაზა ასინქრონული ძრავების კონსტრუქცია, მოქმედების პრინციპი და სახეობები.....	123
5.3.	ერთფაზა ასინქრონული ძრავები და მათი მახასიათებლები.....	128
5.4.	მუდმივი დენის გენერატორები და ძრავები.....	130
5.5.	ელექტროსამონტაჟო მექანიზმები, ინსტრუმენტები, სამარჯვები.....	135
<b>თავი VI.</b>	<b>ელექტროსამონტაჟო სამუშაოებში გამოყენებული საზომი ხელსაწყოები, ინსტრუმენტები, მძანოზმები და მოწყობილობები.....</b>	<b>140</b>
6.1.	ელექტროსაზომი ხელსაწყოები.....	140
6.2.	ელექტრომონტაჟის დროს გამოყენებადი საკონტროლო-საზომი ხელსაწყოები.....	145
6.3.	მანძილის, გაბარიტული ზომების, კუთხისა და ღრეხოს სიდიდის საზომი ინსტრუმენტები.....	149

6.4.	ელექტროსამონტაჟო კედლებზე, იატაკსა და ჭერზე მოსანიშნი მოწყობილობები .....	157
6.5.	მონტაჟის დროს გამოყენებული ინსტრუმენტები და სამარჯვები.....	160
6.6.	კაბელებისა და გამტარების ძარღვების დაბოლოებებისა და შეერთებისათვის გამოყენებული ინსტრუმენტები და სამარჯვები.....	163
6.7.	სიმაღლეზე ასაწევი და სამუშაო მოწყობილობები .....	164
<b>თავი VII. ბანათების გაყვანილობაში გამოყენებული სანათები, ამომრთველები, როზეტები, მანაწილებელი კოლოფები და სხვა მოწყობილობები.....</b>		
7.1.	ელექტრული მოწყობილობების პირობითი აღნიშვნები ელექტრულ და არქიტექტურულ სქემებზე.....	166
7.2.	ელექტრული სანათების, ამომრთველების, როზეტების, მანაწილებელი კოლოფებისა და სხვა მოწყობილობების კონსტრუქცია .....	169
7.3.	ენერგოდამზოვი ნათურები .....	174
7.4.	როზეტები, ამომრთველები, გადამრთველები, შექრეგულატორები და გადამწოდები .....	177
7.5.	გამანაწილებელი კოლოფები და ფარები.....	182
7.6.	ელექტროსამონტაჟო მიღები და საკაბელო არხები.....	183
7.7.	გამტარების სამონტაჟო სამარჯვები .....	185
<b>თავი VIII. ელექტროსამონტაჟო სამუშაოების ტექნოლოგია.....</b>		
8.1.	შენობებისა და ნაგებობების ელექტრომომარაგება .....	189
8.2.	ელექტროგაყვანილობის მონტაჟი.....	191
8.3.	ავტომატური ამომრთველები და დნობადი მცველები.....	194
8.4.	დამცავი გამორთვის მოწყობილობა.....	196
8.5.	გამტარებისა და კაბელების შერჩევა დატვირთვის მიხედვით.....	200
8.6.	ელექტროგაყვანილობის სტრუქტურა და მონტაჟი .....	202
8.7.	ელექტროგაყვანილობის დაგეგმვა და მონიშვნა.....	203
8.8.	ღია ელექტროგაყვანილობის მონტაჟი.....	207
8.9.	დახურული ელექტროგაყვანილობის მონტაჟი .....	215
8.10.	ღრმულებისა და ღარების გაკეთება ბეტონისა და აგურის ზედაპირზე.....	216
8.11.	ელექტროგაყვანილობა თაბაშირმუყაოს კედლებსა და ტიხარებში .....	218
8.12.	ელექტროგაყვანილობა საკაბელო არხებში.....	219
8.13.	ელექტროგაყვანილობა მიღებში.....	222
8.14.	როზეტების და ამომრთველების მონტაჟი.....	225
8.15.	სანათები და მათი მონტაჟის ტექნოლოგია.....	233
8.16.	ჭაღებისა და პლაფონების მონტაჟი.....	241
<b>თავი IX. უსაფრთხოებისა და სიბნაღიზაციის სისტემების მონტაჟი .....</b>		
9.1.	ვიდეოდომოფონების მონტაჟი.....	247
9.2.	ზარის სიბნაღიზაციის დაყენება .....	248

9.3.	ვიდეომეთვალყურის სისტემები და მათი მონტაჟი.....	249
9.4.	სიგნალიზაციის სისტემები.....	253
9.5.	სახანძრო სიგნალიზაცია.....	256
9.6.	სახანძრო სიგნალიზაციის მონტაჟი.....	258
9.7.	GSM სისტემით დაცვა.....	261
<b>თავი X.</b>	<b>შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობები (შგმ) და მათი მონტაჟი.....</b>	<b>264</b>
10.1.	შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობების მონტაჟისადმი წაყენებული მოთხოვნები.....	264
10.2.	ელექტროფარის ელექტრომონტაჟისადმი წაყენებული მოთხოვნები.....	265
10.3.	სასართულე გამანაწილებელი ფარები და მათი მონტაჟი.....	269
10.4.	იზოლაციის წინაღობის გაზომვა.....	272
<b>თავი XI.</b>	<b>ელექტრული საკეტები, მრიცხველები, პროექტორები.....</b>	<b>275</b>
11.1.	ელექტრული საკეტები, მათი სახეები და მონტაჟი.....	275
11.2.	ელექტროენერჯის მრიცხველები და მათი კლასიფიკაცია.....	279
11.3.	ელექტრული მრიცხველების პირდაპირი ჩართვის სქემები.....	281
11.4.	მრიცხველების დადგმა და მონტაჟი.....	284
11.5.	პროექტორები.....	286
11.6.	პროექტორების სახეები სინათლის წყაროს ტიპის მიხედვით.....	287
11.7.	პროექტორების მონტაჟი და რეგულირება.....	290
<b>თავი XII.</b>	<b>ჩამიწების ქსელებისა და მესხარიღების მონტაჟი და წინაღობის გაზომვა.....</b>	<b>293</b>
12.1.	ჩამიწება.....	293
12.2.	ჩამიწების სისტემის ტიპები.....	296
12.3.	ჩამამიწებლის მონტაჟი.....	298
12.4.	დანულება.....	300
12.5.	მესხარიღები.....	302
12.6.	დენსარინი.....	305
12.7.	ჩამამიწებელი.....	306
12.8.	ჩამიწების წინაღობის საზომი ხელსაწყოები და წინაღობის გაზომვა.....	307
<b>თავი XIII.</b>	<b>ელექტრული თბილი იატაკი და მისი მონტაჟი.....</b>	<b>310</b>
13.1.	თბილი იატაკის სისტემები.....	310
13.2.	თბილი იატაკის სიმძლავრის გაანგარიშება.....	312
13.3.	თბილი იატაკის მონტაჟის ტექნოლოგია.....	313
	ლიტერატურა.....	321
	<b>დანართი 1. აღნიშვნები ელექტრულ სქემებზე DIN 40 900/IEC 617 ნორმებით.....</b>	<b>322</b>

## შესავალი

საზოგადოების განვითარების თანამედროვე ეტაპი მოზარდ თაობას, როგორც სამუშაო ძალის მთავარ მწარმოებელს, სწავლებისა და აღზრდის სრულიად ახალ პრინციპებს სთავაზობს. ამასთან დაკავშირებით განსაკუთრებულ აქტუალობასა და პრაქტიკულ მნიშვნელობას იძენს ახალგაზრდა სპეციალისტის პროფესიული მომზადების ხარისხის ამაღლება.

თანამედროვე სპეციალისტი უნდა ფლობდეს ზოგადსაგანმანათლებლო, ზოგადტექნიკურ და ზოგადსაწარმოო ცოდნისა და უნარების ერთობლიობას, რაც საშუალებას აძლევს მას აიმაღლოს კვალიფიკაცია და სრულყოს პროფესიული ოსტატობა.

ელექტროენერგია ენერჯის ყველაზე უფრო გავრცელებული სახეა, რომელსაც ჩვენს დროში გამოიყენებს კაცობრიობა. იგი ფართოდ გამოიყენება მრეწველობაში, სოფლის მეურნეობაში, ტრანსპორტზე, ყოფა-ცხოვრებაში. მისი გამოყენების გარეშე შეუძლებელი იქნებოდა კავშირგაბმულობის თანამედროვე სისტემების მუშაობა, ჩვენ არ გვექნებოდა კინო და ტელევიზია. გარდა ამისა, იგი მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ჩვენი ქალაქებისა და სოფლების კეთილმოწყობის საქმეში.

ელექტროტექნიკა მეცნიერებისა და ტექნიკის განსაკუთრებით ფართო სფეროა. მას მიეკუთვნება ელექტრომანქანათმშენებლობა, ელექტროავტომატიკა და კავშირგაბმულობის სხვადასხვა სახე, ელექტროხელსაწყოთმშენებლობა, ელექტრომეტალურგია, ელექტროშედულება, სინათლის ტექნიკა, მაღალი ძაბვის ტექნიკა, მაგნეტოდინამიკა, ელექტრობის თეორია და მრავალი სხვა. ელექტროტექნიკა სწავლობს ელექტროენერჯის წარმოების, გადაცემის, განაწილებისა და პრაქტიკული გამოყენების საკითხებს.

მშენებლობის საერთო კომპლექსში განსაკუთრებულ ადგილს იკავებენ ელექტროსამონტაჟო სამუშაოები. როგორც წესი, ისინი მშენებლობის დამამთავრებელი ეტაპის თანმხლები პროცესებია ობიექტის ექსპლუატაციაში შესვლის დროს. ელექტროსამონტაჟო სამუშაოების სრულყოფა მოითხოვს ახალი ტექნიკის, მოწინავე სამონტაჟო ტექნოლოგიების, შრომის მაღალი ორგანიზაციისა და საერთო ეკონომიური ეფექტიანობის უწყვეტ ამაღლებას.

ელექტრომემონტაჟის პროფესია არა მხოლოდ საინტერესო, არამედ საკმაოდ რთულია. იმისათვის რომ გახდე მაღალკვალიფიციური ელექტრომემონტაჟე, უნდა ფლობდე თეორიულ და პრაქტიკულ ცოდნას. უნდა იცოდე ელექტროტექნიკის ძირითადი კანონები – დაკავშირებული ელექტროენერჯის გადაცემასა და განაწილებასთან. პროფესიონალმა ელექტრომემონტაჟემ არ უნდა დაუშვას შეცდომა. მით უმეტეს, თუ იგი წარმატებული კარიერისაკენაა მიდრეკილი.

ელექტრომემონტაჟეები ქმნიან შუალედურ დანადგარებსა და მოწყობილობებს, რომლებზეც დამოკიდებულია დენის გზა ელექტროსადგურის გენერატორიდან ელექტროენერჯის მომხმარებლამდე. ისინი ამონტაჟებენ ელექტროგაყვანილობასა და განათებას საცხოვრებელ სახლებში; ელექტროძრავებს, ტრანსფორმატორებსა თუ სხვა მოწყობილობებს საწარმოო საამქროებში; გაჰყავთ საჰაერო და საკაბელო ხაზები.



ელექტრომოწყობილობის მონტაჟი დაკავშირებულია ელექტრული სქემების სწორი „წაკითხვის“, სხვადასხვა სახის შეერთებების ზუსტი გარჩევის, დაზიანებების აღმოჩენისა და აღმოფხვრის ცოდნასთან. ელექტრომემონტაჟეს უნდა გააჩნდეს პასუხისმგებლობის გრძნობა, რათა საფრთხეში არ ჩააგდოს თავისი თავი და არც გარშემო მყოფნი. ის უნდა იყოს ფრთხილი და წინდახედული.

სახელმძღვანელოში თანმიმდევრობითაა ასახული შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების საკითხები, ელექტროტექნიკის ძირითადი ცნებები და კანონები, ცნობები გამოყენებული მასალის, თანამედროვე ტექნიკური საშუალებების, ელექტროსამონტაჟო ტექნიკისა და ტექნოლოგიების შესახებ, რამაც უნდა უზრუნველყოს სტუდენტთა წარმოდგენის ფორმირება არჩეული პროფესიის შესახებ.

წარმოდგენილი მასალის შინაარსი და მოცულობა შეესაბამება გაეროს განვითარების პროგრამით შემუშავებულ სამშენებლო სპეციალობის „ელექტრომემონტაჟის“ პროფესიის სახელობო საგანმანათლებლო პროგრამას.

## თავი I. შრომის უსაფრთხოება

ამ თავში თქვენ გაეცნობით შრომის უსაფრთხოების დაცვისა და ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებების საკითხებს; საწარმოო ტრავმატიზმსა და პროფესიულ დაავადებებს, მათ რეგისტრაციას, გამოკვლევასა და აღრიცხვას; სახანძრო და ელექტროუსაფრთხოების დაცვის საკითხებსა და მათ ტექნიკურ საშუალებებს; დენის სიდიდის გავლენას ადამიანის დაზიანების შედეგზე; ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო დენის სიდიდეს; ელექტროდანადგარების უსაფრთხო ექსპლუატაციას, დამცავ ჩამიწებასა და დანულებას; საწარმოო სანიტარიის, შრომის ჰიგიენისა და ელექტრული დენით დაშავებულთათვის პირველი სამედიცინო დახმარების გაწევის, ხელოვნური სუნთქვისა და გულის მასაჟის ჩატარების საკითხებს.

### 1.1. შრომის უსაფრთხოების დაცვა და ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებები

ელექტროსამონტაჟო სამუშაოების შესრულებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს შრომის უსაფრთხოების დაცვას.

ელექტროსამონტაჟო სამუშაოების შესრულებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს შრომის უსაფრთხოების დაცვას. მშენებლობაზე ტრავმატიზმის მაღალ დონეს ხელს უწყობს სამშენებლო დარგის თავისებურებები. ესენია: სამშენებლო მოედნების დიდი მრავალფეროვნება და ფუნქციონირების შედარებით ხანმოკლე პერიოდი; მუშახელის დიდი დენადობა და სეზონურობა; ამინდისაგან დაუცველობა; მრავალ სამუშაოთა და სპეციალობათა არსებობა; რთული მანქანა-მექანიზმისა და მოწყობილობების გამოყენება და სხვა.

**შრომის უსაფრთხოება** არის საკანონმდებლო აქტებით განმტკიცებული სოციალურ-ეკონომიკური, ტექნიკურ-ჰიგიენური და ორგანიზაციული ღონისძიებების სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფს ადამიანის ჯანმრთელობის დაცვას და მუშაობის ნორმალურ პირობებს. შრომის უსაფრთხოება თავისი არსით არის სოციალურ-ტექნიკური დისციპლინა და შედგება ოთხი ძირითადი ნაწილისაგან. ესენია: შრომის საკანონმდებლო და ორგანიზაციული საკითხები; საწარმოო სანიტარია; უსაფრთხოების ტექნიკა და სახანძრო უსაფრთხოება.

**სახანძრო უსაფრთხოება** გულისხმობს ისეთი პირობების შექმნას, როდესაც ხანძრის გაჩენის შესაძლებლობა გამოირიცხება, მაგრამ თუ საწარმოში ხანძარი მაინც მოხდა, ადამიანებისა და სხვა მატერიალურ ფასეულობის დაცვა უზრუნველყოფილი იქნება.

#### საკონტროლო კითხვები:

1. რას უზრუნველყოფს შრომის უსაფრთხოება?
2. რამდენი ნაწილისაგან შედგება შრომის უსაფრთხოება?
3. რას გულისხმობს სახანძრო უსაფრთხოება?

## 1.2. საწარმოო ტრავმატიზმი და პროფესიული დაავადება

გარემო პირობების ზემოქმედების შედეგად ადამიანის ორგანიზმის უეცარ დაზიანებას ტრავმა ეწოდება. ტრავმა შეიძლება იყოს:

მექანიკური: ღია ჭრილობა, ტვინის შერყევა, მოტეხილობა, ღრძობა, კიდურების ტრავმული ამპუტაცია;

თერმული: დაწვა ან მოყინვა;

ქიმიური: ქიმიური დაწვა და მოწამვლა;

ფსიქიკური: შიში, ნერვული შერყევა;

ელექტროდენით გამოწვეული ცნობიერების დაკარგვა, სუნთქვისა და გულ-სისხლძარღვთა სისტემის მოქმედების დარღვევა.

სხივური: სხივური დამწვრობა.

უცხო სხეულებით გამოწვეული: ყელში, საყლაპავ მილში და სასუნთქ გზებში უცხო საგნების მოხვედრა.

ორი ან რამდენიმე ფაქტორის ერთობლივი მოქმედება იწვევს შერეულ ტრავმას.

საწარმოო ტრავმა ეწოდება უბედურ შემთხვევას, მომხდარს წარმოებაში სამსახურებრივი მოვალეობის შესრულების დროს. ასევე საწარმოო ტრავმას განეკუთვნება, საწარმოს კუთვნილი ტრანსპორტით სამუშაოზე წასვლის ან დაბრუნებისას მომხდარი უბედური შემთხვევა, ზეგანაკვეთური სამუშაოსა და მოქალაქეობრივი მოვალეობის შესრულებისას მიღებული ტრავმა. საწარმოო ტრავმა შეიძლება იყოს: მსუბუქი, საშუალო სიმძიმის, მძიმე და სასიკვდილო. მსუბუქი ტრავმის დროს შრომისუნარიანობის დაკარგვა არ ხდება. მსუბუქი ტრავმაა გაკაწვრა, დაბეჭდილობა, შეუმჩნეველი დაშავება.

საშუალო სიმძიმის ტრავმა ხასიათდება შრომისუნარიანობის დროებითი დაკარგვით (ერთი ან მეტი დღით).

**დამახსოვრეთ!** მძიმე ტრავმის დროს მომუშავე გადაჰყავთ ინვალიდობის ჯგუფზე ამ დროს შრომისუნარიანობა ნაწილობრივ ან მთლიანად იკარგება. სასიკვდილო ტრავმის დროს ადამიანი იღუპება.

საყოფაცხოვრებო ტრავმებს ადამიანი ღებულობს სამუშაოების შინ შესრულებისას, საწარმოს კუთვნილი იარაღების უნებართვო გამოყენებისას, მატერიალურ ფასეულობათა დატაცების დროს და ა.შ.

საწარმოო გარემოს მავნე ფაქტორების ხანგრძლივი ზემოქმედების შედეგად ადამიანის ორგანიზმის დაზიანებას პროფესიული დაავადება ეწოდება. ზოგიერთ წარმოებაში ჯერ კიდევ არსებობს ისეთი პროფესიული დაავადებები, როგორცაა: ვიბროდაავადება, პნევმოკონიოზი, დერმატიტის, ბურსიტის და სხვა.

### საკონტროლო კითხვები:

1. რას ეწოდება საწარმოო ტრავმა?
2. რას ეწოდება პროფესიული დაავადება?
3. ჩამოთვალეთ მექანიკური ტრავმების სახეები.

4. ჩამოთვალეთ მსუბუქი ტრამის სახეები.
5. რით ხასიათდება საშუალო სიმძიმის ტრამა?

### 1.3. ტრამებისა და პროფდააგადებების რეგისტრაცია, გამოკვლევა და აღრიცხვა

წარმოებაში მომხდარი ყველა უბედური შემთხვევა გამოიკვლევა, აღრიცხება და დგება სპეციალური აქტი. ასე ფორმდება წარმოებაში მომხდარი ყველა უბედური შემთხვევა, რომელმაც გამოიწვია მუშაკის შრომისუნარიანობის დაკარგვა არანაკლები 1 დღით. ან უბედური შემთხვევა, რომელმაც გამოიწვია მისი გადაყვანა ძირითადი სამუშაოდან სხვა სამუშაოზე. თუ უბედური შემთხვევა წარმოებასთან არ არის დაკავშირებული, აღრიცხება ტრავმატიზმის საანგარიშო ფურცელში ცალკე. უბედური შემთხვევების დროულად და სწორად გამოვლენა, აღრიცხვა, აქტის შევსება და სხვა ღონისძიებების შესრულება ევალება საწარმოს ხელმძღვანელს, ქვეანყოფილებებისა და უბნების ხელმძღვანელებს. კონტროლს წარმოებებზე ახორციელებენ სახელმწიფო ზედამხედველობის შესაბამისი ორგანოები.

**დაიმახსოვრეთ!** უბედური შემთხვევისას, დაზარალებული ან შემსწრე პირი დაუყოვნებლივ ატყობინებს სამუშაოს უშუალო ხელმძღვანელს, რომელიც ვალდებულია სასწრაფოდ აღმოუჩინოს დაზარალებულს პირველი დახმარება და აცნობოს ხელმძღვანელს (დირექტორს, საამქროს უფროსს) მომხდარის შესახებ.

ადმინისტრაცია ადგენს უბედური შემთხვევის გამომკვლევ კომისიას, რომელშიც შედის საამქროს უფროსი, უსაფრთხოების ტექნიკის ინჟინერი და შრომის უსაფრთხოების საზოგადოებრივი ინსპექტორი. კომისია 24 საათში გამოიკვლევს უბედურ შემთხვევას და შეავსებს აქტს 4 ეგზემპლარად. დაზარალებულის სამედიცინო დაწესებულებებიდან მიღებული ინფორმაციით ივსება აქტის ბოლო გრაფა და აქტი ეგზავნება პასუხისმგებელ ორგანოებს (პროფკომს, შრომის ტექნიკურ ინსპექტორს, საამქროს უფროსს და უსაფრთხოების ტექნიკის ინჟინერს).

თუ უბედური შემთხვევა მოუხდა მივლინებაში ყოფნისას, იგი განიხილება და შეისწავლება იქ, სადაც მოხდა და აღრიცხება საკუთარ საწარმოში. თუ სტუდენტებისა და მოსწავლეების მიერ პრაქტიკის დროს მიღებული იქნა ტრავმა და ამ პრაქტიკას ხელმძღვანელობდა თავად საწარმოს ხელმძღვანელი, მაშინ იგი განიხილება და აღრიცხება საწარმოში. მაგრამ თუ ხელმძღვანელი სასწავლებლიდან ჰყავდათ, აღრიცხება სასწავლებლის მიერ.

ტრამის სიმძიმის მიუხედავად სპეციალურ გამოკვლევას ექვემდებარება ჯგუფური უბედური შემთხვევები, უბედური შემთხვევები მძიმე შედეგებითა და სასიკვდილო დასასრულით.

#### საკონტროლო კითხვები:

1. როგორ ფორმდება წარმოებაში მომხდარი ყველა უბედური შემთხვევა?
2. ვინ შედის უბედური შემთხვევის გამომკვლევ კომისიაში?
3. ვის ეგზავნება აქტის ბოლო გრაფა?

4. ვის ატყობინებს დაუყონებლივ უბედური შემთხვევის შემსწრე პირი?

#### 1.4. მშრომელთა სწავლება, ინსტრუქტაჟი და სამედიცინო-პროფილაქტიკური ღონისძიებები

მთელმა საწარმოო პერსონალმა პერიოდულად უნდა გაიაროს სპეციალური სწავლება და ინსტრუქტაჟი. რომლის ორგანიზებაც მთავარ ინჟინერს ევალება.

**აკრძალულია! შესავალი ინსტრუქტაჟის გაუვლელად სამუშაოზე დაშვება.**

შესავალი ინსტრუქტაჟის შემდეგ ტარდება პირველადი ინსტრუქტაჟი უშუალოდ სამუშაო ადგილზე, რომელსაც ატარებს უბნის უფროსი, ან ოსტატი. პირველადი ინსტრუქტაჟი გულისხმობს სამუშაო ადგილის გულდასმით შესწავლას, საშიშროებისა და კონკრეტული უსაფრთხოების წესების გაცნობას.

განმეორებითი ინსტრუქტაჟი ტარდება კვარტალში, 6 თვეში ან წელიწადში ერთხელ.

გეგმის გარეშე ინსტრუქტაჟი ტარდება შემდეგ შემთხვევებში: როდესაც ინერგება ან იცვლება ტექნოლოგიური პროცესი, მოხდა უბედური შემთხვევა ან პერსონალმა დაარღვია უსაფრთხოების ნორმები, რასაც შეიძლება უბედური შემთხვევა მოჰყოლოდა.

უსაფრთხოების ტექნიკის პროპაგანდაში იგულისხმება სპეციალური კაბინეტების, კუთხეების მოწყობა, ლექციები, საუბრები, პერიოდული პრესისა და ადგილობრივი რადიოქსელის გამოყენება. გამაფრთხილებელ საშუალებად ითვლება პლაკატები, თვალსაჩინოება, რომელიც კაშკაშა ფერებით სრულდება, რომ თვალმა ადვილად შეამჩნიოს.

სამუშაოზე მიღებისას აუცილებელია სამედიცინო შემოწმება, ხოლო შემდგომ პერიოდული პროფგასინჯგები. პროფდაავადებათა პირველი ნიშნების გამოვლენისას მომუშავე პერსონალს დროულად უნდა აეკრძალოთ მუშაობა საერთოდ ან გადაყვანილ იქნან სხვა სამუშაოებზე.

ზოგიერთ წარმოებაში, ძირითადად ძირითადად შესვენებისას შრომის ნაყოფიერების ასამაღლებლად ტარდება საწარმოო ფიზკულტურა. ჰიგიენური პროცედურები – წყლის შხაპი, აბაზანა და სხვა ხელს უწყობს ორგანიზმის ნორმალური მოქმედებას. შეიძლება გამოყენებული იქნეს ცივი, თბილი და ცხელი შხაპები (15–30 წუთი), მთლიანი და ადგილობრივი (კიდურების) აბაზანები.

#### საკონტროლო კითხვები:

1. სად ტარდება პირველადი ინსტრუქტაჟი?
2. როდის ტარდება გეგმის გარეშე ინსტრუქტაჟი?
3. რა ითვლება გამაფრთხილებელ საშუალებად?
4. რას გულისხმობს პირველადი ინსტრუქტაჟი?

## 1.5. სახანძრო უსაფრთხოება

ხანძარი დიდ ზარალს აყენებს სახალხო მეურნეობას, ხშირად იწვევს ადამიანთა მძიმე ტრამვებსა და სიკვდილს.

**დაიმახსოვრეთ!** მატერიალურ ფასეულობათა ხანძრისაგან დაცვა ყველა მოქალაქის მოვალეობაა.

ხანძარსაშიში ფაქტორებია: ღია ცეცხლი, ნაპერწკალი, ჰაერისა და საგნების მაღალი ტემპერატურა, წვის ტოქსიკური პროდუქტები, კვამლი, ნაგებობების დაზიანება ან ნგრევა, აფეთქება. ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებები ჩამოყალიბებულია სამშენებლო ნორმებსა და წესებში.

სახანძრო უსაფრთხოების საფუძველია სახანძრო პროფილაქტიკა, რომელიც წარმოადგენს ტექნიკური და ორგანიზაციული ღონისძიებების კომპლექსს, მიმართულს ხანძრის შესაძლო გაჩენისა და გავრცელების აღსაკვეთად, ადამიანთა უსაფრთხო ევაკუაციისა და ხანძრის წარმატებით ჩასაქრობად.

მშენებლობებზე ხანძრების გაჩენის ყველაზე უფრო ხშირი მიზეზებია: მოწვევის, ბიტუმის გაცხელების, ასანთისა და ჩირაღდების გამოყენების დროს ცეცხლთან გაუფრთხილებელი დამოკიდებულება; ხანძარსაწინააღმდეგო წესების დარღვევა ელექტროაირმედულებითი სამუშაოების შესრულებისას; ელექტრული ქსელებისა და მოწყობილობების გაუმართაობა; სხვადასხვა ხანძარ- და აფეთქებად საშიშ სინთეტიკურ წებოებთან მუშაობისას ინსტრუქციის დარღვევა.

ხანძრები შეიძლება გაჩნდეს ღია ცეცხლის ზემოქმედებით სხვადასხვა მასალებსა და კონსტრუქციებზე, ან მათი თვითწვისა და თვითაალების შედეგად.

თვითწვა არის მყარი ნივთიერების აალება, რომელიც გამოწვეულია ნივთიერების შიგნით მიმდინარე, ქიმიური, მიკრობიოლოგიური ან მექანიკური პროცესით გამოყოფილი სითბოს დაგროვების შედეგად. ასეთი ნივთიერებებია, ტორფი, ნახერხი, ბამბა და სხვა ფოროვანი მასალები, რომლებსაც ჰაერთან შეხების დიდი ფართი აქვთ. ნივთიერება თვითწვადია, თუ მისი თვითაალების ტემპერატურა 50°C-ზე ნაკლებია. თვითწვადი მასალები ქმნიან ხანძრის წარმოშობის დიდ საფრთხეს.

თვითაალება არის წვადი ნივთიერების ორთქლის ან აირების ნელი და მდგრადი წვა, რომელიც გამოწვეულია ღია ცეცხლის ალით ან გაავრვარებული საგნის შეხებით. გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა საკმარისია წვადი მასალის შემდეგი ნაწილის გასახურებლად და აალების გასავრცელებლად, მანამ ნივთიერება მთლად არ დაიწვება. თვითაალების ტემპერატურა ეწოდება მინიმალურ ტემპერატურას, რომელიც საჭიროა ნივთიერების თვითაალებისათვის.

ხანძრის თავიდან აცილების მიზნით, საჭიროა დაცული იქნეს ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებები: ადვილად აალებადი მასალებისა და თხევადი საწვავის საწვობები უნდა განლაგდნენ აალებისაგან დაცულ, არაწვადი მასალებისაგან აგებულ კონსტრუქციაში. სითხეები, რომელთა აფეთქების ტემპერატურა 28°C-ზე ნაკლებია შენახული უნდა იქნენ ჰერმეტიკულად დახურულ ჭურჭელში სარდაფებსა და ნახევრადსარდაფებში.

**დაიმახსოვრეთ!** მშენებლობის ტერიტორიაზე მოწვევა შეიძლება მხოლოდ სპეციალურად გამოყოფილ ადგილებში, რომელთაც გააჩნიათ ხანძარსაქრობი საშუალებები.

მშენებარე შენობები და დროებითი ნაგებობები ხანძარსაწინააღმდეგო ნორმების შესაბამისად უზრუნველყოფილი უნდა იქნენ ხანძარსაქრობი პირველადი საშუალებებით (ქაფიანი ცეცხლ-მაქრებით, ქვიშით სავსე ყუთებით, წყლით სავსე კასრებით, სახანძრო ფარებით). თითოეული სამშენებლო ობიექტი საჭირო შემთხვევაში უზრუნველყოფილი უნდა იყოს სახანძრო-სამაშველო სამსახურთან სატელეფონო კავშირით, ვიზუალურად ადვილადმისაწვდომი საკონტაქტო ნომრითა და ხმოვანი სიგნალებით საგანგაშო შემთხვევაში.

ხანძრის გაჩენის შემთხვევაში აუცილებელია პირველადი ღონისძიებებისა და სტაციონარული საშუალებების გამოყენება მის ჩასაქრობად.

**დაიმახსოვრეთ!** ხანძრის დროს არ შეიძლება მინების ჩამტვრევა, რადგან ამ დროს ჰაერის ახალი ნაკადი ხელს უწყობს ალის გავრცელებას.

თუ ხანძრის კერის ლიკვიდაცია ვერ ხერხდება და ხანძარი თანდათან ვითარდება, მაშინ დაუყოვნებლივ გამოძახებული უნდა იქნეს სახანძრო რაზმი და გაიცეს განგაშის სიგნალი. მეხანძრეთა მოსვლამდე უნდა გაგრძელდეს ხანძრის ქრობა და მიღებული უნდა იქნეს ღონისძიებები ხალხის ევაკუაციისა და გადასარჩენად.

#### **საკონტროლო კითხვები:**

1. ჩამოთვალეთ ხანძარსაშიში ფაქტორები.
2. ჩამოთვალეთ მშენებლობებზე ხანძრების გაჩენის ყველაზე უფრო ხშირი მიზეზები.
3. რა არის თვითწვა და თვითაალება?
4. რას წარმოადგენს სახანძრო პროფილაქტიკა?
5. რით უნდა იყოს უზრუნველყოფილი თითოეული სამშენებლო ობიექტი?

### **1.6. ელექტროუსაფრთხოების დაცვა და მისი ტექნიკური საშუალებები**

ელექტროტრავმები სტატიკის თანახმად, ტრავმების საერთო რაოდენობის მხოლოდ 2%-ს შეადგენს, მაგრამ მათი შედეგი ხშირად სიკვდილია.

**დაიმახსოვრეთ!** ელექტროუსაფრთხოების საკითხებს განსაკუთრებული როლი ენიჭება შრომის უსაფრთხოებაში.

ელდენის მოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე იწვევს ელექტრულ ტრავმებს და დარტყმებს. ელექტროტრავმებია: სიდამწვრე, კანის მოლითონება, ელექტრული ნიშნები კანზე და მექანიკური დაზიანება. სიდამწვრე ერთერთი ყველაზე გავრცელებული ელექტროტრავმაა. პირველი ხარისხის სიდამწვრე ხასიათდება კანის შეწითლებით, მეორე – ბუშტუკების წარმოქმნით, მესამე და მეოთხე ქსოვილების დანახშირებითა და მათი სიცოცხლისუნარიანობის დაკარგვით. კანის მოლითონება წარმოადგენს კანის სიღრმეში ელექტრული რკალის თბური ზემოქმედე-

ბით, გამდნარი ლითონის უმცირესი ნაწილაკების შეჭრას. დროთა განმავლობაში დაავადებული კანი ძვრება და დაზიანებული უბანი იღებს ნორმალურ სახეს. ელექტრული ნიშნები წარმოადგენენ ადამიანის კანის ზედაპირზე დენის გავლით წარმოქმნილ მონაცრისფრო-მოყვითალო ფერის ლაქებს. ტრავმის ეს სახეობა უმტკივნეულოა და ადვილად განიკურნება. მექანიკური დაზიანება დენის ზემოქმედებით კუნთების ძალაუნებური, კრუნჩხვითი შეკუმშვის შედეგია, რის გამოც შეიძლება ადგილი ჰქონდეს კანისა და სისხლძარღვის გაგლეჯას, სახსრების ამოვარდნას და ძვლების მოტეხილობასაც კი.

ელექტრული დარტყმის ძირითადი გამომწვევი მიზეზია დენის ბიოლოგიური მოქმედება, რომელიც არღვევს ორგანიზმის სასიცოცხლო ფუნქციებისათვის მნიშვნელოვან ბიოელექტრულ პროცესებს, რაც მთავრდება მძიმე შედეგებით: გულის მუშაობის შეწყვეტით, სუნთქვის მოშლით ან ნერვული შოკით.

ადამიანის ორგანიზმზე დენის მოქმედების საშიშროება დამოკიდებულია ისეთ ფაქტორებზე, როგორცაა: დენის ძალა; დენის მოქმედების ხანგრძლივობა; ორგანიზმში დენის გავლის გზა, დენის სახე და სიხშირე; ადამიანის სხეულის ელექტრული წინააღმდეგობა და ქსელის ძაბვა. ეს ბოლო ორი ფაქტორი თვითონ განაპირობებს ადამიანის სხეულში გავლილი დენის ძალის სიდიდეს.

#### **საკონტროლო კითხვები:**

1. ჩამოთვალეთ ელექტროტრამვის სახეები.
2. რა არის ელექტრული დარტყმის ძირითადი გამომწვევი მიზეზი?
3. რა ფაქტორებზეა დამოკიდებული დენის მოქმედების საშიშროება?
4. რა ფაქტორები განაპირობებს ადამიანის სხეულში გავლილი დენის ძალის სიდიდეს?

### **1.7. დენის მნიშვნელობის გავლენა დაზიანების შედეგზე**

ადამიანის ელექტრული წინაღობა ფართო საზღვრებში ცვალებადობს, კერძოდ, 3000-დან 100 000 ოჰმამდე. მას გააჩნია აქტიური და ტევადური მდგენელები. ჩვეულებრივ სამრეწველო სიხშირის ცვლადი დენის დროს ითვალისწინებენ მხოლოდ აქტიურ წინაღობას (ტევადური უმნიშვნელოა), იგი მიღებულია 1000 ოჰმის ტოლად ადამიანის ძირითად დამაზიანებელ ფაქტორს წარმოადგენს მის სხეულში გამავალი დენის სიდიდე, მისი გავლის ხანგრძლივობა, სიხშირე და სხვა ფაქტორები, რომლებიც იწვევენ სპეციფიკურ პროცესებს, რაც დამღუპველია ჯანმრთელობისათვის.

ადამიანის სხეულზე მოდებულ ძაბვასა და გამავალ დენს შორის შემდეგი დამოკიდებულებაა: ძაბვის გაზრდა იწვევს დენის გაზრდას. ეს აიხსნება ადამიანის ელექტრული წინააღმდეგობის არაწრფივი ხასიათით და ბიოფიზიკური პროცესების თავისებურებით. ელექტროტრავმატიზმის დიდი ნაწილი მოდის 220 და 380 ვოლტ ძაბვებზე, რადგანაც ისინი უფრო გავრცელებულია. განსაკუთრებით სახიფათო პირობებში გამოიყენება 36 და 12 ვოლტი ძაბვები. ასეთ შემთხვევებში დენით დაშავების ალბათობა ძალიან მცირეა.



**დაიმახსოვრეთ!** რაც უფრო დიდხანს მოქმედებს დენი, მით მეტი საფრთხეა მისგან მოსალოდნელი.

განასხვავებენ ორგანიზმზე დენის ზემოქმედების ოთხ ხარისხს: შეგრძნებადობის, უსაფრთხო, „დამჭერი“ და ფიბრილაციური.

**ზღვრული შეგრძნებადობის დენის** მნიშვნელობა სხვადასხვა ადამიანისათვის სხვადასხვაა და იგი 50 ჰც სიხშირის ცვლადი დენის შემთხვევაში იცვლება (0.63–1.59) მა ფარგლებში. მუდმივი დენის შემთხვევაში ადამიანი შეიგრძნობს 6 მა სიდიდის დენს. შეგრძნებადობის დენი იწვევს სუსტ ქავილს და ოდნავ ჩხვლეტას ცვლადი დენის შემთხვევაში და კანის გახურებას მუდმივი დენის შემთხვევაში. ის არ არის სიცოცხლისათვის სახიფათო, მაგრამ, ხანგრძლივი ზემოქმედებისას საგრძნობი დენი უარყოფითად მოქმედებს ადამიანის ჯანმრთელობაზე, იწვევს დაურწმუნებლობას და შეცდომებს მოქმედებაში, რაც გარკვეულ საფრთხეს უქმნის მას და მის გარშემო მყოფ დენგამტარ ნაწილებთან მომუშავე პერსონალს.

**უსაფრთხო დენი** ხანგრძლივად გაედინება ადამიანის ორგანიზმში და არ იწვევს გართულებებს. იგი ბევრად ნაკლებია ზღვრული შეგრძნებადობის დენზე. 50 ჰც სიხშირის ცვლადი დენის შემთხვევაში მისი სიდიდე 50–75 მკა-ია, ხოლო მუდმივი დენის დროს – 100–125 მკა. ასეთი სიდიდის დენი გამოიყენება მედიცინაში.

**„დამჭერი“ დენი.** შეგრძნებადობის ზღვარს ზემოთ დენის სიდიდის ზრდით ადამიანს ეწყება კრუნჩხვები და აქვს მტკივნეული შეგრძნება: 3–5 მა დენი იწვევს ხელის მთელი მტკვნის გაღიზიანებას. 8–10 მა დენის დროს ტკივილი მკვეთრად ძლიერდება და მოიცავს მთელ ხელს. ხელის მტკვნისა და წინამხარის კუნთები უნებლიედ იკუმშება. 10–15 მა დენი იწვევს აუტანელ ტკივილს. ამასთანავე კრუნჩხვა ისე ძლიერდება, რომ დაზარალებული ვერ შლის ხელს და არ შეუძლია დამოუკიდებლად მოაშოროს ხელი ელექტროსადენს. 25–50 მა დენი მოქმედებს არამარტო ხელის კუნთებზე, არამედ მთელ სხეულზეც, მკერდის კუნთების ჩათვლით. ამ დროს ვიწროვდება სისხძარღვები, მაღლა იწვევს წნევა, ძნელდება გულის მუშაობა, დაზარალებული კარგავს გონებას. ასეთი დენის ხანგრძლივმა ზემოქმედებამ შეიძლება გამოიწვიოს სუნთქვის შეწყვეტა და სიკვდილიც კი.

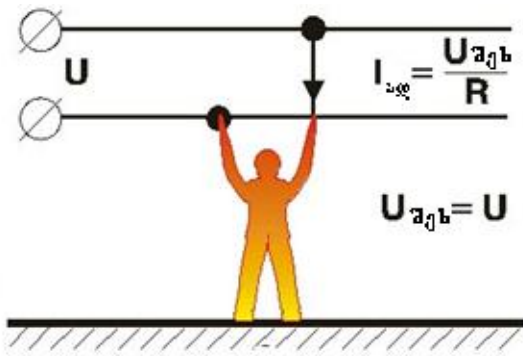
#### **საკონტროლო კითხვები:**

1. რა საზღვრებში ცვალებადობს ადამიანის წინაღობა?
2. როგორი დამოკიდებულებაა ადამიანის სხეულზე მოდებულ ძაბვასა და გამავალ დენს შორის?
3. ჩამოთვალეთ ადამიანის ორგანიზმზე დენის ზემოქმედების ხარისხები.
4. რა სიდიდისაა უსაფრთხოების დენი?

#### **1.8. დენგამტარ ნაწილებთან ორპოლუსა და ერთპოლუსა შეხება**

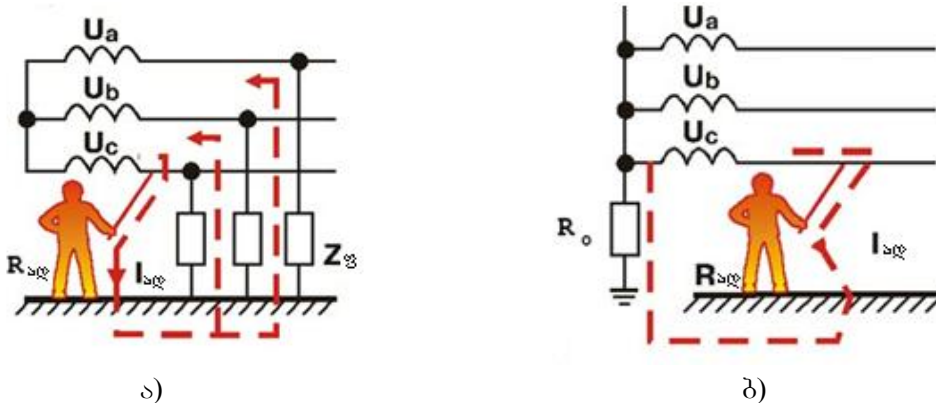
**დაიმახსოვრეთ!** ელექტრული დენით დაზიანების თითოეულ შემთხვევას აქვს თავისი ინდივიდუალობა. ადამიანის სხეულში დენი გადის იმ შემთხვევაში, როდესაც იგი ერთდროულად ეხება ორ წერტილს, რომელთა შორის არსებობს ძაბვა.

დენგამტარ ნაწილებთან ერთპოლუსა შეხება ყველაზე სახიფათოდ ითვლება (ნახ.1.1). ასეთი შემთხვევა იშვიათად ხდება და გამოწვეულია უსაფრთხოების ტექნიკის უხეში დარღვევით, ძირითადად 1000 ვ-მდე ძაბვის დანადგარებში, ძაბვის ქვეშ მუშაობის პროცესში უვარგისი დამცავი საშუალებების გამოყენებით, ან ელექტრომოწობილობის შიშველი დენგამტარი ნაწილების ექსპლუატაციისას გაუფრთხილებლობით. ამ დროს შეხების ძაბვა მუშა ძაბვის ტოლია და 100 ვ ზემოთ ცვლადი დენის წრედში ადამიანის ორგანიზმში გამავალი დენი ( $I_{აღ} = U/R_{აღ}$ ) აღემატება დასაშვებ ზღვრული (16 მა) და ფიბრილაციური (100 მა) დენის მნიშვნელობას. ასეთი შეხების დროს ადამიანს მიწისაგან იზოლაცია (რეზინის ბოტები, დიელექტრიკული ხალიჩა) ვერ იცავს.



ნახ.1.1. ერთპოლუსა შეხება

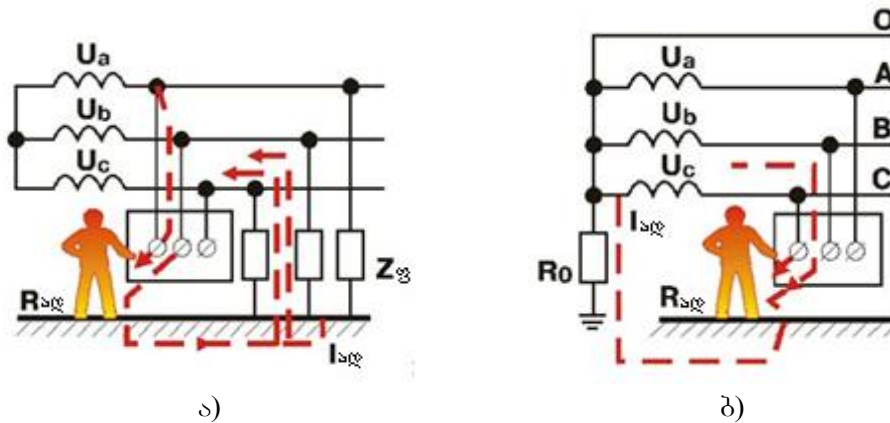
დენგამტარ ნაწილებთან ერთპოლუსა შეხების დროს ადამიანი დენგამტარ ნაწილებს ეხება ერთი წერტილით. მის სხეულში გამავალი დენის სიდიდეზე დიდი გავლენას ახდენს ქსელის მკვებავი წყაროს ნეიტრალის რეჟიმი. განსხვავებენ იზოლირებულ და ჩამიწებულ ნეიტრალიან ქსელებს. იზოლირებული ეწოდება ნეიტრალს, რომელიც არ არის მიერთებული ჩამამიწებელ მოწყობილობასთან, ანდა შეიძლება მიერთებულ იქნას მასთან დიდი წინააღობით, (მაგ., ძაბვის ტრანსფორმატორით). ჩამიწებული ეწოდება ნეიტრალს, რომელიც მიერთებულია ჩამამიწებელ მოწყობილობასთან უშუალოდ ან მცირე წინააღობით (დენის ტრანსფორმატორით და სხვა). ნახ.1.2-ზე მოცემულია ერთპოლუსა შეხების ელექტრული სქემა იზოლირებული (ა) და ჩამიწებული (ბ) ნეიტრალით იმ შემთხვევისათვის, როცა ადამიანის მიერ დარღვეული იქნა უსაფრთხოების წესები.



ნახ.1.2. იზოლირებულ (ა) და ჩამიწებულ (ბ) ნეიტრალიანი ერთპოლუსა შეხების ელექტრული სქემები ადამიანის მიერ უსაფრთხოების წესების დარღვევისას

ამასთანავე, ერთპოლუსა შეხების რეჟიმი ყველაზე ხშირად აღიძვრება იმ პირობებში, როცა ადამიანი არ არღვევს უსაფრთხოების წესებს და ეხება არა დენგამტარ ნაწილებს, არამედ ელდანადგარების კორპუსს (ნახ.1.3), როცა ელექტროდანადგარის კორპუსზე შერთულია ფაზა. სახელდობრ, ასეთ შემთხვევაში აღინიშნება

ელექტრული დენისაგან წარმოქმნილი ტრამვების უმეტესი ნაწილი. დენის კონტურის პარამეტრები იგივეა, რაც წინა შემთხვევაში.



ნახ.1.3. იზოლირებულ (ა) და ჩამიწებულ (ბ) ნეიტრალიანი ერთპოლუსა შეხების ელექტრული სქემები ადამიანის მიერ უსაფრთხოების წესების დაურღვევლად

ერთპოლუსა შეხების დროს დენის კონტური იკვრება ან გაჟონვის წინააღობის  $Z_{ფ}$  გავლით (იზოლირებული ნეიტრალის შემთხვევაში) ან ელექტროენერჯის წყაროს ჩამიწების ნეიტრალის წინააღობის  $R_0$  ( ჩამიწებული ნეიტრალის შემთხვევაში) გავლით.

საერთოდ, ერთპოლუსა შეხების პროცესი ნაკლებად საშიშია, ვიდრე ორპოლუსა, რადგან ამ შემთხვევაში შეხების ძაბვა შეზღუდულია გაჟონვის წინააღობით. მიუხედავად ამისა, როგორც ჩამიწებულ, ისე იზოლირებულ ნეიტრალიან ქსელებში, რომელთაც გააჩნიათ დიდი ტევადობა, ამგვარი მდგომარეობით გამოწვეული საშიშროება ადეკვატურია ორპოლუსა შეხებისა.

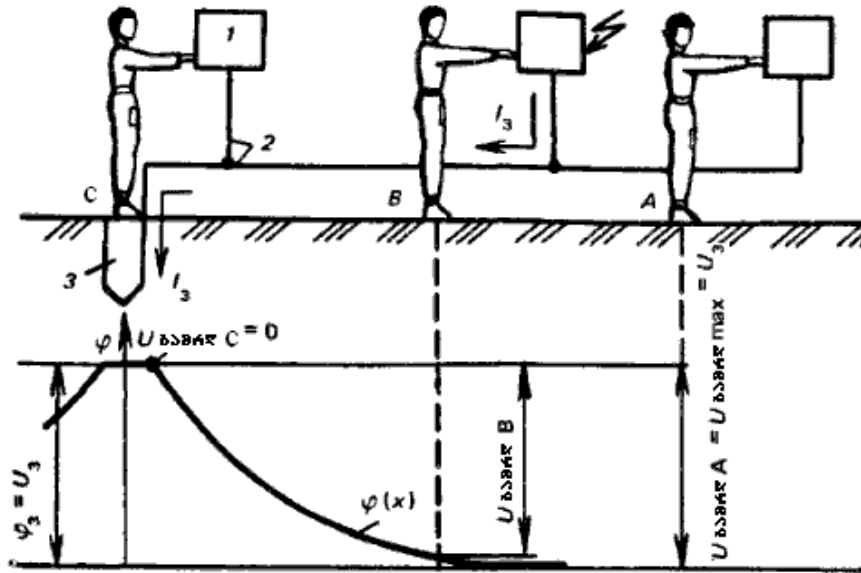
#### საკონტროლო კითხვები:

1. რა შემთხვევაში გადის ადამიანის სხეულში დენი?
2. რისი ტოლია შეხების ძაბვა ორპოლუსა შეხების დროს?
3. როგორ ნეიტრალს ეწოდება ჩამიწებული?
4. როგორ პირობებში აღიძვრება ერთპოლუსა შეხება?
5. როგორ ნეიტრალიან სქემებს განასხვავებენ?

### 19. შეხების ძაბვა და ბიჯური ძაბვა

იზოლაციის დაზიანების დროს წარმოიქმნება მოკლედ შერთვის დენი, რომელიც ელდანადგარის კორპუსის და ლითონური ჩამამიწებლის საშუალებით გაედინება მიწაში (ნახ.1.4). ამ დროს ყველა დანადგარი რომლებსაც კავშირი აქვთ ამ კორპუსთან, მიიღებს მიწის მიმართ პოტენციალს, რომელიც ჩამამიწებლის პოტენციალის ტოლია. თუ მიწაზე მდგომი ადამიანი ხელით ეხება დანადგარის კორპუსს, მაშინ მისი ხელი მიიღებს ჩამამიწებლის პოტენციალს, ხოლო ფეხები – ნიადაგის ზედაპირისას, ამით ხელსა და ფეხებს შორის აღიძვრება პოტენციალთა სხვაობა, რომელსაც შეხების ძაბვა ეწოდება.

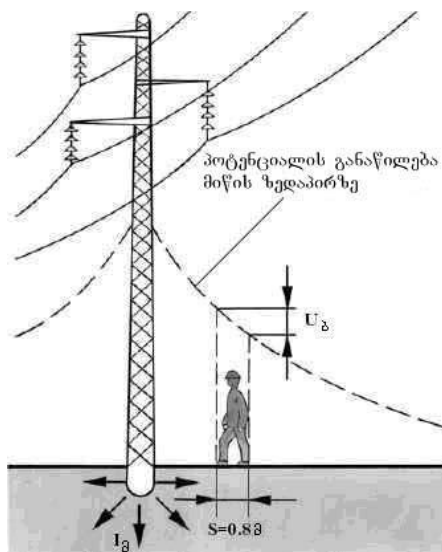
შეხების ძაბვის მნიშვნელობა დამოკიდებულია მიწასთან შერთული წრედის პარამეტრებზე, ჩამამიწებლის პოტენციალის მრუდის სახეობაზე, მიწაზე მდგარ და ჩამიწებულ, იზოლაციადაზიანებულ ელექტრომოწყობილობაზე შემხებ ადამიანსა და ჩამამიწებელს შორის მანძილზე, აგრეთვე იმ საფუძველის წინააღობაზე, რომელზეც დგას ადამიანი.



ნახ.14. შეხების ძაბვა ცალმაგი ჩამიწების შემთხვევაში

ცალმაგი ჩამიწების შემთხვევაში შეხების ძაბვა მაქსიმალურია, როცა ადამიანი ეხება იმ დანადგარის კორპუსს, რომელიც იმყოფება ნულოვანი პოტენციალის ზონაში, ანუ 20 მ მეტ მანძილზე და ტოლია  $U_{\beta}$ . (ნახ. 14, მდგომარეობა A). შეხების ძაბვის მინიმალური მნიშვნელობა ( $U_{\text{შეხ}} = 0$ ), როცა ადამიანი დგას ჩამამიწებელზე და ეხება კორპუსს (ნახ. 14., მდგომარეობა B).

**ბიჯური ძაბვა.** ელექტროდანადგარების ექსპლუატაციისას ავარიული მდგომარეობა შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, როცა იზოლაციის დაზიანების ან შიშველი სადენის მიწასთან შეხების გამო დენი იწეებს განდინებას მიწაში (ნახ. 15). თუ



ნახ.15. ბიჯური ძაბვის წარმოქმნის სქემა

აღადამიანი აღმოჩნდა მიწაში დენის განდინების სიახლოვეს, იგი შეიძლება მოხვდეს ბიჯური ძაბვის ზემოქმედების ქვეშ. ამის მიზეზია ის, რომ მიწაში, დენის გადინების ზონაში, ნიადაგის იმ წერტილებს, რომლებსაც ერთდროულად ეხება ადამიანის ფეხები, გააჩნიათ სხვადასხვა პოტენციალები. პოტენციალთა სხვაობას ფეხების ტერფებს შორის დენის განდინების ზონაში ეწოდება ბიჯური ძაბვა.

რაც უფრო ვშორდებით მიწაში დენის განდინების წერტილს, მით უფრო მცირდება ბიჯური ძაბვა და 20 მ მანძილზე პრაქტიკულად ნულს უახლოვდება. ბიჯური ძაბვის გათვლის დროს ბიჯის სიდიდე 0,8 მ-ია. სადენის მიწას-

თან შესვების ზონაში პოტენციალი ტოლია სადენის პოტენციალისა. მაგალითად, თუ ჩამოვარდნილია 110 კვ ძაბვის ხაზი და მიწაზე დაცემის ადგილიდან იმ წერტილამდე, სადაც პოტენციალი ნულის ტოლია, შეადგენს 20 მ, მაშინ თითოეულ მეტრზე მოდის 5500 ვ. ჩამოვარდნილი სადენის სიახლოვეს 0,8 მ სიგრძის ნაბიჯის გადადგმა ნიშნავს, რომ დავდგეთ ორ ელექტროდზე, რომელთა შორის ძაბვა 4000 ვ-ია.

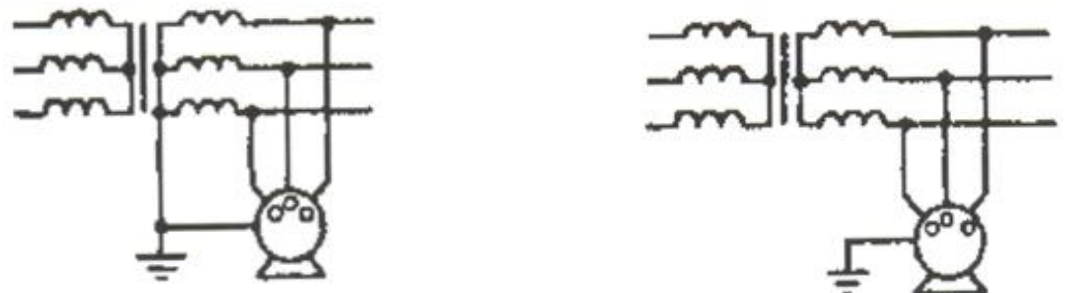
**დაიმახსოვრეთ!** ჩამოვარდნილი სადენის ზონაში მოხვედრისას საჭიროა გამოვიდეთ მოკლე, მცოცავი ნაბიჯებით ისე, რომ ფეხის ტერფები არ მოვაშოროთ მიწას.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რას ეწოდება შესვების ძაბვა?
2. რაზე არის დამოკიდებული შესვების ძაბვა?
3. რას ეწოდება ბიჯური ძაბვა?
4. რა მანძილზეა ნულის ტოლი პოტენციალი 110 კვ ძაბვის ხაზის მიწაზე დაცემის ადგილიდან?

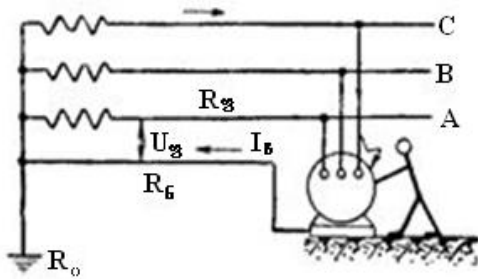
**1.10. დამცავი ჩამიწება და დამცავი დანულება**

დამცავი ჩამიწებით სარგებლობენ 1000 ვ-მდე ძაბვის იზოლირებულ ნეიტრალიან ქსელებში და 1000 ვ-ზე მეტი ძაბვის როგორც იზოლირებულ, ისე ჩამიწებულ ნეიტრალიან ქსელებში. დამცავი ჩამიწება წარმოადგენს ელდანადგარების არადენგამტარი ნაწილების მიწასთან წინასწარგანზრახვით შეერთებას ჩამამიწებელი სადენების და ჩამამიწებლის საშუალებით. ჩამამიწებლებს ლითონური ელექტროდების სახით ათავსებენ მიწაში. მათ უნდა ჰქონდეთ მიწაში მცირე განდინების წინაღობა. არსებობს მუშა (ნახ.1.6,ა) და დამცავი (ნახ.1.6,ბ) ჩამიწება. მუშა ჩამიწების დროს ჩამამიწებელი სადენი ასრულებს ნულოვანი სადენის ფუნქციას. დამცავი ჩამიწების დანიშნულებაა ელექტროდანადგარების კორპუსთან ან სხვა ლითონურ ნაწილებთან შესვებისას, რომლებიც რაიმე მიზეზის გამო აღმოჩნდნენ ძაბვის ქვეშ, დენით დაშავების საშიშროების მოცილება.



ნახ.1.6. ჩამიწების სახეები: ა – მუშა; ბ – დამცავი.

დანულება ეწოდება ელექტროდანადგარების ლითონის კორპუსების წინასწარგანზრახულ მიერთებას მრავალჯერ ჩამიწებულ ნულოვან დამცავ სადენტან.



ნახ.1.7. ელექტრომიმდებების დანულება ჩამიწებულ ნეიტრალიან ქსელებში

იგი გამოიყენება 1000 ვ-მდე ძაბვის ჩამიწებულ ნეიტრალიან ქსელებში და უზრუნველყოფს ქსელის დაზიანებული უბნის ავტომატურ გათიშვას და მომუშავეთა საიმედო დაცვას (ნახ.1.7).

ასეთ წრედებში კორპუსთან ნებისმიერი შეერთვა გარდაიქმნება მოკლედ შეერთვად და ავარიული უბანი გამოირთვება დნობადი მცველით ან ავტომატური ამომრთველით.

**დაიმახსოვრეთ!** დენის მიმღებთა ჩამიწება და დანულება არ გამოიყენება ცვლადი დენის 42 ვ-მდე და მუდმივი დენის 110 ვ-მდე ნომინალური ძაბვისას.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. როგორ ქსელებში სარგებლობენ დამცავი ჩამიწებით?
2. რას წარმოადგენს დამცავი ჩამიწება?
3. ჩამოთვალე დამცავი ჩამიწების სახეები.
4. რას ეწოდება დანულება?

**1.11. ელექტროტექნიკური დამცავი საშუალებები**

დამცავი საშუალებები ეწოდება ხელსაწყოებს, აპარატებს, გადასატან და გადასაზიდ მოწყობილობებს, აგრეთვე ხელსაწყოების, დანადგარებისა და აპარატების ცალკეულ ნაწილებს, რომლებიც ემსახურებიან პერსონალის ელექტროდენით დაზიანებისგან დაცვას.

ელექტროდანადგარებში გამოყენებული დამცავი საშუალებები პირობითად შეიძლება დაიყოს სამ ჯგუფად: 1. მაიზოლირებელი საშუალებანი (ნახ.1.8).





ნახ.1.8. მაიზოლირებული საშუალებები: ა – დიელექტრიკული ბოტები; ბ – დიელექტრიკული ხელთათმანები; გ – დასადგამი; დ – რეზინის ხალიჩა; ე – მაიზოლირებული ოპერატიული შტანგა; ვ – მაიზოლირებული მარწუხი; ზ – მაღალი ძაბვის მაჩვენებელი; თ – დაბალი ძაბვის მაჩვენებელი; ი – საზომი შტანგა; კ – დენის მარწუხი

2. ხელით გადასატანი დროებითი დასაყენებელი ჩამამიწებელი, გადასატანი შემომდობი მოწყობილობა და გამაფრთხილებელი პლაკატები.



ნახ.1.9. ა – დროებითი დასაყენებელი ჩამამიწებელი; პლაკატები: ბ – გამაფრთხილებელი; გ – ამკრძალავი; დ – ნებადართველი; ე – გამახსენებელი

3. ელექტრული რკალის გამოსხივებისაგან, მისი წვის შედეგად გამოყოფილი პროდუქტებისა და მექანიკური დაზიანებისაგან დაცვის საშუალებები: დამცავი სათვალები, აირწინალები, სპეციალური ხელთათმანები და ა.შ.



ნახ.1.10. ა – დამცავი სათვალები; ბ – აირწინალი

დამატებით დამცავ საშუალებებს მიეკუთვნება საზეინკლო-სამონტაჟო იარაღების კომპლექტი (ნახ.1.11).



ნახ.1.11. დამატებითი დამცავი საშუალებები: ა – ბრტყელტუჩა; ბ – ქანისაჭერი; გ – სახრახნისი; დ – მონტიორის ინსტრუმენტების კომპლექტი

### საკონტროლო კითხვები:

1. რას ეწოდება დამცავი საშუალებები?
2. პირობითად რამდენ ჯგუფად იყოფა დამცავი საშუალებები?
3. ჩამოთვალეთ დამატებითი დამცავი საშუალებები.

### 1.12. ელექტროდანადგარების უსაფრთხო ექსპლუატაცია

ელექტროდანადგარები შეიძლება იყოს ღია ან დახურული ტიპის იმისდა მიხედვით, დაცულია თუ არა ისინი ატმოსფეროს ზემოქმედებისაგან (ე.ი ღია სივრცეში, თუ დახურულ სათავსში). ძაბვის მიხედვით კი: 1000ვ-მდე და 1000 ვ-ს ზემოთ. ამის მიხედვით მათ მიმართ მოთხოვნები სხვადასხვაა და მოცემულია სპეციალურ ნორმებში.

ელექტროდანადგარების მომსახურე პერსონალი იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: ადმინისტრაციულ-ტექნიკური, ოპერატიული, შემკეთებელი, ოპერატიულ-შემკეთებელი და არაელექტროტექნიკური პერსონალი. ამ უკანასკნელს სპეციალური განათლება არ აქვს, პერსონალს უტარდება პირველადი სამედიცინო შემოწმება სამსახურში მიღებისას, ხოლო შემდეგ ჯანმრთელობის მდგომარეობა მოწმდება ყოველ 2 წელიწადში ერთხელ. სიმაღლეზე მომუშავეებისა – ყოველ წელს. სამუშაოსთან შეუთავსებელი დაავადებების ნუსხას ადგენს ჯანმრთელობის სამინისტრო.

**დამახსოვრეთ!** სამუშაოზე ყველა ახლადმიღებულმა პირმა უნდა გაიაროს სპეციალური სწავლება და ინსტრუქტაჟი: შესავალი, პირველადი, განმეორებითი (თვეში ან ორ თვეში ერთხელ). განსაკუთრებით საპასუხისმგებლო ან მეტად საფრთხილო ზონაში მომუშავე პერსონალი მოწმდება უსაფრთხოების წესებისა და ინსტრუქციის ცოდნაში, ასევე უტარდებათ გეგმის გარეშე ინსტრუქტაჟი. იგივე პროცესი მეორდება უბედური შემთხვევის დროს, რათა აღმოფხვრილ იქნეს შემდგომი გართულებები.

შემოწმების სახეებია: პირველადი, პერიოდული (ანუ განმეორებითი 2 წელში ერთხელ) და გეგმის გარეშე (თუ პერსონალი არღვევს მოთხოვნებს).

პერსონალი იყოფა 5 საკვალიფიკაციო ჯგუფად:

**I ჯგუფი:** პირებს არ აქვთ ელექტროდანადგარებთან მუშაობის სტაჟი, ან გამოცდილება ერთ თვეზე ნაკლებია. მათთვის საკმარისია გაიარონ ინსტრუქტაჟი და გაფორმდეს სპეციალურ ჟურნალში. ცოდნის შემოწმების შესახებ მოწმობა არ სჭირდებათ.

**II ჯგუფი:** პირებს აქვთ სტაჟი ერთ თვეზე მეტი, ან დამთავრებული აქვთ სპეციალური საშუალო ან უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებელი. მათ უნდა იცოდნენ მოსალოდნელი საფრთხის შესახებ; უნდა იცნობდნენ უსაფრთხოების წესებს და თვით ელდანადგარს, უნდა შეძლონ პირველადი დახმარების აღმოჩენა დაზარალებულისათვის.

**III ჯგუფი:** პირებს აქვთ 12 თვეზე მეტი მუშაობის სტაჟი და ფლობენ იმ ცოდნას, რაც II ჯგუფს მოეთხოვება, ასევე აქვთ და ელექტროტექნიკის სფეროდან შესაბამისი ცოდნა. 18 წელის ქვემოთ III ჯგუფი არ მიეკუთვნება.



IV ჯგუფი მიენიჭება III ჯგუფის სტაჟიან პირებს, მათ უნდა ჰქონდეთ გარკვეული მოცულობით ცოდნა ელექტროტექნიკაში, უნდა შეეძლოთ ელმოწყობილობათა აწყობა და უსაფრთხო პირობების შექმნა.

V ჯგუფს მოეთხოვება ყველა ის პირობა, რაც მეოთხეს და კომპლექტდება სტაჟიანი IV ჯგუფელებით. მათ უნდა იცოდნენ უსაფრთხოების ტექნიკის ნორმების ყველა მოთხოვნა.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. ჩამოთვალეთ ელექტროდანადგარების მომსახურე პერსონალის ჯგუფები.
2. რამდენ საკვალიფიკაციო ჯგუფად იყოფა პერსონალი?
3. რა შემთხვევაში ენიჭება პერსონალს III საკვალიფიკაციო ჯგუფი?
4. ჩამოთვალეთ შემოწმების სახეები.

**1.13. ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო დენი**

ამ მიმართულებით დღეისათვის მოქმედებს ელექტროუსაფრთხოების სახელმწიფო სტანდარტი 12.1.000-80 შუსს. ელექტროუსაფრთხოება. შეხების ძაბვისა და დენის ზღვრული დასაშვები დონეები.

სტანდარტები მოიცავს საწარმოო და საყოფაცხოვრებო ელექტროდანადგარებს მუდმივი და ცვლადი დენით (სიხშირე 50 და 400 ჰც) და ადგენს ადამიანისათვის შეხების ძაბვისა და მის ორგანიზმში გამავალი დენის ზღვრულ დასაშვებ ნორმებს. ნორმალური (უავარიო) ფუნქციონირებისათვის მიღებული ნორმები ნაჩვენებია ცხრილში (1.1).

დაცვის ღონისძიებებისა და საშუალებების პროექტირების დროს ამ სტანდარტების დაცვა აუცილებელია. დენის გავლის გზად მიღებულია „ხელი-ხელი“ ან „ხელი-ფეხები“. დენის მოქმედების ხანგრძლივობა არ უნდა აღემატებოდეს დღე-ღამეში 10 წთ-ს.

*ცხრილი 1.1.*

დენის სახე და სიხშირე	უდიდესი დასაშვები მნიშვნელობები	
	შეხების ძაბვა, ვ	ორგანიზმში გამავალი დენის ძალა, მა
ცვლადი, 50 ჰც	2	0,3
ცვლადი, 400 ჰც	3	0,4
მუდმივი	8	1,0

მაღალი ტემპერატურის (25°C-ზე მეტი) და ტენიანობის (75%-ზე მეტი) შემთხვევაში ეს ნორმები სამჯერ მცირდება.

ცხრილში (1.2) მოცემულია შეხების ძაბვის ( $U_{შხ}$ ) და ორგანიზმში გამავალი დენის ( $I_{აღ}$ ) მაქსიმალური დასაშვები მნიშვნელობები ავარიული რეჟიმისათვის 1000 ვ-მდე ძაბვის ჩამიწებულ, იზოლირებულ ნეიტრალიან და 1000 ვ-ზე მეტი ძაბვის იზოლირებულ ნეიტრალიანი ქსელებისათვის.

**ცხრილი 1.2**

დენის სახე და სიხშირე	ნორმირებული სიდიდე	დენის მოქმედების ხანგრძლივობა $t$ , წმ											
		0,01-0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	>1,0
ცვლადი 50 ჰც	$U_{შეხ. ვ}$	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	36
	$I_{ად. მა}$	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	6
ცვლადი 400 ჰც	$U_{შეხ. ვ}$	650	500	500	330	250	200	170	140	130	110	100	36
	$I_{ად. მა}$	650	500	500	330	250	200	170	140	130	110	100	8
მუდმივი	$U_{შეხ. ვ}$	650	500	400	350	300	250	240	230	220	210	200	40
	$I_{ად. მა}$	650	500	400	350	300	250	240	230	220	210	200	150
გასწორებული, 2ნ/პ	$U_{შეხ.ამპლ. ვ}$	650	500	400	300	270	230	220	210	200	190	180	–
	$I_{ად.ამპლ. მა}$	650	500	400	300	270	230	220	210	200	190	180	–
გასწორებული, 1ნ/პ	$U_{შეხ.ამპლ. ვ}$	650	500	400	300	250	200	190	180	170	160	150	–
	$I_{ად.ამპლ. მა}$	650	500	400	300	250	200	190	180	170	160	150	–

**შენიშვნა.** შემოკლება 2/ნპ და 1 ნ/პ შეესაბამება 2 და 1 ნახევარპერიოდიანი გამართველი სქემის გამოყენებას.

1000 ვ-ზე მაღალი ძაბვის (50 ჰც სიხშირის) ჩამიწებულ ნეიტრალიანი საწარმოო ელექტროდანადგარების ავარიული რეჟიმებისათვის შეხების ძაბვის დასაშვები მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში (1.3).

**ცხრილი 1.3**

დენის მოქმედების ხანგრძლივობა, წმ	0,1-მდე	0,2	0,5	0,7	1,0	1,5
შეხების ძაბვის დასაშვები მნიშ-ბა, $U_{შეხ. ვ}$	500	400	200	130	100	65

1000 ვ-მდე ძაბვის (50 ჰც სიხშირის) საყოფაცხოვრებო ელექტროდანადგარებში, რომლებსაც იყენებენ საცხოვრებელ ბინებში, კომუნალურ და საზოგადოებრივი ტიპის შენობებში, როგორცაა თეატრები, კინოთეატრები, კლუბები, სკოლები, საბავშვო ბაღები, მაღაზიები, საავადმყოფოები და სხვა, ავარიული რეჟიმის შემთხვევაში შეხების ძაბვისა და ადამიანის ორგანიზმში გამავალი დენის დასაშვები მნიშვნელობები აიღება ცხრილიდან (1.4).

**ცხრილი 1.4.**

ნორმირებული მნიშვნელობა	დენის მოქმედების ხანგრძლივობა, წმ											
	0,01–0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	>1,0
$U_{შეხ. ვ}$	220	200	100	70	55	50	40	35	30	27	25	12
$I_{ად. მა}$	220	200	100	70	55	50	40	35	30	27	25	2

შეხების ძაბვისა და ორგანიზმში გამავალი დენის დასაშვები მნიშვნელობების კონტროლი წარმოებს ამ სიდიდეების გაზომვით ისეთ ადგილებში, სადაც შეიძლება მოხდეს ქსელში ჩართვა და წრედის შეკვრა მისი მეშვეობით.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. ადამიანის რომელი ორგანოები მიიღება დენი გავლის გზად?
2. შეხების ძაბვის რა მნიშვნელობაა დასაშვები 0,1 წმ-ის განმავლობაში?
3. 100 ვ შეხების ძაბვისას ადამიანის ორგანიზმში გამავალი დენის რა მნიშვნელობაა დასაშვები 0,2 წმ-ის განმავლობაში?

## 1.14. საწარმოო სანიტარია

საწარმოო სანიტარია არის ორგანიზაციული, ჰიგიენური და სანიტარულ-ტექნიკური ღონისძიებების სისტემა, რომელიც აღკვეთს ადამიანის ჯანმრთელობისათვის მავნე საწარმოო ფაქტორებს, მოწამვლებსა და პროფესიულ დაავადებებს.

სამშენებლო საწარმოთა საჰაერო გარემო. ადამიანის ორგანიზმში მუდმივად მიმდინარეობს ნივთიერებათა ცვლა და ენერჯის ცვალებადობა. საკვების სახით მიღებული ენერჯია საბოლოოდ სითბურ ენერჯიად გარდაიქმნება. სითბოს გაცემა ორგანიზმიდან გარემოში სამი გზით ხორციელდება: გამოსხივებით, კონვექციითა და აორთქლებით. სითბოს გაცემა დამოკიდებულია მეტეოროლოგიურ პირობებზე ანუ ჰაერის ტემპერატურაზე, ფარდობით ტენიანობაზე და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეზე. ადამიანის სხეული მუდმივად ახდენს სითბური ბალანსის რეგულირებას, ანუ თერმორეგულაციას.

თერმორეგულაცია – ეს არის ადამიანის ორგანიზმში მიმდინარე ფიზიოლოგიური პროცესები მეტნაკლებად ერთნაირი ( $36^{\circ}\text{C}$ ) ტემპერატურის შესანარჩუნებლად. სხეულის მეტისმეტად გადახურებისას, როცა ფარდობითი ტენიანობაც მაღალია, შესაძლოა ადამიანი თბური დარტყმა მიიღოს.

ხანგრძლივი დაკვირვებით დაადგინეს ტემპერატურის ფარდობითი ტენიანობისა და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის სხვადასხვა კომბინაციები, როდესაც ადამიანი კომფორტულად გრძნობს თავს.

საწარმოო სათავსების ოპტიმალური ტემპერატურა: წლის თბილ პერიოდში ( $t \geq 10^{\circ}\text{C}$ ) –  $22\text{--}25^{\circ}\text{C}$ , ცივ პერიოდში ( $t \leq 10^{\circ}\text{C}$ ) –  $17\text{--}22^{\circ}\text{C}$ . ჰაერის მოძრაობის ოპტიმალური სიჩქარეა  $0.2\text{--}0.3$  მ/წმ. ოპტიმალური ფარდობითი ტენიანობაა  $40\text{--}60\%$

ღონისძიებები ოპტიმალური საჰაერო გარემოს შესაქმნელად სამ ჯგუფად იყოფა: ტექნიკური, ორგანიზაციული და სანიტარულ-ჰიგიენური ღონისძიებები.

ტექნიკური მეთოდები: ცხელ საამქროებში თერმული ღუმელები უნდა დამზადდეს ნაკლებად სითბოგამტარი მასალებისაგან, ჩასატვირთვი საკნების იზოლაციისათვის აწეობენ ეკრანებს წყლისა და საჰაერო ფარდების საშუალებებით. დიდი მნიშვნელობა აქვს ვენტილაციას. თუ სათავსებში თბური გამოსხივების მძლავრი კერებია, საჭიროა ე.წ. საჰაერო შხაპებით, სპეციალური ვენტილატორებით ჰაერის ჭავლის მიწოდება. ფართოდ გამოიყენება ჰაერის კონდიციონერებაც.



ნახ. 1.12. კონდიციონერი

თანამედროვე კონდიციონერები (ნახ.1.12) ერთდროულად არეგულირებენ ტემპერატურას, ფარდობით ტენიანობას და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს.

სანიტარულ-ჰიგიენური საშუალებები: მათ მიეკუთვნება სამუშაო ადგილების მარილიანი და გაზიანი წყლით მომარაგება. მაღალი ტემპერატურის სამუშაოების შესრულებისას ორგანიზმი ცვლაში კარგავს დიდი რაოდენობით წყალს, მარილსა და წყალში ხსნად ვიტამინებს. ჩვეულებრივი წყალი წყურვილს ვერ კლავს, ამიტომ პერსონალი

უფასოდ მარაგდება 0.5% მარილიანი და გაზიანი წყლით. დიდი მნიშვნელობა აქვს წყლის პროცედურებს.

ორგანიზაციული ღონისძიებები გულისხმობს ცხელ საამქროებში სამუშაო ადგილების მახლობლად ტალავრების (ოაზისების) მოწყობას. იქ სუფთა და გაგრილებული ჰაერი მიეწოდება აერატორით. დასვენება და შხაპი სწრაფად აღადგენს გულსისხლძარღვთა სისტემის წონასწორობას და ხელს უწყობს სხეულის ნორმალურ თერმორეგულაციას.

**მტვერი მშენებლობაზე და მასთან ბრძოლის მეთოდები.** საწარმოო მტვერი არის სამუშაო პროცესის დროს მყარი ნივთიერებისაგან წარმოქმნილი უმცირესი ნაწილაკები, რომლებიც გარკვეული პერიოდის განმავლობაში იმყოფებიან ჰაერში შეტივტივებულ მდგომარეობაში. წარმოების მიხედვით მტვერი შეიძლება იყოს ორგანული ან არაორგანული, ხოლო ქიმიური შედგენილობის მიხედვით – ტოქსიკური და არატოქსიკური. ზოგიერთი სახეობის მტვერი შეიძლება იყოს ფეთქებადი. 10 მიკრონზე დიდი ზომის ნაწილაკები სწრაფად ილექება, 0,1–10 მიკრონი ზომის – ნელა, ხოლო 0,1 მიკრონზე მცირე ზომის ნაწილაკები კი მუდმივად რჩება ჰაერში შეტივტივებულ მდგომარეობაში.

მტვერი მავნეა ადამიანის ორგანიზმისათვის: აზიანებს სასუნთქ გზებს, კანს, მხედველობასა და საჭმლის მომწელებელ ორგანოებს. თვალისათვის განსაკუთრებით საშიშია კირის, ქვანახშირის, კარბიდის, ცემენტის მტვერი. სასუნთქი გზების დაზიანება შედარებით მსუბუქია, თუ ნაწილაკები ადვილად ხსნადია, მაგრამ თუ მტვერი ტოქსიკურია, მაშინ, რაც უფრო ადვილად ხსნადია, მით უფრო ძლიერია მისი მომწამლავე მოქმედება.

**დამახსოვრეთ!** ორგანიზმისათვის ყველაზე უფრო საშიშია მტერის შეჭრა ფილტვებში.

მტვერთან ბრძოლის ღონისძიებები იყოფა სამ ჯგუფად: 1) სოციალურ-უფლებრივი; 2) სამედიცინო-სანიტარული და 3) საინჟინრო-ტექნიკური.

სოციალურ-უფლებრივი ღონისძიებები გულისხმობს მტვრიან გარემოში სამუშაო დღის ხანგრძლივობის შემცირებას, დამატებით შევებულებასა და სოციალურ კვებას.

სამედიცინო-სანიტარული ღონისძიებები გულისხმობს მტვრიან გარემოში მომუშავეთა მიღებისას მათ სამედიცინო შემოწმებას, ასევე პერიოდულ პროფესიულ გასინჯვებს.

საინჟინრო-ტექნიკური ღონისძიებებია: ტექნოლოგიური პროცესებისა და მოწყობილობების შეცვლა ნაკლებად მტვერწარმომშობი მოწყობილობებით და მორწყვა. მორწყვა და დანამვა ყველაზე იაფი და ეფექტურია. მტერის ნაწილაკების დაჭერა წარმოებს მექანიკური ფილტრებით, დალექვით, ულტრაბგერული ველით და სხვა ხერხებით.

თუ ჰაერში მტერის შემცირება სანიტარულ ნორმამდე შეუძლებელია, მაშინ აუცილებელია პერსონალის მომარაგება ინდივიდუალური დაცვის საშუალებებით, რისთვისაც გამოიყენება სხვადასხვა სახის რესპირატორები (ნახ.1.13) მტერის სახეობისა და ტოქსიკურობის გათვალისწინებით.



ნახ. 1.13. რესპირატორი

მავენე ნივთიერებები მშენებლობაზე და დაცვის ღონისძიებები. ჰაერში მცირე რაოდენობითაც კი მავენე აირების, მტვრისა და ორთქლის მინარევების არსებობას შეუძლია გამოიწვიოს ადამიანის დაავადება, მოწამელა. მშენებლობაში ვხვდებით შემდეგ მომწამლავ ნივთიერებებს: ნახშირორჟანგს, ნახშირორჟანგს, გოგირდოვან აირს, გოგირდწყალბადს, რომლებიც წვის პროდუქტებია.

მავენე ნივთიერებებისაგან დაცვის ღონისძიებებია: ტექნოლოგიური პროცესების რაციონალიზაცია, ტოქსიკურ ნივთიერებათა შეცვლა ნაკლებად მავენე ნივთიერებებით, საწარმოო პროცესების მექანიზაცია, ავტომატიზაცია, დისტანციური მართვა; მანქანა-აპარატების ჰერმეტიზაცია, გამწოვი ვენტილაცია, სათავსოთა გასუფთავება, დეგაზაცია, მომუშავეთა პირადი ჰიგიენის დაცვა; ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების გამოყენება; შემოკლებული სამუშაო დღე, შესვენებები, დამატებითი შვებულება, სპეციალური კვება, სამედიცინო პროფილაქტიკური ღონისძიებები.

**საწარმოთა ვენტილაცია.** საწარმოო სათავსოებში ნორმალური საჰაერო გარემოს შესაქმნელად აუცილებელია სუფთა ჰაერის განუწყვეტელი მიწოდება და გადამუშავებული ჰაერის განდევნა მცირე დროის განმავლობაში. ჰაერის მოძრობა სათავსოებში ხორციელდება მექანიკური ან ბუნებრივი ვენტილაციით. ბუნებრივი ვენტილაცია ხდება ჰაერის მოძრობის ზემოქმედებით და გამოიყენება როგორც სამრეწველო, ასევე საცხოვრებელ და საზოგადოებრივ შენობებში.



ნახ.1.14. საწარმოს მექანიკური ვენტილაცია

მექანიკური ვენტილაცია (ნახ. 1.14) ხორციელდება ვენტილატორების დახმარებით და გამოიყენება უშუალოდ სამუშაო ზონიდან მავენე მტვრისა და აირების მოსაცილებლად, რათა არ შეერიოს მთელი სათავსის ჰაერს.

**ხმაური მშენებლობაზე.** დასაშვები ნორმები და დაცვის საშუალებები. ხმაური წარმოადგენს სხვადასხვა სიხშირისა და ინტენსივობის მქონე ბგერათა

ერთობლიობას. მშენებლობაზე ხმაურის წარმომშობი მიზეზებია: 1. მოძრავი სამშენებლო მანქანები; 2. მანქანები ბეტონის ნარევის მოსამზადებლად, შესამკვრივებლად და ტრანსპორტირებისათვის; ვიბრომოედნები; 3. ხელის მექანიზებული ინსტრუმენტები – ელექტრული და პნევმატური.

**დაიმახსოვრეთ!** ადამიანი შეიგრძნობს ბგერებს სიხშირით 16-დან 20000 ჰერცამდე. საწარმოო ხმაურის ხანგრძლივი ზემოქმედება იწვევს სმენის დაქვეითებას, სისუსტეს, ჰიპერტონიას, კუჭის წყლულს, გასტრიტის და პროფესიულ დაავადებას.

ითვლება, რომ ხმაურის 6-10 დეციბელით (დბ) შემცირება შრომის ნაყოფიერებას ზრდის 10–12%-ით.

სანიტარული ნორმების მიხედვით ხმაური საცხოვრებელი სახლების წინ 2 მ მანძილზე არ უნდა აღემატებოდეს 50 დბ დღისა და 40 დბ ღამის საათებში. საცხოვრებელ ოთახებში – 25 დბ, საცხოვრებელ კვარტლებში – 35 დბ.



ნახ.1.15. ჩაფხუტი

**ხმაურთან ბრძოლის მეთოდები** იყოფა სამ ჯგუფად: არქიტექტურულ-გეგმარებითი, ტექნოლოგიური და სანიტარულ-ჰიგიენური ღონისძიებები. არქიტექტურულ-გეგმარებითი ღონისძიება გულისხმობს საწარმოს გენერალური გეგმის სწორ გადაწყვეტას; ტექნოლოგიური – ისეთი ტექნოლოგიის არჩევას, სადაც გამოყენებული მანქანები გამოიწვევენ მინიმალურ ხმაურს; სანიტარულ-ჰიგიენური – მშრომელთა მომარაგებას ინდივიდუალური დაცვის საშუალებებით: ყურსაცმე-

ბით, ჩაფხუტებითა (ნახ.1.15) და შლემფონებით.

**ვიბრაციის მავნე მოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე და დაცვის ღონისძიებები.** ვიბრაცია წარმოადგენს დრეკადი ფიზიკური სხეულების მექანიკურ რხევებს. მას შევიგრძნობთ სამშენებლო მოედანზე და რკინა-ბეტონის კონსტრუქციათა ქარხნებში, ვიბრომოედნებზე, სხვადასხვა ელექტრო და პნევმოელექტრული ხელსაწყოების გამოყენებისას.

**დამახსოვრეთ!** ადამიანის ორგანიზმზე ვიბრაციის ზემოქმედება იწვევს სისხლძარღვების სპაზმებს, ძვლიან ადგილებში მარილების დაგროვებას, სახსრების დაავადებას, მგრძობელობის დაკარგვას. ვიბროდაავადება მიეკუთვნება პროფესიულ დაავადებებს.

ვიბრაციის მავნე ზემოქმედების შემცირება შეიძლება ვიბროიზოლაციით, ვიბრაციის შთანთქმითა და ჩახშობით.

**ბუნებრივი და ხელოვნური განათება და მისი ნორმირება.** საწარმოო სათავსთა და სამუშაო ადგილების რაციონალური განათება აუმჯობესებს შრომის პირობებს, ხელს უწყობს შრომის ნაყოფიერების ზრდას, უზრუნველყოფს თვალის გადაუღლელად ხანგრძლივი დროის განმავლობაში მდგრადი ხილვადობის შენარჩუნებას, წარმოადგენს ტრავმატიზმისა და პროფდაავადებათა წინააღმდეგ ბრძოლის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ფაქტორს.

საწარმოო სათავსთა განათება შეიძლება იყოს ბუნებრივი, ხელოვნური და შერეული. ბუნებრივი განათება იქმნება მზის სხივური ენერგიით. სამრეწველო სათავსებში გამოიყენება ხელოვნური განათების ორი სახე: მუშა და საავარიო. მუშა განათება ემსახურება ჩვეულებრივ პირობებში სამუშაო ადგილების დასამუშავებელი ზედაპირების და დამხმარე ფართის განათებას. იგი ორი სახისაა – საერთო და კომბინირებული.

საერთო მუშა განათება (ნახ.1.16) მთელ სათავსში ქმნის ერთნაირ ფონს, განათება მიიღწევა ერთი და იმავე ტიპისა და სიმძლავრის ნათურების ერთ სიმაღლეზე განლაგებით.

ადგილობრივი განათება (ნახ.1.17) გამოიყენება მხოლოდ ცალკეული სამუშაო ადგილების გასანათებლად, უშუალოდ დაზგებთან, მანქანებთან, მაგიდებთან. მხოლოდ ადგილობრივი განათების მოწყობა ნორმებით დაუშვებელია. იგი გამოიყენება საერთო განათებასთან ერთად.



ნახ.1.16. მუშა განათება.



ნახ.1.17. ადგილობრივი განათება

კომბინირებული განათება ეწოდება საერთო და ადგილობრივი განათების ერთობლიობას. კომბინირებული განათების შემთხვევაში საერთო განათება ნორმირებული კომბინირებული განათების 10% მაინც უნდა იყოს. ამასთან, ლუმინესცენტური ნათურებისას – არანაკლები 150 ლუქსი, ხოლო ვარვარა ნათურების გამოყენებისას – არანაკლები 50 ლუქსი.

**დამატებით!** საავარიო განათება გათვალისწინებულია მუშა განათების უცარი გამორთვის შემთხვევაში მუშაობის გასაგრძელებლად ან ხალხის სარეაგირაციოდ.

მუშაობის გასაგრძელებლად საჭირო ავარიული განათებულობა აიღება საერთო მუშა განათებულობის 5%, ხოლო ხალხის ევაკუაციის მიზნით არანაკლები 0.5 ლუქსისა. იგი იკვებება დამოუკიდებელი დენის წყაროდან.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რა არის საწარმოო სანიტარია?
2. რას გულისხმობს ორგანიზაციული ღონისძიებები?
3. რას წარმოადგენს საწარმოო მტვერი?
4. ჩამოთვალეთ მტვერთან ბრძოლის ღონისძიებათა ჯგუფები.
5. სად გამოიყენება ბუნებრივი ვენტილაცია?
6. ჩამოთვალეთ ხმაურთან ბრძოლის მეთოდები.
7. რა ხერხებით შეიძლება ვიბრაციის მავნე ზემოქმედების შემცირება?
8. ჩამოთვალეთ საწარმოო სათავსთა განათების სახეები.
9. საიდან იკვებება საავარიო განათება?

## 1.15. შრომის ჰიგიენა

შრომის ჰიგიენა არის მეცნიერება რომელიც შეისწავლის წარმოების პირობებში ადამიანის ჯანმრთელობაზე ფიზიკური, ქიმიური, ელექტროფიზიკური და ელექტროქიმიური ფაქტორების ზემოქმედებას. შრომის ჰიგიენის ძირითადი ამოცანაა იმ ღონისძიებათა შემუშავება, რომლებიც საწარმოში მაქსიმალურად გააუმჯობესებენ შრომის პირობებს და შეამცირებენ პროფდაავადებებს. დადგენილია რომ სამუშაო დღის განმავლობაში ადამიანის შრომისუნარიანობა არ არის ერთნაირი. როდესაც მომუშავე შედის შრომის რიტმში, შრომისნაყოფიერება თანდათან მატულობს, აღწევს მაქსიმუმს რამდენიმე საათს და შემდეგ იწყება შრომისუნარიანობის დაქვეითება, ანუ დაღლა. მაღალი შრომის მწარმოებლობის შესანარჩუნებლად აუცილებელია: მუშაობაში თანდათანობით ჩაბმა, მუშაობის რიტმულობა, გონებრივი შრომის დროს თანმიმდევრობა, შრომისა და დასვენების სწორი რეჟიმი. ადამიანთა დასვენების ძირითად ფორმას წარმოადგენს ძილი, შრომის ერთი სახეობიდან მეორეზე გადასვლა, აგრეთვე ისეთი ფაქტორები, როგორცაა: სამუშაო ადგილზე საპაერო გარემოს მდგომარეობა, განათება, ავეჯის რაციონალური განლაგება, მყუდროება, კედლების შეღებვა სათანადო ფერებში, განსაზღვრული კალორიული საკვების მიღება.

## 1.16. ელექტრული დენით დაშავებულთათვის პირველი სამედიცინო დახმარების აღმოჩენა

დაშავებულთათვის პირველი დახმარება ეს არის ღონისძიებათა კომპლექსი, რომელიც მიმართული მათი სიცოცხლის უნარიანობისა და ჯანმრთელობის აღდგენის ან შენარჩუნებისათვის. სამედიცინო პერსონალის მოსვლამდე თანადგომა და მზრუნველობა აღმოჩენილი უნდა იქნეს დაზარალებულის გვერდით მყოფი პირის (ურთიერთდახმარება) ან თვით (თვითდახმარება) დაშავებულის მიერ. იმაზე, თუ რამდენად სწრაფად და საზრიანად იქნება აღმოჩენილი პირველი დახმარება, მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული დაშავებულის სიცოცხლე და მკურნალობის ეფექტურობა.

**დაიმახსოვრეთ!** თითოეულმა ადამიანმა უნდა იცოდეს, როგორ აღმოუჩინოს პირველი დახმარება დაშავებულსა და თავის თავს.

ელექტრული დენით დაშავებულთათვის პირველი დახმარება ორი ეტაპისაგან შედგება: დაშავებულის განთავისუფლება დენის მოქმედებისაგან და პირველადი სამედიცინო დახმარების აღმოჩენა ექიმის მოსვლამდე.

**ადამიანის განთავისუფლება დენის მოქმედებისაგან.**

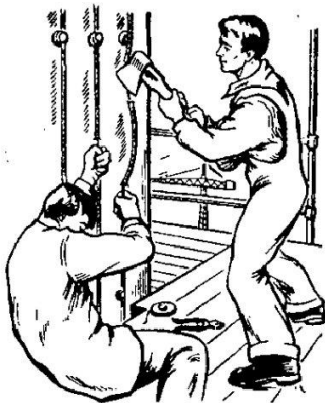
**დაიმახსოვრეთ!** ელექტრული დენით დაზიანების შემთხვევაში საჭიროა სწრაფად გავათავისუფლოთ დაშავებული ელექტრული დენის მოქმედებისაგან, რადგან დენის მოქმედების ხანგრძლივობაზე დიდადაა დამოკიდებული ელექტროტრამვის სიმძიმე.



ძაბვის ქვეშ მყოფი დაზარალებული ხშირად დამოუკიდებლად ვერ ითავისუფლებს თავს. ეს ხდება კუნთების უნებლიე კრუნჩხვითი შეკუმშვებისას, კიდურებისა ან სხვა ორგანოთა დამბლის, ნერვიული სისტემის დაზიანებისას, როდესაც იგი ვეღარ გადაადგილდება მძიმე მექანიკური ტრამვის ან გონების დაკარგვის გამო. მისი გათავისუფლება შესაძლებელია რამდენიმე გზით. მათგან პირველია ელექტროდანადგარის სწრაფი გამორთვა.

ელექტროდანადგარის გამორთვა ხდება უახლოესი ამომრთველის გათიშვით მცველების ამოხრახნით, შტეფსელის გამორთვით და ა.შ. მხედველობაში უნდა მივიღოთ რომ თუ დაზარალებული გარკვეულ სიმაღლეზეა შეიძლება გამორთვისას იგი ჩამოვარდეს, ხოლო, ამორთვისას შეიძლება შუქი ჩაქრეს, ამიტომ საჭიროა ვიქონიოთ ფარანი, სანთელი, და ა.შ. თუ გვაქვს ავარიული განათება სასწრაფოდ ჩავრთოთ იგი.

თუ სწრაფი ამორთვა შეუძლებელია დაშორების ან მიუდგომლობის გამო შეიძლება წრედი გავთიშოთ გამტარის გადაჭრით ან დაშავებული მოვაცილოთ გამტარს. მეთოდის შერჩევა დამოკიდებულია ძაბვაზე და უმთავრესად დამხმარის კვალიფიკაციაზე, ყველა შემთხვევაში, საჭიროა დაშავებულის სწრაფი განთავისუფლება და ზრუნვა რათა თავად დამხმარე არ აღმოჩნდეს ძაბვის ქვეშ.



ნახ.1.18. სადენის გადაჭრა მშრალი ხისტარიანი ცულით



ნახ.1.19. დაზარალებულის გამოთრევა მშრალ ტანსაცმელზე ხელის ჩავლებით

1000 ვ-მდე ძაბვის ქვეშ ზოგჯერ შეიძლება გამტარის გადაჭრა მშრალ ხისტარიან ცულით ან ინსტრუმენტით, რომელსაც იზოლირებული სახელური აქვს. შეიძლება გამოვიყენოთ ნებისმიერი არაიზოლირებულსახელურიანი მჭრელი იარაღებიც, თუ გვეცმევა რეზინის ხელთათმანები და ფესსაცმელი (ნახ.1.18). მოკლე ჩართვის ან ელექტრული რკალის წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად თითოეული გამტარი ცალ-ცალკე უნდა გადაიჭრას, რათა არ მოხდეს დამხმარის დაწვა ან თვალის დაზიანება.

შეიძლება დაზარალებულის გამორთვა მშრალ ტანსაცმელზე ხელის ჩავლებით. ამ შემთხვევაში არ უნდა შევეხოთ მის სხეულს და ჩამიწებულ საგნებს. უნდა ვიმოქმედოთ ერთი ხელით, მეორე ხელი უნდა იყოს ჯიბეში ან ზურგზე (ნახ.1.19).

თუ ტანსაცმელი დასველებულია და აუცილებელია დაზარალებულთან შეხება, უნდა გვეცვას დიელექტრიკული ხელთათმანები, ხოლო მათი არქონის შემთხვევაში ხელზე უნდა დავიხვიოთ მშრალი ქსოვილი (მაგ. შარფი, პიჯაკის ან პალტოს სახელო და ა.შ.), ასევე შესაძლებელია დაზარალებულზე დავაგდოთ პიჯაკი, ლაბადა, რეზინის ხალიჩა ან უბრალოდ მშრალი ქსოვილი, თუ მოხერხდება, იატაკისაგან იზოლაციისათვის უნდა ჩავიცვათ რეზინის ბოტები ან უბრალოდ, დავდგეთ მშრალ ტანსაცმელზე, ხეზე და ა.შ. იმაზე, რაც დენს არ ატარებს.

**დაიმანსოვრეთ!** თუ დაზარალებული კრუნჩხვითი შეკუმშვების გამო ხელს უჭერს გამტარს, უნდა გაეუხსნათ ხელი თითოეული თითის ცალ-ცალკე გახსნით. ამ შემთხვევაში დამხმარეს უნდა ეცვას დიელექტრიკული ხელთათმანი, ბოტები და იდგეს დიელექტრიკულ სადგარზე.



ნახ.120. დაზარალებულის განთავისუფლება 1000 ვ-ზე მეტი მაღალი ძაბვის ქსელში

გამტარის გადაგდება დაშავებულიდან შეიძლება მშრალი ჯოხით, ფიცრით ან სხვა დენგაუმტარი საგნით.

1000-ვ-ზე მაღალი ძაბვის დანადგარებში აუცილებელია დიელექტრიკული ხელთათმანის და ბოტების ჩაცმა და მოქმედება მაღალი ძაბვისათვის განკუთვნილი სპეციალური შტანგითა და მარწუხებით (ნახ.120). დიელექტრიკული ბოტები აუცილებელია ბიჯური ძაბვისაგან დასაცავად.

**დაიმანსოვრეთ!** ელექტროდანადგარის ავტომატური გამორთვა შესაძლებელია მოკლე ჩართვის მოწყობით ან ფაზის ჩამიწებით. ეს მოსახერხებელია მაღალი ძაბვის შემთხვევაში, რადგანაც ეს ელექტროდანადგარები აღჭურვილია სწრაფმოქმედი სარელეო დაცვით. თუმცა ეს მოქმედებები საშიშია და უნდა მივმართოთ მხოლოდ უკიდურეს შემთხვევაში. მაგალითად, საჰაერო ხაზებზე, როცა დაშორების გამო დაშავებულს სწრაფად ვერ გავათავისუფლებთ.

მოკლედ შერთვა და ჩამიწება საჰაერო ხაზებზე შესაძლებელია მათზე ჩამამიწებელი გამტარის გადაგდებით. სასურველია შესაბამისი სიგრძის სპილენძის არა-იზოლირებული მოქნილი სადენი. შეიძლება ნებისმიერი ჩვეულებრივი არაიზოლირებული გამტარის გამოყენებაც. გადაგდებული გამტარის კვეთი უნდა იყოს საკმაო, რათა არ დაიწვას მოკლე ჩართვის დენით, სპილენძის შემთხვევაში კვეთი უნდა იყოს: 1000 ვ-მდე-16მმ<sup>2</sup> და 1000 ვ-ზე-25მმ<sup>2</sup>. გადაგდების წინ გამტარის ერთი ბოლო საიმედოდ ჩამიწდება, მეორე ბოლოზე კი პატარა ტვირთს ამაგრებენ. გადაგდება ისე უნდა მოხდეს, რომ გამტარი არ შეეხოს ადამიანებს, მათ შორის დაზარალებულს და დამხმარეს. თუ დაშავებული ეხება ერთ გამტარს, ხშირად საკმარისია მხოლოდ ამ გამტარის ჩამიწება.

### საკონტროლო კითხვები:

1. რა არის დაშავებულთათვის პირველი დახმარება?
2. რომელი ეტაპებისაგან შედგება ელექტრული დენით დაშავებულთათვის პირველი დახმარება?
3. როგორ ხდება ელექტროდანადგარის გამორთვა?
4. როგორ არის შესაძლებელი მოკლედ შერთვისა და ჩამიწების გაკეთება?
5. რისგან გვიცავს დიელექტრიკული ბოტები?

### 1.17. პირველი სამედიცინო დახმარების გაწევის საკითხები

ელექტროდანადგარებთან მომუშავე პერსონალს უნდა შეეძლოს დაშავებულთათვის პირველადი დახმარების აღმოჩენა. ეს უნდა მოხდეს მისი დენისაგან გათავისუფლებისთანავე. მისი სხვა ადგილზე გადაყვანა ხდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც საშიშროება კვლავ არსებობს, ანდა არსებული პირობები ცუდია (მაგ. სიბნელე, წვიმა, სივიწროვე და სხვა).

პირველადი დახმარების ღონისძიებები დამოკიდებულია დაზარალებულის მდგომარეობაზე, რის გასაგებადაც იგი უნდა დავაწვინოთ ზურგზე და შევემოწმოთ სუნთქვა და პულსი.

დაშავებული სუნთქავს, თუ მისი სხეული მკერდის მიდამოებში თანაბრად მოძრაობს ზემოთ და ქვემოთ. სუნთქვის დარღვევა ადვილი შესამჩნევია. ამ დროს დაშავებულის მკერდი არათანაბრად მოძრაობს და საჭიროა ხელოვნური სუნთქვა.

**დაიმსხსოვრეთ!** გულის შეკუმშვები მიუთითებს იმაზე, რომ გული მუშაობს. ამის შესამჩნევად უნდა მოვუხმინოთ მას მკერდის მარცხენა ნახევარზე ყურის დადებით ან შევამოწმოთ პულსი ყველაზე შესამჩნევ ადგილას – საძილე არტერიასთან ან სხვაგან, მაგ. ხელზე.

საძილე არტერიასთან ყველაზე სუსტი პულსიც კი ისინჯება, ხოლო თუ აქაც არ ისინჯება, მაშინ გული აღარ იკუმშება (ნახ.1.21). ამ შემთხვევაში დაშავებულის თვალების გუგები გაფართოებულია. სუნთქვისა და გულისცემის შემოწმება უნდა მოხდეს სწრაფად 15–20წმ-ში.



ნახ.1.21. პულსის შემოწმება საძილე არტერიაზე

თუ დაზარალებული გონებაზეა, უნდა დავაწვინოთ მშრალ სადგარზე (საფენზე), ზემოდან დავაფაროთ ტანსაცმელი, დაველოდოთ ექიმს, დავაკვირდეთ სუნთქვასა და გულისცემას. მან არ უნდა იმოძრაოს, არ უნდა გააგრძელოს მუშაობა იმიტომ, რადგან დენის მოქმედება შეიძლება მოგვიანებითაც გამოვლინდეს, რამდენიმე წუთის საათის და დღის შემდეგ. თუ ექიმის გამოძახება შეუძლებელია, იგი საკაცით უნდა გადავიყვანოთ საავადმყოფოში.

თუ დაზარალებული უგონოდაა, მაგრამ პულსი და სუნთქვა აღენიშნება, უნდა დავაწვინოთ მოხერხებულად, გავუხსნათ ქამარი, ტანსაცმელი, მივაწოდოთ სუფთა ჰაერი, ნიშადურიანი ბამბა მივუტანოთ ცხვირთან,

სახეზე ვასხუროთ წყალი, დავეუბილოთ და გავუბოთოთ სხეული. ექიმის მოსვლამდე იგი მშვიდ გარემოში უნდა იყოს.

**დაიმახსოვრეთ!** თუ დაზარალებული ცუდად სუნთქავს, მაგრამ პულსი იხიბვება, სასწრაფოდ უნდა ჩავუტაროთ ხელოვნური სუნთქვა.

თუ სასიცოცხლო ნიშნები არ აღინიშნება, ანუ როცა არც პულსია, არც გულსცემა, თვალის გუგები გაფართოებულია და არ რეგირებს სინათლეზე, არც მტკივნეულ გამაღიზიანებლებზე, ეს ნიშნავს კლინიკურ სიკვდილს. ამ დროს დაუყოვნებლივ საჭიროა ხელოვნური სუნთქვა და გულის მასაჟი დროული და სწორი პირველი დახმარება გადარჩენის საწინდარია. ძირითადად, დრო კლინიკური სიკვდილიდან ბიოლოგიურ სიკვდილამდე 4–5 წუთია, მაგრამ ყოფილა შემთხვევებიც, როცა ეს დრო უფრო მეტია. ამიტომ ექიმის მოსვლამდე მას პირველადი დახმარება არ უნდა შეეუწყვიტოთ. ბიოლოგიური სიკვდილის არსებობას დაადგენს მხოლოდ ექიმი.

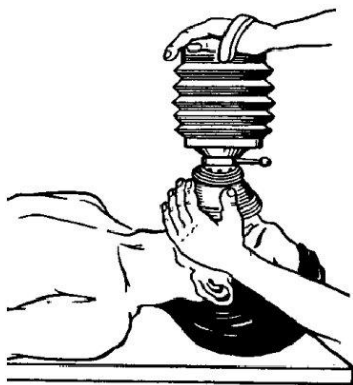
### საკონტროლო კითხვები:

1. როდის უნდა მოხდეს დაშავებულთათვის პირველადი დახმარების აღმოჩენა?
2. სად უნდა შევამოწმოთ პულსი?
3. როგორია კლინიკური სიკვდილის ნიშნები?
4. როგორ მოვიქცეთ თუ დაზარალებული გონებაზეა?
5. როგორ მოვიქცეთ თუ დაზარალებული უგონოდაა, მაგრამ პულსი და სუნთქვა აღინიშნება?

## 1.18. ხელოვნური სუნთქვა

ხელოვნური სუნთქვის დანიშნულებაა ორგანიზმისათვის ჟანგბადის მიწოდება. გარდა ამისა, იგი რეფლექტორულად მოქმედებს სასუნთქ ცენტრზე თავის ტვინში, რაც ეხმარება დაზარალებულს ბუნებრივი სუნთქვის აღდგენაში.

ხელოვნური სუნთქვა შეიძლება ჩატარდეს აპარატით ან ხელით. აპარატი შეიძლება იყოს ავტომატური ან არაავტომატური (ხელის). ნახ. 1.22-ზე ნაჩვენებია ხელოვნური სუნთქვის ჩასატარებელი ხელის პორტატული აპარატი.



ნახ.1.22. ხელოვნური სუნთქვის ჩატარება აპარატით

აპარატის შეკუმშვით ადამიანს ჰაერი მიეწოდება 0.25–1.5 ლ მოცულობით. აპარატს აქვს სარქველი, რითაც შესაძლებელია მიუერთოთ ჟანგბადის ბალიშს. ამ შემთხვევაში დაშავებულს მივაწვდით ჟანგბადით მდიდარ ჰაერს. როდესაც აპარატი გაიშლება ამ დროს ხდება პასიური ამოსუნთქვა და ჰაერი გამოვა სპეციალური სარქველით.

პირველ რიგში, დაშავებულს უნდა შევეუხსნათ ტანსაცმელი, დავაწვინოთ იატაკზე ან მაგიდაზე ზურგით. ხელოვნური სუნთქვის ჩასატარებლად ქვედა ყბას გამოწვევენ წინ (ნახ.1.23,ა), ხოლო შემდეგ

თითებს გადაიტანენ ნიკაპზე და დააწვებიან ქვევით, გახსნიან პირს; შუბლზე დადებული მეორე ხელით გადასწვევენ თავს უკან ( ნახ.1.23,ბ).



ნახ.1.23. მომზადება ხელოვნური სუნთქვისათვის

ერთი ხელი ამოვუდოთ კისერში (ნახ.1.24.ა), მეორეთი გადავუწიოთ თავი ისე, რომ ნიკაპი და ყელი ერთ ხაზზე იყოს, თავქვეშ ამოვუდოთ ტანსაცმელი, გავუსინჯოთ პირის ღრუ, რათა შიგ არ აღმოჩნდეს სისხლი და ნერწყვი, თუ აქვს პროთეზი, მოვაშოროთ იგი. პირი გამოვუწმინდოთ ცხვირსახოციით ან პერანგის სახელოთი. ამ დროს იგი, დროებით, გვერდზე უნდა გადავაბრუნოთ.

დამხმარე ღრმად ჩაისუნთქავს და მერე დაშავებულს ჩაბერავს პირში. ამ დროს მან უნდა მოიცვას მთელი პირი, ხოლო ცხვირი დაფაროს ლოყით ან ხელი მოუჭიროს. შემდეგ იგი მოცილდება დაზარალებულს, ხელახლა ჩაისუნთქავს და ისევ ჩაბერავს. პატარა ბავშვებს ერთდროულად ჩაბერავენ ცხვირში და პირში (ნახ.1.24.ბ).



ნახ.1.24. ხელოვნური სუნთქვის ჩატარება „პირიდან-პირში“ მეთოდით

ხანდახან კრუნჩხვის გამო პირის გახსნა შეუძლებელია. ასეთ დროს ტარდება ხელოვნური სუნთქვა პირიდან ცხვირში.

ზრდასრულ ადამიანს წუთში 10–12-ჯერ უტარდება ხელოვნური სუნთქვა, ესე იგი ყოველ 5–6 წამში, ბავშვებს – 15–18-ჯერ, ანუ ყოველ 3–4 წამში.

**დაიმახსოვრეთ!** ხელოვნური სუნთქვა უნდა გაგრძელდეს მანამ, სანამ დაშავებულს არ აღუდგება ღრმა, რიტმული, დამოუკიდებელი სუნთქვა.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რა დანიშნულება გააჩნია ხელოვნურ სუნთქვას?
2. აღწერეთ როგორ ვატარებთ ხელოვნური სუნთქვას.
3. სანამ უნდა გაგრძელდეს ხელოვნური სუნთქვა?

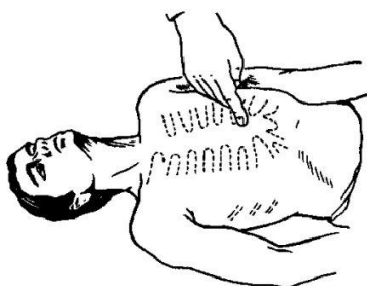
## 1.19. გულის მასაჟი

გულის მასაჟის მიზანია დაშავებულის ორგანიზმში სისხლის მიმოქცევის ხელოვნური შენარჩუნება და გულის ნორმალური შეკუმშვების აღდგენა.

სისხლის მიმოქცევა აუცილებელია იმისათვის, რომ ყველა ორგანოსა და ქსოვილს მიეწოდოს ჟანგბადი, რაც მიიღწევა ხელოვნური სუნთქვით. ასე რომ, გულის მასაჟთან ერთად აუცილებელია ხელოვნური სუნთქვაც.

გულის ნორმალური შეკუმშვების აღდგენა ხდება გულის კუნთების (მიოკარდის) მექანიკური გაღიზიანებით. ამ დროს წნევა არტერიებში საკმარისია იმისათვის, რომ სისხლი მიეწოდოს ყველგან (10–13 კპა ანუ 80–100 ვწყ.სვ.)

გულის მასაჟის ჩასატარებლად (ხელოვნურ სუნთქვასთან ერთად) დაშავებული უნდა დავაწვინოთ ზურგით მაგარ ზედაპირზე. გავუხსნათ ტანსაცმელი, გავუშინოთ მკერდი. დამხმარე დგება დაშავებულის ერთ-ერთ მხარეს ისე, რომ ადვილად დაიხაროს მასზე. დაწოლა ხდება გულის ქვედა მესამედზე (ნახ.1.25). დამხმარე ადებს ერთი ხელის გულის ქვედა ნაწილს, ზემოდან მეორე ხელს სწორი კუთხით და აწვება მას. თითები გაშლილია და არ ეხება დაშავებულს (ნახ.1.26.)



ნახ.1.25. დაზარალებულის მკერდზე დაწოლის ადგილი გულის მასაჟის დროს



ნახ.1.26. ხელების მდებარეობა გულის მასაჟის დროს

დაწოლა ხდება სწრაფი ბიძვით. ამ დროს მკერდის ქვედა მესამედი უნდა ჩაიზნეოს 3–4 (მსუქნებისთვის 5–6) სმ-ზე.

**დაიმახსოვრეთ!** რბილ ქსოვილზე დაჭერა არ შეიძლება, რადგან შეიძლება დაეზიანოთ ღვიძლი.



ნახ.1.27. გულის მასაჟსა და ხელოვნურ სუნთქვას ატარებს ორი ადამიანი

დაწოლა ხდება დაახლოებით, წამში ერთხელ. ბავშვებისათვის მასაჟი ტარდება მხოლოდ ერთი ხელით წამში 2-ჯერ, ხელი მკერდს არ უნდა მოვაშოროთ. გულის მასაჟის პარალელურად ტარდება ხელოვნური სუნთქვაც.

თუ დამხმარე ორია, მაშინ ერთი ატარებს გულის მასაჟს, მეორე – ხელოვნურ სუნთქვას. ისინი ერთმანეთს შეენაცვლებიან ყოველ 5–10 წუთში.

ყოველ ერთ დრმა ჩაბერვას უნდა მო-

ჰყვეს 5-ჯერ დაწოლა გულზე. თუ ეს შედეგს არ იძლევა, ყოველ ორ ჩაბერვას უნდა მოყვეს 15 დაწოლა. ჩასუნთქვის დროს დაწოლა არ შეიძლება (ნახ.127).

თუ დამხმარე ერთია, მაშინ ყოველ ორ ღრმა ჩაბერვას მოყვება 15-ჯერ დაწოლა გულზე, შემდეგ ისევ ორი ჩაბერვა და ა.შ.

მასაჟის ეფექტურობაზე მიუთითებს პულსი საძილე არტერიაზე, ასევე გუგების შევიწროება, სუნთქვის აღდგენა, სილურჯის შემცირება. მას აკვირდება პიროვნება, რომელიც ხელოვნურ სუნთქვას ატარებს. ყოველ ორ წუთში მასაჟი წყდება 2-3-წმ-ით და მოწმდება პულსი. თუ პულსი არ ისინჯება, მასაჟი გრძელდება. თუ სხვა ფუნქციები აღდგა და პულსი არ არის, ეს მიუთითებს გულის ფიბრილაციაზე. ამ შემთხვევაში პირველადი დახმარება გრძელდება ექიმის მოსვლამდე ან გზაშიც მისი საავადმყოფოში გადაყვანისას, სადაც ჩაუტარებენ გულის ელექტრულ დეფიბრილაციას.

#### **საკონტროლო კითხვები:**

1. რა არის გულის მასაჟის მიზანი?
2. აღწერეთ გულის მასაჟის ჩატარების პროცედურა.
3. რა მიუთითებს მასაჟის ეფექტურობაზე?

#### **შეფასების ინდიკატორები:**

##### **შრომის და ხანძარსაწინააღმდეგო უსაფრთხოება:**

- სამშენებლო მოედანზე უსაფრთხოების სასიგნალო ნიშნებისა და ხანძარსაწინააღმდეგო ფარების მოწყობა;
- შრომის ინდივიდუალური უსაფრთხოების აღჭურვილობის გამოყენება.

##### **ელექტროუსაფრთხოება:**

- ელექტროდენის ზემოქმედებისაგან ადამიანის გათავისუფლება;

##### **ჰიგიენური და სანიტარულ-ტექნიკური ღონისძიებები:**

- შრომის არაჯანსაღი პირობების აღმოფხვრა;

##### **ექიმამდელი პირველი სამედიცინო დახმარება:**

- გულის გაჩერების დროს ხელოვნური სუნთქვის ჩატარება;
- დაშავებულთათვის პირველადი სამედიცინო დახმარების აღმოჩენა.

## თავი II. ელექტრული და მაგნიტური წრედების ძირითადი ცნებები და კანონები

ამ თავში თქვენ გაეცნობით ელექტრობის წარმოშობის მიზეზებს; დამუხტულ სხეულთა ურთიერთქმედებას; ელექტროტექნიკის ძირითად ცნებებს; ელექტრული ენერჯის წყაროებსა და მიღებას; ელექტროსადგურების სახეებსა და მათი მოქმედების პრინციპებს; ელექტრული წრედის ელემენტებს, მათი შეერთების სახეებსა და ძირითად კანონებს; ელექტრული და მაგნიტური ველების ცნებებსა და თვისებებს; ერთფაზა და სამფაზა ცვლადი დენის წრედებსა და მათ პარამეტრებს; სიმძლავრეებსა და მათ სახეებს.

### 2.1. ელექტრობის წარმოშობის მიზეზები

ჯერ კიდევ ჩვენს წელთაღრიცხვამდე ძველმა ბერძნებმა შეამჩნიეს, რომ შალის ნაჭერზე გახახუნებული ქარვის ნაჭერი იძენდა თვისებას მიეზიდა მცირე ზომის სხეულები. ქარვას ბერძნულად „ელექტრონი“ ჰქვია. აქედან წამოვიდა სიტყვა „ელექტრობა“ და შესაბამისად – ელექტროტექნიკა. აქედან დაიწყო ლაპარაკი ელექტრული მოვლენების, სხეულში ხახუნის შედეგად ელექტრობის ანუ ელექტრული მუხტის გამოვლენის შესახებ.

სხეულში ელექტრული მუხტების წარმოქმნის პროცესს ელექტრიზაცია ეწოდება, ხოლო სხეულს, რომელსაც ელექტრული მუხტი გააჩნია – დამუხტული. მოგვიანებით აღმოჩნდა, რომ იგივე თვისებას იძენდა ებონიტი, მინა, ფისი, გოგირდი.

თუ ერთ დამუხტულ სხეულს მივიტანთ მეორე სხეულთან, მაშინ მუხტები იწყებენ გადასვლას დაუმუხტავ სხეულზე. ნახ.2.1-ზე ნაჩვენებია, რომ აბრეშუმის ძაფზე დაკიდებული ქაღალდის ბურთულაზე დამუხტული ჯოხის მიკარებისას ბურთულა მისგან განიზიდება, რაც მიგვანიშნებს დამუხტული ჯოხიდან მუხტების ნაწილობრივ გადასვლას ჰილზაზე.



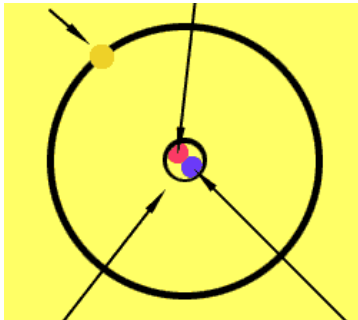
ნახ.2.1. სხეულთა ელექტრიზაცია

მარტივი ცდებით დადგენილია, რომ ბუნებაში არსებობს ორი სახის ელექტრული მუხტი. ელექტრულ მუხტს, რომელიც ჩნდება მინის წკირზე, მისი აბრეშუმის ნაჭერზე გახახუნების შედეგად, უწოდეს უარყოფითი, ხოლო მუხტს, რომელიც ჩნდება ებონიტის წკირზე მისი შალზე გახახუნების შედეგად, უწოდეს დადებითი.

როგორც ცნობილია, ნებისმიერი სხეული შედგება უმცირესი ნაწილაკებისაგან – მოლეკულებისაგან; მოლეკულა – ატომებისაგან; ატომები კიდევ უფრო მცირე ნაწილაკებისაგან: პროტონების, ნეიტრონებისა და ელექტრონებისაგან.



პროტონებსა და ელექტრონებს გააჩნიათ ელექტრული მუხტი, ხოლო ნეიტრონი უმუხტოა. მუხტი ნაწილაკის თვისებაა და არ არსებობს მის გარეშე, მაშინ, როცა ელექტრონი (-) ნეიტრონი (0)



ატომბირთვი პროტონი (+)  
ნახ. 2.2. წყალბადის ატომის აგებულება

ნაწილაკი შეიძლება არსებობდეს მუხტის გარეშე. ნახ.2.2-ზე სქემატურად წარმოდგენილია წყალბადის ატომის აგებულება, რომელიც შეიცავს ორ დამუხტულ ნაწილაკს. ამ ნაწილაკთა მუხტების ბუნება სხვადასხვაა და პირობითად გაჩერებული ნაწილაკის – პროტონის მუხტს უწოდეს დადებითი (+), ხოლო მოძრავი ნაწილაკის – ელექტრონის მუხტს უწოდეს უარყოფითი (-). ატომის ცენტრალურ ნაწილს ეწოდება ატომბირთვი და მისი მუხტი დადებითია. იგი გაწონას-

წორებულია მის ირგვლივ მბრუნავი უარყოფით ნიშნის მუხტის მქონე ელექტრონით.

ჩვეულებრივი მდგომარეობისას ატომში დადებითი და უარყოფითი მუხტების რაოდენობა თანაბარია და ატომიც ელექტრულად გაწონასწორებულ მდგომარეობაშია, ამიტომ ატომი არ ამუღავნებს ელექტრულ თვისებებს ანუ როგორც ამბობენ ელექტრულად ნეიტრალურია. შესაძლებელია ატომბირთვიდან უფრო დაშორებული ელექტრონი მოწყდეს ატომბირთვს და გადავიდეს მეორე სხეულში ან ატომში შეიჭრას ჭარბი ელექტრონები. ამ დროს ელექტრული მუხტების წონასწორობა ირღვევა: ელექტრონდაკარგულ სხეულში აღმოჩნდება ელექტრონების ნაკლებობა და იგი დაიმუხტება დადებითად, ხოლო მეორე სხეულში აღმოჩნდება ელექტრონების სიჭარბე და იგი დაიმუხტება უარყოფითად. ცდებით დადგენილია, რომ დამუხტული სხეულები ერთმანეთზე ურთიერთქმედებენ.

**დამახსოვრეთ!** ერთნაირნიშნის მუხტები განიზიდებიან, ხოლო სხვადასხვანიშნისანი – მიიზიდებიან (ნახ.2.3).



ნახ.2.3. დამუხტულ სხეულთა ურთიერთქმედება

ელექტრომუხტების ურთიერთქმედება ხდება მატერიალური გარემოს მეშვეობით, რომელსაც ელექტრული ველი ეწოდება. ელექტრული ველი აღიჭვრება ყოველი მუხტის გარემომცველ სივრცეში და მისი დამახასია-

თებელი ძირითადი თვისებაა დამუხტულ ნაწილაკზე ძალური ზემოქმედება.

ნებისმიერი ელექტრომუხტი (ან დამუხტული სხეული) სივრცეში ქმნის ელექტრულ ველს, მაგრამ ჩვენ მას ვერ ვხედავთ და ვერც შევიგრძნობთ.

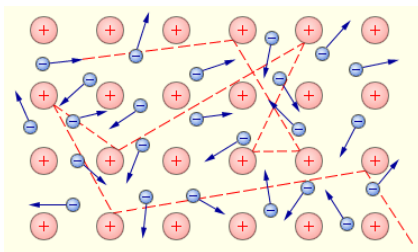
ელექტრული ველის აღმოჩენა შეიძლება მისი ზემოქმედებით დამუხტულ სხეულზე (ან ელექტრომუხტზე), რომელიც შეიტანება ამ ველში. ამავე დროს, ველში შეტანილი დამუხტული სხეულიც ქმნის თავის ირგვლივ ელექტრულ ველს. შედეგად ხდება სხეულთა ურთიერთქმედება (ნახ.2.3).

### საკონტროლო კითხვები:

1. საიდან წამოვიდა სიტყვა „ელექტრობა“?
2. რა მოხდება თუ ერთ დამუხტულ სხეულს მივიტანთ მეორესთან?
3. რამდენი სახის მუხტი არსებობს ბუნებაში?
4. რისგან შედგება ნებისმიერი სხეული?
5. როგორ ურთიერთქმედებენ ერთმანეთთან ერთნაირ და სხვადასხვანიშნიანი მუხტები?
6. რისი მეშვეობით ხდება ელექტრული მუხტების ურთიერთქმედება?

## 2.2. ელექტროტექნიკის ძირითადი ცნებები

ზოგიერთ ნივთიერებაში დამუხტული ნაწილაკები მთელ მოცულობაში გადაადგილდება. გადაადგილების უნარის მქონე თავისუფალი ელექტრონები არსებობენ მხოლოდ განსაზღვრულ ნივთიერებებში, რომელთაც გამტარები ეწოდებათ. გამტარებში ატომებს შორის სხვადასხვა მიმართულებით ანუ ქაოსურად მოძრაობს თავისუფალი ელექტრონების უზარმაზარი რაოდენობა (ნახ.2.4). მათი მოძრაობის სიჩქარე განისაზღვრება გამტარის თბური მდგომარეობით.



ნახ.2.4. გამტარებში ელექტრონების ქაოსური მოძრაობის პირობითი გამოსახულება

თავისუფალი მუხტის ხასიათის მიხედვით არსებობს ორი სახის გამტარები: კერძოდ, პირველი და მეორე რიგის გამტარები. პირველი რიგის გამტარებში თავისუფალი მუხტი ელექტრონია. მათ რიცხვში შედის: ლითონები, მათი შენადნობები და გრაფიტი. მეორე რიგის გამტარებში თავისუფალი მუხტი იონია. მეორე რიგის გამტარებს მიეკუთვნება: მარი-

ლთა წყალხსნარები, მჟავები და ტუტეები. მათ სხვაგვარად ელექტროლიტებს უწოდებენ.

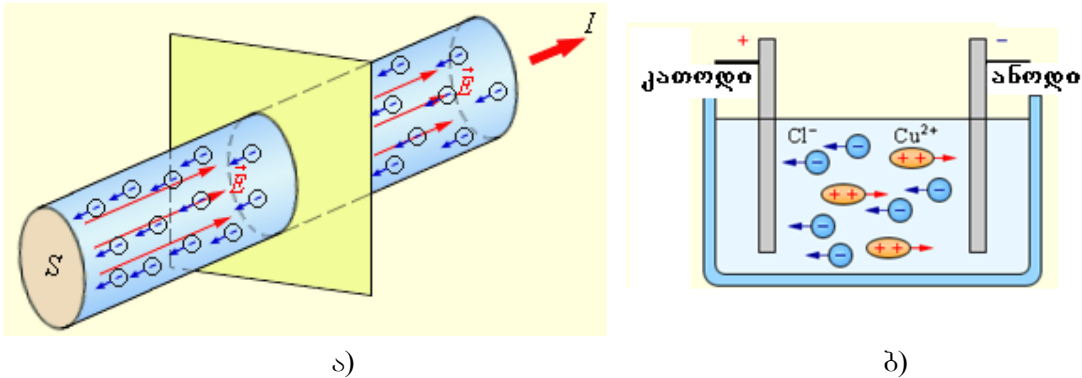
თავისუფალი ელექტრონების მიმართული მოძრაობა შეიძლება მივიღოთ შემდეგნაირად: ავიღოთ ლითონის გამტარი და ერთი ბოლო მივუერთოთ უარყოფითად დამუხტულ ლითონის ბურთულას, ხოლო მეორე ბოლო – დადებითად დამუხტულს. ჭარბი ელექტრონების რაოდენობა, რომელიც გააჩნია უარყოფითად დამუხტულ ბურთულას დაიწყებს მოძრაობას დადებითად დამუხტული ბურთულასაკენ, რომელიც განიცდის ელექტრონების ნაკლებობას, ანუ გამტარში გაივლის ელექტრული დენი. ეს პროცესი გაგრძელდება მანამ, სანამ ბურთულების მუხტები (ანუ, როგორც მათ უწოდებენ პოტენციალები) არ გათანაბრდება, სხვაგვარად რომ ვთქვათ, სხვადასხვა ნიშნით დამუხტულ ბურთულებს შორის პოტენციალთა სხვაობა არ გახდება ნულის ტოლი. მუხტების (პოტენციალების) გათანაბრების პროცესი გრძელდება ძალიან მცირე დროის განმავლობაში, თითქმის მყისიერად.

თუ გამტარის ბოლოებზე შევქმნით განსაკუთრებულ პირობებს და ბურთულებს შორის დავიჭერთ პოტენციალთა სხვაობას, მაშინ შეიძლება მივადწიოთ

თავისუფალი ელექტრონების მიმართულ მოწესრიგებულ მოძრაობას, რასაც ელექტრული დენი ეწოდება.

პირველი გვარის გამტარებში, ანუ ლითონებში, ელექტრული დენს წარმოადგენს თავისუფალი ელექტრონების მიმართული, მოწესრიგებული მოძრაობა (ნახ.2.5,ა), ხოლო მეორე გვარის გამტარებში, ანუ ელექტროლიტებში ელექტრულ დენს წარმოადგენს დადებითი და უარყოფითი იონების მიმართული მოწესრიგებული მოძრაობა (ნახ.2.5,ბ).

დენს, რომელიც არ იცვლის თავის სიდიდეს და მიმართულებას დროის განმავლობაში, მუდმივი დენი ეწოდება.



ნახ.2.5. ელექტრონების მოწესრიგებული მოძრაობა ლითონის გამტარში და დენი I, გამტარის განივკვეთი S და ელექტრული ველი (ა) და ელექტროლიტებში (ბ)

გამტარის დანიშნულებაა ელექტრული დენის გატარება. დროის ერთეულში გამტარის განივკვეთში შეიძლება გაიაროს თავისუფალი ელექტრონების დიდმა ან მცირე რაოდენობამ. გამტარში ელექტრონების მოძრაობის ინტენსიურობის რაოდენობრივი დახასიათებისათვის შემოტანილია დენის ძალის (დენის სიდიდის, უბრალოდ დენის) ცნება.

დროის ერთეულში გამტარის განივკვეთში გამავალი მუხტების რაოდენობას დენის ძალა ეწოდება.

დენის ძალა აღინიშნება  $I$  (ი) ან  $i$  ასოთი და გამოითვლება ფორმულით:

სადაც  $q$  (ქუ) – გადატანილი მუხტის სიდიდეა და მისი ერთეულია კულონი (კ);  $t$  (ტე) – დრო, იგი იზომება წამებში (წმ).

**დაიმახსოვრეთ!** საერთაშორისო სისტემაში დენის ძალის საზომი ერთეულია ამპერი (შემოკლებით ა). ამპერი ეს ისეთი დენის ძალაა, როცა ერთ წამში გამტარის განივკვეთში გადაადგილდება ერთი კულონი რაოდენობის მუხტი.

ერთ კულონ მუხტს შეესაბამება  $6 \times 10^{18}$  რაოდენობის ელექტრონის ჯამური მუხტი. კულონი, ეს მუხტის ისეთი სიდიდეა, რომელიც გადის სადენში 1 წამში 1 ამპერი დენის დროს.

მძლავრ ელექტროტექნიკაში საქმე გვაქვს ამპერზე ათასჯერ მეტ სიდიდეებთან, ამიტომ პრაქტიკაში დენის ძალის საზომი ერთეულად გამოიყენება კილოამპერი (კა), რომელიც ტოლია 1000 ამპერის. ხშირად ელექტრო და რადიოტექ-

ნიკაში კი საქმე გვაქვს ამპერზე ათასჯერ და მილიონჯერ ნაკლებ დენებთან. ამიტომ პრაქტიკაში გამოიყენება დენის ძალის მცირე ერთეულები: ამპერის მეთასედი – მილიამპერი (მა) =  $10^{-3}$  ა და მემილიონედი – მიკროამპერი (მკა) =  $10^{-6}$  ა.

დენის დადებით მიმართულებად შეთანხმებით, პირობითად მიღებული იქნა ელექტრონების მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულება ანუ დადებითი მომჭერიდან უარყოფითისაკენ. გამტარში დენის გავრცელების სიჩქარე ტოლია სინათლის გავრცელების სიჩქარისა ანუ 300 000 კმ/წმ, მაშინ როცა დენის გავლის დროს ელექტრონების წინსვლითი მოძრაობის სიჩქარე რამდენიმე მმ/წმ-ია.

### საკონტროლო კითხვები:

1. რამდენი სახის გამტარები არსებობს?
2. ჩამოთვალეთ პირველი და მეორე რიგის გამტარები.
3. როდის შეიძლება მივადწიოთ თავისუფალი ელექტრონების მიმართულ მოწვესრიგებულ მოძრაობას?
4. რას ეწოდება ელექტრული დენი? და რა ერთეულებში იზომება იგი?
5. რას ეწოდება დენის ძალა? და რა ასოთი აღინიშნება?
6. როგორ დენს ეწოდება მუდმივი?

## 2.3. ელექტრული ენერჯის წყაროები

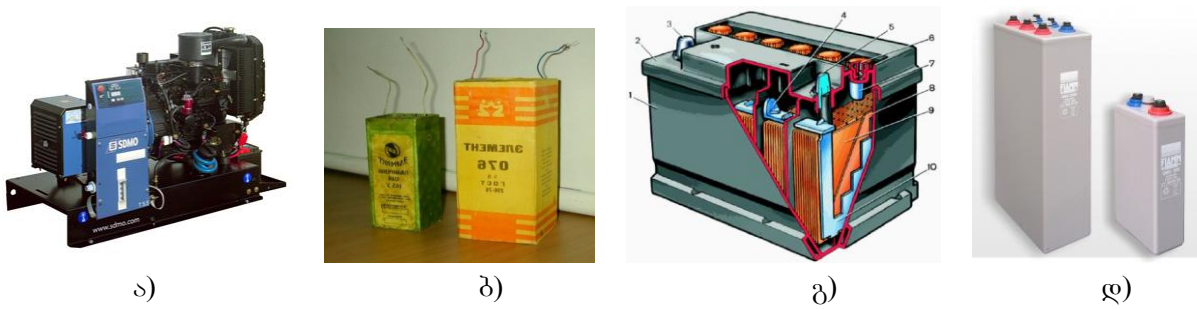
როგორც წინა პარაგრაფში აღვნიშნეთ, იმისათვის, რომ გამტარში უწყვეტად გაიაროს დენმა, აუცილებელია გამტარის ბოლოებზე ასევე უწყვეტად არსებობდეს პოტენციალთა სხვაობა, ანუ როგორც მას სხვანაირად უწოდებენ – ძაბვა. ამიტომ ელექტრული დენის მისაღებად არსებობს სპეციალური მოწყობილობები, რომლებიც გამტარის ბოლოებზე უწყვეტად ინარჩუნებენ პოტენციალთა სხვაობას (ძაბვას). ამ მოწყობილობებს ჩვეულებრივ ელექტრული ენერჯის ან დენის წყაროებს უწოდებენ.

ელექტროენერჯის ძირითად წყაროებს (ნახ.2.6) მიეკუთვნებიან: მექანიკური წყაროები – ელექტრული გენერატორები, რომლებიც მექანიკურ ენერჯიას გარდაქმნიან ელექტრულ ენერჯიად; ქიმიური წყაროები – გალვანური ელემენტები და აკუმულატორები, რომლებიც ქიმიურ ენერჯიას გარდაქმნიან ელექტრულ ენერჯიად. მიუხედავად იმისა, რომ გალვანური ელემენტი და აკუმულატორი ორივე ქიმიური წყაროებია, მათ შორის არსებობს განსხვავება. გალვანური ელემენტები აკუმულატორებისაგან განსხვავებით არ ექვემდებარებიან განმეორებით დამუხტვას.

ნებისმიერ წყაროს გააჩნია ორი მომჭერი, რომელთა შორის ხანგრძლივი დროის განმავლობაში შენარჩუნებულია პოტენციალთა სხვაობა. მომჭერს, რომელსაც გააჩნია ელექტრონების სიჭარბე აღნიშნავენ (-) ნიშნით, ხოლო მომჭერს, რომელსაც გააჩნია ელექტრონების ნაკლებობა – (+) ნიშნით. თუ ამ მომჭერებს გამტარით ერთმანეთთან შევაერთებთ, მაშინ გამტარში გაივლის დენი.

ელექტრული ენერჯის წყაროები ფლობენ განსაზღვრულ ელექტრომამოძრავებელ ძალას (ემძ). ის ქმნის და ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ინარჩუნებს გამტარის ბოლოებზე პოტენციალთა სხვაობას. იმისათვის, რომ მუხტები გადაად-

გილოს გამტარში, ელექტროენერჯის წყარომ უნდა შეასრულოს გარკვეული სამუშაო. გენერატორებში ეს სამუშაო სრულდება მექანიკური ენერჯის, ხოლო აკუმულატორებსა და გალვანურ ელემენტებში ქიმიური რეაქციის ხარჯზე.



ნახ.2.6. ელექტრული ენერჯის წყაროები: ა – გენერატორი; ბ – გალვანური ელემენტი; გ – მყავა აკუმულატორი; დ – ტუტე აკუმულატორი

იმ მუშაობას, რომელსაც ასრულებს ელექტროენერჯის წყარო მთელ ჩაკეტილ წრედში ერთეულოვანი სიდიდის (1 კულონი) დადებითი მუხტის გადასატანად, ეწოდება წყაროს ემძ. იგი აღინიშნება  $E$  (ე) ან  $e$  ასოთი და იზომება ვოლტებში (ვ). წყაროს ემძ ერთი ვოლტის ტოლია, თუ მთელ ჩაკეტილ წრედში ერთი კულონი მუხტის გადასატანად სრულდება ერთი ჯოული მუშაობა ( $ვ=ჯ/კ$ ).

ემძ-ის გაზომვის დროს პრაქტიკაში გამოიყენება როგორც დიდი ერთეული – კილოვოლტი (კვ) = 1000 ვ ასევე მცირე ერთეულები: მილივოლტი (მვ)=1/1000 ვ= $10^{-3}$  ვ; მიკროვოლტი (მკვ) = 1/1000000 ვ= $10^{-6}$  ვ.

**პოტენციალის ცნება.** ავიღოთ დადებითად დამუხტული ბურთულა და წარმოვიდგინოთ, რომ მასთან შორიდან მოვიტანეთ ერთეულოვანი დადებითი მუხტი. იმისათვის, რომ დავეძლიოთ ბურთულისა და ერთეულოვანი მუხტის განზიდვის ძალა, საჭიროა შევასრულოთ გარკვეული მუშაობა. ამ მუშაობის რიცხობრივი სიდიდე წარმოადგენს ბურთულის პოტენციალს.

ზემოთ ნახსენები ელექტრული ველის ნებისმიერ წერტილს გააჩნია პოტენციალი, რომელიც რიცხობრივად ტოლია იმ მუშაობისა, რომელიც საჭიროა ველის გარედან („უსასრულოდან“) მოცემულ წერტილში ერთეულოვანი სიდიდის დადებითი მუხტის გადასატანად.

**დაიმახსოვრეთ!** მიღებულია, რომ დედამიწას გააჩნია ნულოვანი პოტენციალი. თუ დედამიწის რომელიმე წერტილში პოტენციალი დედამიწის პოტენციალზე მეტია, მაშინ ამ წერტილს აქვს დადებითი პოტენციალი, ხოლო თუ ამ წერტილის პოტენციალი დედამიწის პოტენციალზე ნაკლებია, მაშინ მას აქვს უარყოფითი პოტენციალი.

ცხადია, რომ ნულოვანი პოტენციალი უფრო მეტია, ვიდრე უარყოფითი და ნაკლებია, ვიდრე დადებითი. პოტენციალი აღინიშნება  $\phi$  (ფი) ასოთი და იზომება ემძ-ის ერთეულებში.

**ძაბვა.** თუ გვეცოდინება ორი წერტილის (ორი ბურთულის, ფირფიტის, ელექტროენერჯის წყაროს მომჭერის და სხვა) პოტენციალი  $\phi_A$  და  $\phi_B$ , მაშინ

შეგვიძლია ვიპოვოთ მათ შორის სხვაობა, რომელსაც ძაბვა ეწოდება. ძაბვა აღინიშნება  $U$  (უ) ან  $u$ ,  $V$  (ვე) ან  $v$  ასოთი; განმარტების თანახმად:  $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$ .

ორ  $A$  და  $B$  წერტილს შორის ძაბვა რიცხობრივად ტოლია იმ მუშაობისა, რომელიც იხარჯება  $A$  წერტილიდან  $B$  წერტილში ერთეულოვანი დადებითი მუხტის გადასატანად. ემძ-ისა და პოტენციალის მსგავსად, ძაბვაც იზომება ვოლტებში.

**საკონტროლო კითხვები:**

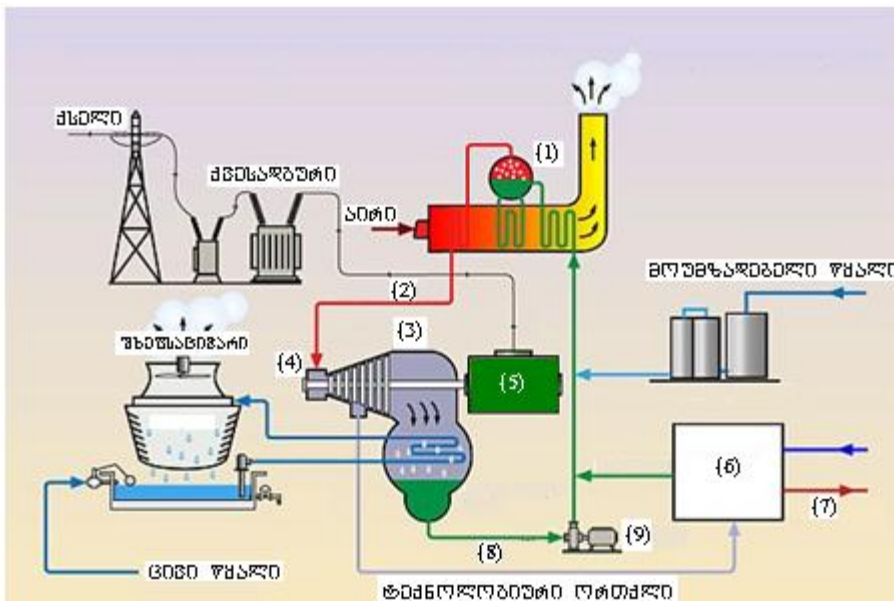
1. რა არის საჭირო იმისათვის, რომ გამტარში უწყვეტად გაიაროს დენმა?
2. რა მიეკუთვნება ელექტროენერჯის ძირითად წყაროებს?
3. რას ეწოდება ემძ, რა ასოთი აღინიშნება და ერთეულში იზომება იგი?
4. რას ეწოდება ძაბვა, რა ასოთი აღინიშნება და რა ერთეულში იზომება?
5. რამდენი მომჭერი გააჩნია ნებისმიერ წყაროს?

**2.4. ელექტრული ენერჯის წარმოება**

ელექტროენერჯის წარმოება ანუ გამომუშავება ხდება ელექტროსადგურში. ელექტროსადგური ეს არის უშუალოდ ელექტროენერჯის წარმოებისათვის გამოყენებული დანადგარების, მოწყობილობების, აპარატებისა და აგრეთვე განსაზღვრულ ტერიტორიაზე განლაგებული წარმოებისათვის საჭირო შენობა-ნაგებობების ერთობლიობა.

გამოყენებული ენერგოგადამტანების მიხედვით ელექტროსადგურები იყოფა: ატომურ, თბურ, ჰიდრო, ქარისა და მზის ელექტროსადგურებად.

**თბოელექტროსადგურები.** როგორც ყველასათვის ცნობილია, ნახშირის, ნავთობის, ბუნებრივი გაზის ან სხვა ორგანული საწვავის დაწვის შედეგად გამოიყოფა სითბო. მაგრამ გამოყოფილი სითბოსაგან მაშინვე არ მიიღება ელექტრული ენერჯია. სითბური ენერჯის ხარჯზე ელექტროენერჯის მიღება ხდება თბოელექტროსადგურში (თეს), რომლის მუშაობის სქემა მოცემულია ნახ.2.7-ზე.



ნახ.2.7. თბოელექტროსადგურის მუშაობის სქემა

თეს-ი აღჭურვილია მანქანებით, რომლებიც ორგანული საწვავის ენერჯიას გარდაქმნიან ელექტრულ ენერჯიად. თბოელექტროსადგურის ძირითადი შემადგენელი ნაწილებია: ორთქლის ქვაბი 1 (ნახ.2.8.ა), ორთქლის ტურბინა 3 (ნახ.2.8. ბ) და ელექტროგენერატორი 5 (ნახ.2.8. გ).



ა) ბ) გ)

**ნახ.2.8. თბოელექტროსადგურის ძირითადი შემადგენელი ნაწილები: ორთქლის ქვაბი (ა), ორთქლის ტურბინა (ბ) და ელექტროგენერატორი (გ)**

თბოელექტროსადგურის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: ორთქლის ქვაბში 1 საწვავის დაწვის შედეგად გამოყოფილი სითბოს ხარჯზე წყალი გარდაიქმნება მაღალი წნევის ორთქლად, რომელიც ორთქლსადენების 2 საშუალებით მაღალი წნევით მიეწოდება თბოელექტროსადგურის მთავარ ძრავს – ორთქლის ტურბინას 3, იგი მოდის ბრუნვით მოძრაობაში და ორგანული საწვავის დაწვის შედეგად მიღებული ენერჯია გარდაიქმნება ტურბინის როტორის ბრუნვის მექანიკურ ენერჯიად. ტურბინის როტორი შეერთებულია ელექტრული გენერატორის 5 ლილვთან 4. მას მოძრაობაში მოჰყავს ელექტროგენერატორი. იგი თავის მხრივ ტურბინის ბრუნვის მექანიკურ ენერჯიას გარდაქმნის ელექტრულ ენერჯიად. ელექტროგენერატორს, რომელიც მოძრაობაში მოდის ორთქლის ტურბინით ტურბოგენერატორს უწოდებენ.

ორთქლის გაფართოების პროცესში საშუალო წნევის ცილინდრებიდან ხდება სითბოს ართმევა და აქედან ორთქლი მიემართება ქსელური წყლის 7 გამაცხელებელში 6. დამუშავებული ორთქლი ამ უკანასკნელი საფეხურიდან ხვდება კონდენსატორში, სადაც ხდება მისი კონდენსაცია, ხოლო შემდეგ მილსადენით 8 მიემართება უკან ორთქლის ქვაბისაკენ. ტუმბოს 9 დახმარებით. ორთქლის ქვაბში მიღებული სითბოს დიდი ნაწილი ხმარდება ქსელური წყლის გაცხელებას, რომელიც გამოიყენება ახლომდებარე საწარმოებისა და მოსახლეობის მიერ ცხელი წყლისა და გათბობის სახით.

**თბოელექტროსადგურის სახეებია: კონდენსაციური ელექტროსადგური (კეს) და თბოელექტროცენტრალი (თეც).**

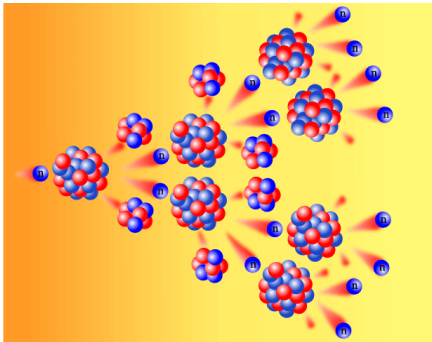
კეს-ებში ტურბინაში ნამუშევარი ორთქლი წყალში მოთავსებული კონდენსატორების საშუალებით კონდენსირდება (ცივდება) და უბრუნდება ისევ ქვაბს შემდგომი გამოყენებისათვის. კონდენსაციური ელექტროსადგურები მომხმარებლებს ამარაგებენ მხოლოდ ელექტრული ენერჯიით. ამ ტიპის ელექტროსადგურებს აქვთ დაბალი მარგი ქმედების კოეფიციენტი (მქკ) დაახლოებით 30–40%, ამიტომ მათი აგება მომგებიანია უშუალოდ საწვავის მოპოვების ადგილის სიახლოვეს, ხოლო

მომხმარებელი შეიძლება განლაგებული იყოს შორს მანძილზე. კეს-ებს ხშირად უწოდებენ სახელმწიფო რაიონულ ელექტროსადგურებს (სრეს).

თბილისის სახელმწიფო რაიონული ელექტროსადგური ანუ თბილსრესი, რომელიც მდებარეობს გარდაბნის ტერიტორიაზე, არის კონდენსაციური ტიპის ელექტროსადგური.

**დაიმახსოვრეთ!** თეც-ის მუშაობის ციკლი იგივეა, რაც კეს-ისა, იმ განსხვავებით, რომ ამ შემთხვევაში ელექტროსადგურის ახლოს განლაგებულ მომხმარებელს მიეწოდება არა მარტო ელექტრული ენერჯია, არამედ თბური ენერჯიის მნიშვნელოვანი ნაწილიც ცხელი წყლისა და ორთქლის სახით. ამიტომ თეც-ებს აგებენ დიდი ქალაქებისა და მსხვილი სამრეწველო ცენტრების ახლოს. ამ ტიპის ელექტროსადგურების მქკ შეადგენს 60–70%-ს.

**ატომური ელექტროსადგურები.** ატომური ელექტროსადგური თავისი არსით იგივე თბოელექტროსადგურია და ამიტომ მათი მუშაობის პრინციპი ერთი და იგივეა, იმ განსხვავებით, რომ ამ შემთხვევაში



ნახ.2.9. ბირთვული ჯაჭვური რეაქცია

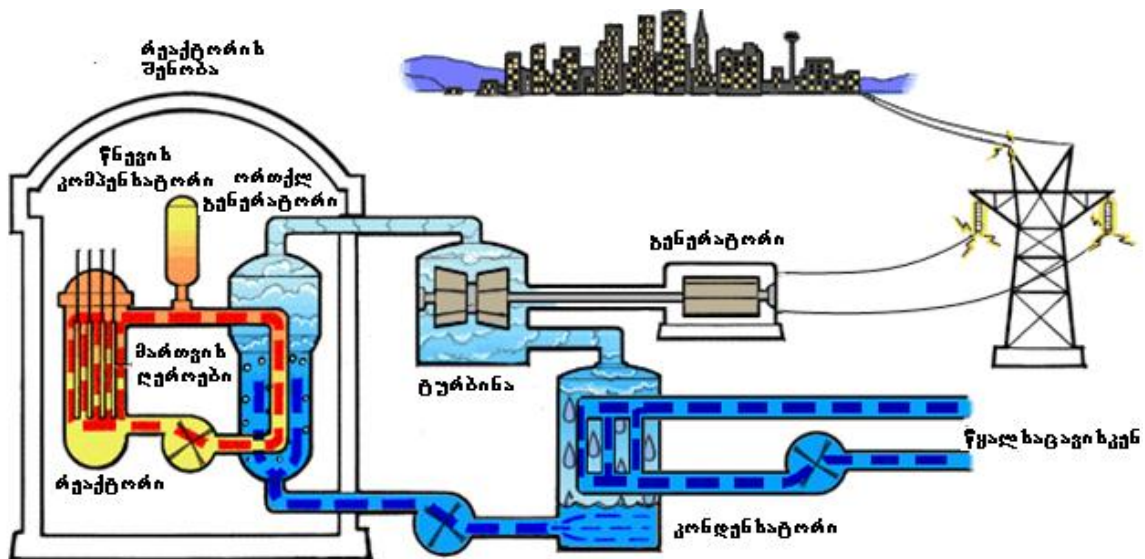
წყლის ორთქლად ქცევისათვის საქვაბე დანადგარების ნაცვლად გამოიყენება ატომური რეაქტორები. ატომურ ელექტროსადგურებში საწვავად გამოიყენებულია გამდიდრებული ურანის (ურან-235, ურან-233) ან პლუტონის (პლუტონ-239) იზოტოპები. ატომური რეაქტორში თბური ენერჯიის მიღება ხდება ბირთვული ჯაჭვური რეაქციის საფუძველზე ანუ როცა ერთი ბირთვის გაყოფა იწვევს სხვა ბირთვების გაყოფას (ნახ. 2.9).

ატომურ ელექტროსადგურებს აგებენ ისეთ ადგილებში, სადაც არ გააჩნიათ ჰიდრორესურსები ან დაშორებულია ბუნებრივი საწვავის წყაროებიდან. ამ ტიპის ელექტროსადგურის ძირითადი უპირატესობაა მოთხოვნილი საწვავის მცირე ხარჯი და შესაბამისად, მცირე დანახარჯები მის გადატანაზე. 1 კგ ურანიდან შეიძლება მივიღოთ იმდენი სითბოს რაოდენობა, რაც მიიღება 3000 ტონა ქვანახშირის დაწვის შედეგად. ატომური ელექტროსადგურის მუშაობის სქემა მოცემულია ნახ.2.10-ზე.

იმისათვის, რომ მომსახურე პერსონალი დაცულ იქნას მავნე გამოსხივებისაგან, რომელიც თან ახლავს ჯაჭვურ რეაქციას, რეაქტორის გარსაცმი ჩამოსხმულია ბეტონის სქელი კედლებისაგან.

**დაიმახსოვრეთ!** ჯაჭვური ბირთვული რეაქციის სიჩქარეს მართავენ მარეგულირებელი ღეროებით, რომლებიც დამზადებულია ბორის ან კადმიუმისაგან. ეს ღეროები ძლიერ შთანთქავენ თავისუფალ ნეიტრონებს. რაც უფრო ღრმად არის ღეროები ჩაშვებული რეაქტორში, მით უფრო მეტ ნეიტრონებს შთანთქავენ და მით უფრო ნაკლები რაოდენობის ნეიტრონები მონაწილეობენ ბირთვულ რეაქციაში, რის შედეგადაც გამოიყოფა ნაკლები სითბო და პირიქით, როცა ღეროები ამოღებულია რეაქტორიდან, მაშინ დიდი რაოდენობის ნეიტრონები მონაწილეობენ ბირთვულ რეაქციაში და გამოიყოფა დიდი რაოდენობის ფარული თბური ენერჯია.





ნახ.2.10. ატომური ელექტროსადგურის მუშაობის სქემა

ბირთვული რეაქტორიდან სითბო გამოჰყავთ თხევადი ან გაზობრივი თბოგადამტანით, რომელსაც გადატუმბავენ ტუმბოს საშუალებით. ბირთვულ საწვავზე ართმეული სითბო გადაეცემა თბომცვლელს. ამ ჩაკეტილ სისტემას უწოდებენ პირველ კონტურს. თბომცვლელში პირველი კონტურის სითბო აღუდებამდე აცხელებს მეორე კონტურის წყალს. წარმოქმნილი ორთქლი მიმართულია ტურბინისაკენ, რომელიც მოდის ბრუნვით მოძრაობაში, ტურბინას თავის მხრივ, ბრუნვით მოძრაობაში მოჰყავს ელექტროგენერატორი, რომელიც გამოიმუშავებს ელექტროენერგიას.

კონდენსატორში ხდება ორთქლის გაცივება წყლად, რომელიც ბრუნდება ისევ თბომცვლელში. დამხმარე კონტურით ხდება წყლის გადატუმბვა წყალსაცავიდან ნამუშევარი ორთქლის გაციებისათვის.

**ჰიდროელექტროსადგური (ჰეს)** არის ჰიდროტექნიკური ნაგებობებისა და მოწყობილობების რთული კომპლექსი, რომლის დანიშნულებაცაა წყლის ნაკადის ენერჯია გარდაქმნას ელექტრულ ენერჯიად.

ჰიდროელექტროსადგურის ძირითადი ნაგებობაა კაშხალი (ნახ.2.11), რომელიც იჭერს წყალს წყალსაცავში და ქმნის წყლის საჭირო დაწნევას.

ჰიდროელექტროსადგურის მთავარი ძრავია ჰიდრაულიკური ტურბინა (ნახ.2.12), რომელიც დაწნევით მოძრავი წყლის ენერჯიას გარდაქმნის ბრუნვის მექანიკურ ენერჯიად.



ნახ.2.11. ჰიდროელექტროსადგურის კაშხალი (ენგურჰესი)



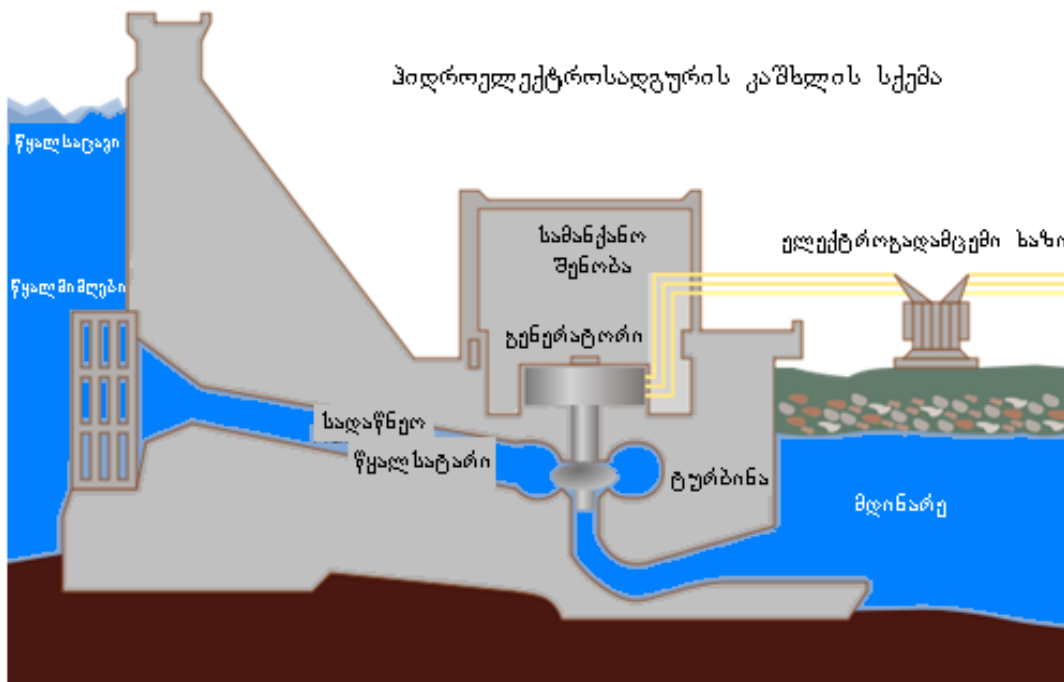
ნახ.2.12. ჰიდრაულიკური ტურბინა



ნახ.2.13. ელექტროგენერატორი

ჰიდროელექტროსადგურის ტურბინა დაკავშირებულია ელექტრულ გენერატორთან (ნახ.2.13), რომელიც გამოიმუშავებს ელექტრულ ენერგიას.

ჰეს-ის მუშაობის სქემა მოცემულია ნახ.2.14-ზე.

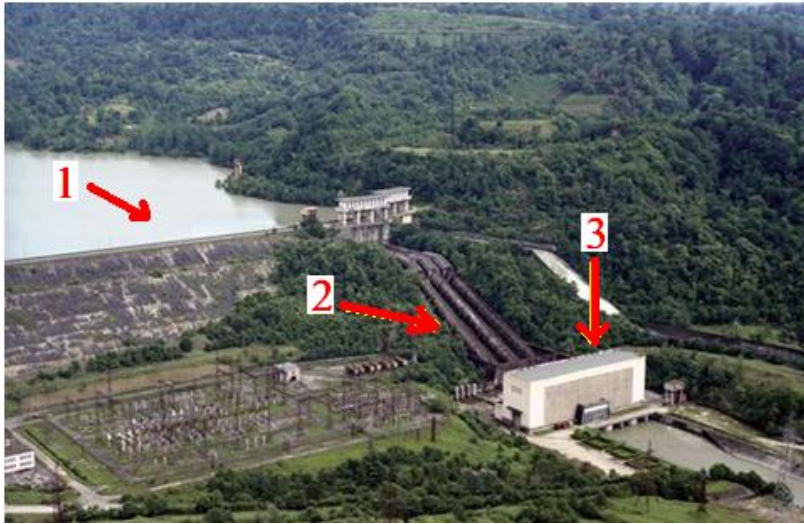


ნახ.2.14. ჰეს-ის მუშაობის სქემა

ჰეს-ის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: ზედა წყალსატევიდან წყალი მიედინება დაწნევის მილებში და ეცემა ჰიდროტურბინის ფრთებს, რომელიც წყლის კინეტიკური ენერჯის შედეგად მოდის ბრუნვით მოძრაობაში. მას ბრუნვით მოძრაობაში მოჰყავს მასთან დაკავშირებული გენერატორი, რომელიც გამოიმუშავებს 6–24 კვ ძაბვის ელექტროენერჯიას. გამოიმუშავებული ელექტროენერჯია მიეწოდება ამწევ ტრანსფორმატორს, რომელიც აწევს ძაბვას და აწეული ძაბვა მიეწოდება გადაცემის ხაზებს მოხმარების ადგილზე გადასაცემად. ნამუშევარი წყალი კი მიედინება ქვედა წყალსატევიში.

წყლის ნაკადის ცვლილება დაწნევის მილებში ხდება უაღუბების აწევა-დაწევით.

ჰეს-ის საერთო ხედი მოცემულია ნახ.2.15-ზე, ხოლო სამანქანო დარბაზის ხედი შენობის შიგნით – ნახ.2.16-ზე.



ნახ.2.15. ჰეს-ის საერთო ხედი: 1. წყალსატევი; 2. დაწნევის მილები; 3. სამანქანო დარბაზი



ნახ.2.16. სამანქანო დარბაზის ხედი შენობის შიგნით

**ქარის ელექტროსადგურები.** ქარის ელექტროსადგურებში ელექტროენერგია მიიღება ქარის ენერჯის ხარჯზე. ქარის ელექტროსადგურებისათვის, რომელთაც გააჩნიათ ჰორიზონტალური ბრუნვის ღერძი, ქარის მინიმალური სიჩქარე შეადგენს: 200 კვტ-ის დროს 4–5 მ/წმ; 100 კვტ-ის დროს – 2–3 მ/წმ.

ქარის სიჩქარე იზრდება სიმაღლის ზრდასთან ერთად. ამიტომ ქარის ელექტროსადგურებს ბორცვების წვეროზე ან ამაღლებულ ადგილებზე, ხოლო გენერატორებს 30–60 მ სიმაღლის ანძებზე აყენებენ. მხედველობაში მიიღება აგრეთვე, ისეთი საგნები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ქარზე, მაგ., ხეები, დიდი შენობები და სხვა.

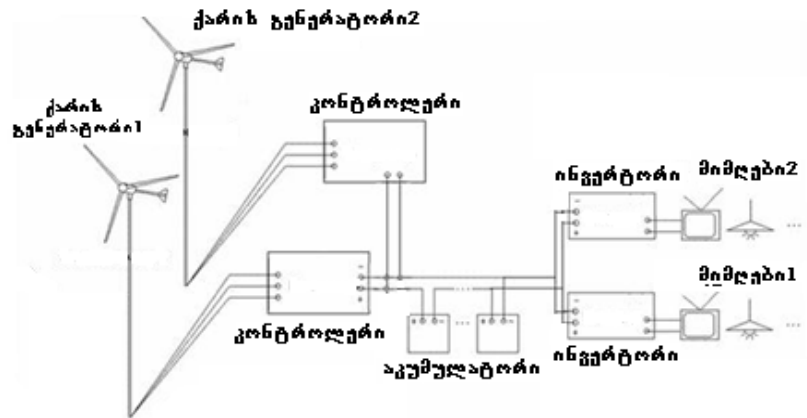
ქარის ელექტროსადგურების ძირითად პრობლემას წარმოადგენს ქარის ცვალებადი ბუნება. ქარის ელექტროსადგურების სიმძლავრე ნებისმიერ დროში იცვლება.

ქარის ელექტროსადგურის ძირითად კომპონენტებს, რომელთა გარეშეც შეუძლებელია ამ ტიპის ელექტროსადგურის მუშაობა, მიეკუთვნებიან (ნახ.2.17,ა): გენერატორი – იგი გამოიმუშავებს ელექტროენერგიას; ფრთები – მას ქარის კინეტიკური ენერჯის ხარჯზე მოძრაობაში მოჰყავს გენერატორის ლილვი; ანბა – რაც

უფრო მაღალია ანბა, მით უფრო სტაბილური და ძლიერია ქარის ძალა და მით მეტია გენერატორის მიერ გამოიმუშავებული ელექტროენერგია; კონტროლერი – მართავს ქარის დანადგარის მრავალ პროცესს (ნახ.2.17,ბ), როგორცაა: ფრთების მობრუნება, აკუმულატორების დამუხტვა, დამცავი ფუნქციები და სხვა. იგი გენერატორის მიერ გამოიმუშავებულ ცვლად დენს აკუმულატორების დამუხტვისათვის გარდაქმნის მუდმივ დენად; აკუმულატორის ბატარეა – აგროვებს ელექტროენერგიას; ინვერტორი – აკუმულატორში დაგროვილ მუდმივ დენს გარდაქმნის ცვლადად, რომელსაც მოიხმარს ელექტროსელსაწყოების უმეტესი ნაწილი.



ა)



ბ)

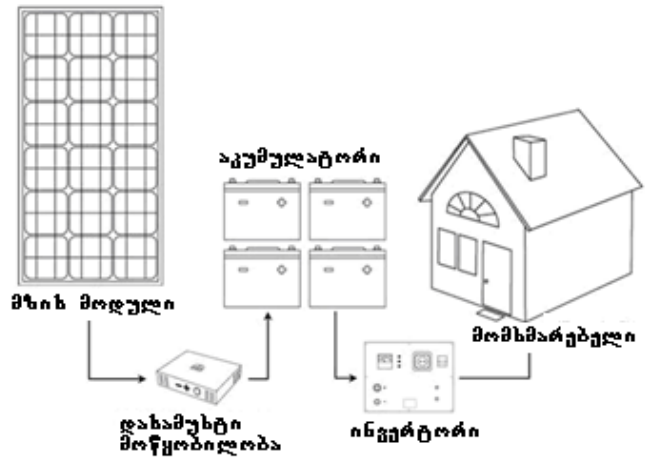
ნახ.2.17. ქარის ელექტროსადგურის ანბა (ა) და მუშაობის სქემა (ბ)

**დაიმახსოვრეთ!** ქარის ელექტროსადგურების დადებითი თვისებებია: ისინი არ აბინძურებენ გარემოს; განსაზღვრულ პირობებში კონკურენციას უწევენ ზოგიერთ ენერჯის წყაროებს. მათი უარყოფითი თვისებებია: ელექტროენერჯის არასტაბილური გამოიმუშავება; გააჩნია ხმაური; ტელე- და რადიოსიგნალებს უქმნიან დაბრკოლებებს; გადამფრენი ფრინველებისათვის მოაქვთ ზიანი, თუ ელექტროსადგური განლაგებულია მიგრაციის ტრასაზე.

**მზის ელექტროსადგურები.** მზის ელექტროსადგურები მზის ენერჯიას გარდაქმნიან ელექტრულ ენერჯიად. ისინი ძირითადად გამოიყენებიან ისეთ ადგილებში, სადაც სხვა ენერჯის წყაროები მიუწვდომელია ან ძალიან ძვირია. ისინი არ მოითხოვენ დიდ დანახარჯებს. ეს ელექტროსადგურები ძალიან მოხერხებულია, აქვთ მცირე წონა და ადვილია დასაყენებლად.

მზის ელექტროსადგურები აკუმულატორებთან ერთად იდეალურია ელექტროენერჯის წარმოებისა და შენახვისათვის ისეთ ადგილებში, სადაც არ არის ელექტრომომარაგება. ნახ.2.18,ა-ზე მოცემულია მცირე სიმძლავრის ელექტროსადგურის საერთო ხედი, ხოლო ნახ.2.18,ბ-ზე მისი მუშაობის სქემა, რომელიც ქარის ელექტროსადგურის მუშაობის სქემის ანალოგიურია.

ელექტროენერჯის წარმოების დაგროვებისა და შენახვის უნარი დღეღამის ნებისმიერ დროსა და ნებისმიერ ამინდში ხდის მათ საიმედო ენერჯის წყაროდ.



ნახ.2.18. მზის ელექტროსადგური (ა) და მისი მუშაობის სქემა (ბ)

**საკონტროლო კითხვები:**

1. ჩამოთვალეთ ელექტროსადგურის სახეები.
2. ახსენით თბოელექტროსადგურის მუშაობის პრინციპი.
3. რა დანიშნულება გააჩნია ჰესს?
4. რა განსხვავებაა თბო და ატომურ ელექტროსადგურებს შორის?
5. რა წარმოადგენს ქარის ელექტროსადგურის ძირითად პრობლემას?
6. როგორ აგროვებენ მზის ენერჯიას?

**2.5. ელექტრული წინაღობა და გამტარობა**

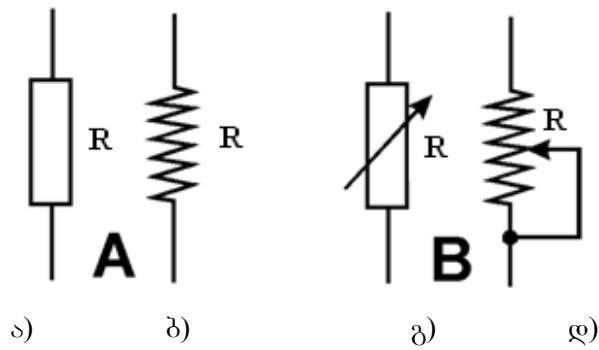
გამტარში გადაადგილების დროს თავისუფალი ელექტრონები ეჯახებიან გამტარის კრისტალურ მესერსა თუ სხვა ნაწილაკებს, რითაც ხელი ეშლება მათ მოძრაობას. ელექტრონები გადალახავენ მათ უკუქმედებას, მაგრამ თავისი ენერჯიის ნაწილს მათვე გადასცემენ. ეს ენერჯია შეუქცევადად გარდაიქმნება სითბოდ, რის გამოც გამტარი თბება. ე.ი. სითბოს გამოყოფა გამტარში დენის არსებობის ერთ-ერთ ნიშანს წარმოადგენს.

გამტარის თვისებას, ხელი შეუშალოს მასში ელექტრული დენის გავლას, ელექტრული წინაღობა ანუ უბრალოდ წინაღობა ეწოდება, რომელიც აღინიშნება  $R$  (ერ) ან  $r$  ასოთი. ელექტრული წინაღობა წარმოადგენს ელექტრული წრედის ელემენტის ძირითად პარამეტრს, რომელიც გამოიყენება დენის შეზღუდვისათვის.

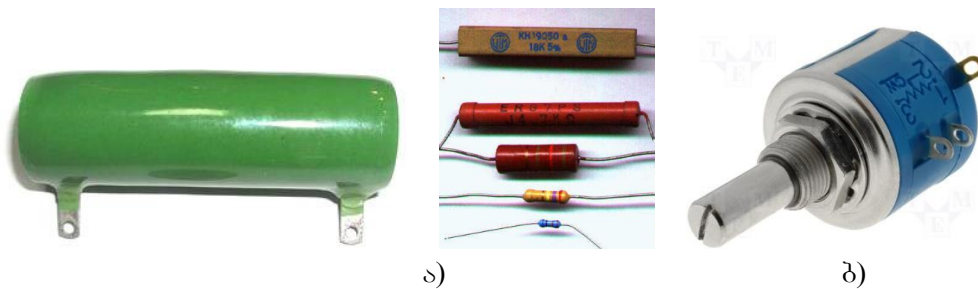
ელექტრული წრედის ელემენტს, რომელიც ხასიათდება მხოლოდ ელექტრული დენის მიმართ წინააღმდეგობით რეზისტორი ეწოდება. რეზისტორი ელექტრული პასიური ელემენტია, რადგან იგი არ გამოიმუშავებს ენერჯიას.

რეზისტორის (წინაღობის) პირობითი გრაფიკული აღნიშვნები მოცემულია ნახ.2.19-ზე, ხოლო რეზისტორთა სახეები – ნახ.2.20-ზე.

თუ ორი გამტარის ბოლოებზე შექმნილია ერთი და იგივე პოტენციალთა სხვაობა, მაშინ მეტი წინაღობის მქონე გამტარში გაივლის ნაკლები სიდიდის დენი, ვიდრე ნაკლები წინაღობის მქონეში.



ნახ.2.19. რეზისტორის პირობითი გრაფიკული აღნიშვნები: A – მუდმივი; B – ცვლადი; ა და გ - ევროპული სტანდარტით; ბ და დ - ამერიკული სტანდარტით



ნახ.2.20. რეზისტორის სახეები: ა – მუდმივი; ბ – ცვლადი

წინაღობის საზომი ერთეულია ომი. სახელწოდება შეერქვა გერმანელი მეცნიერის გეორგ ომის საპატივცემულოდ. ომი ისეთი გამტარის წინააღობაა, რომელშიც 1 ა დენის გავლის დროს მის ბოლოებზე აღიძვრება 1 ვ სიდიდის ძაბვა.

პრაქტიკაში ელექტრული წინააღობის გაზომვის დროს სარგებლობენ უფრო დიდი ერთეულებით; კილოომი (კომი) = 1000 ომი =  $10^3$  ომი; მეგაომი (მომი) = 1 000 000 ომი =  $10^6$  ომი.

გამტარის თვისებას, გაატაროს მასში ელექტრული დენი ელექტრული გამტარობა ანუ უბრალოდ გამტარობა ეწოდება. გამტარობა წინააღობის შებრუნებული სიდიდეა. იგი აღინიშნება  $G$  (ჟე) ან  $g$  ასოთი და ტოლია:  $G=1/R$ . მისი საზომი ერთეულია 1/ომი, რომელსაც ეწოდება სიმენსი.

**დაიმახსოვრეთ!** კარგი გამტარობით ხასიათდებიან ლითონები და მათი შენადნობები, მუავათა და მარილთა ხსნარები. ცუდი გამტარებია იზოლატორები: ფაიფური, რეზინა, მინა, ქარსი და სხვა.

ელექტრული წინააღობა დამოკიდებულია მასალაზე, რომლისგანაც არის დამზადებული. ამ დამოკიდებულებას ითვალისწინებს ე.წ. გამტარის კუთრი წინააღობა. კუთრი წინააღობა ეს არის 1 მ სიგრძისა და 1 მმ<sup>2</sup> გამტარის წინააღობა +20°C ტემპერატურის დროს. იგი აღინიშნება  $\rho$  (რო) ასოთი და მისი ერთეულია ომი X მმ<sup>2</sup>/მ.

ადვილი მისახვედრია, რომ კუთრი წინააღობის მნიშვნელობა აღებული მასალისათვის მუდმივი სიდიდეა და სხვადასხვა მასალებისათვის მოცემულია საცნობარო ლიტერატურაში. პრაქტიკაში ყველაზე მეტად გავრცელებული მასალებისათვის კუთრი წინააღობების მნიშვნელობები მოყვანილია ცხრილში (2.1).

გამტარის წინაღობის გაანგარიშება. თუ გამტარის სიგრძეს გავზრდით, მაშინ ელექტრონების ნივთიერების ატომებთან და მოლეკულებთან დაჯახების რიცხვიც გაიზრდება. ეი გაიზრდება ელექტრული წინაღობა. ამიტომ ვამბობთ, რომ ელექტრული წინაღობა გამტარის სიგრძის  $l$  (ელ) პირდაპირპროპორციულია.

ცხრილი 2.1

მასალა	$\rho$ , ომი.მმ <sup>2</sup> /მ	მასალა	$\rho$ , ომი.მმ <sup>2</sup> /მ	მასალა	$\rho$ , ომი.მმ <sup>2</sup> /მ
სპილენძი	0.0175	ნიკელი	0.42	ნიქრომი	1.1
ალუმინი	0.0294	მანგანი	0.48	ფექრალი	1.2
ფოლადი	0.13	კონსტანტანი	0.5	ქრომალი	1.4

გამტარის განივკვეთის გაზრდით მისი წინაღობა მცირდება. ეს გასაგებია, რადგანაც განივკვეთის გაზრდით თავისუფალ ელექტრონებს ექმნებათ უფრო მეტი თავისუფალი სივრცე და დაჯახებათა რიცხვი მცირდება. ამგვარად, ელექტრული წინაღობა გამტარის განივკვეთის  $S$  (ეს) უკუპროპორციულია. ეს დამოკიდებულებანი მათემატიკურად ასე ჩაიწერება:  $R = \rho l / S$ , სადაც  $R$  გამტარის წინაღობაა, ომებში;  $\rho$  – გამტარის მასალის კუთრი წინაღობაა, ომიXმმ<sup>2</sup>/მ;  $l$  = გამტარის სიგრძე, მ;  $S$  - განივკვეთის ფართობი, მმ<sup>2</sup>.

შეგახსენებთ, რომ წრიული ფორმის გამტარის განივკვეთი განისაზღვრება ფორმულით:  $S = \pi d^2 / 4$ , სადაც,  $\pi=3,14$ ;  $d$  გამტარის დიამეტრია, მმ-ში.

გამტარის წინაღობა ასევე დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. ტემპერატურის გაზრდით ლითონების წინაღობა ტემპერატურის 1°C-ით გათბობისას 0,4%-ით იზრდება, ხოლო ელექტროლიტებისა – მცირდება. გაციებისას პირიქით, ლითონების წინაღობა მცირდება, ხოლო ელექტროლიტებისა – იზრდება. ეს განპირობებულია იმით, რომ გათბობისას ნივთიერების ატომების ქაოსური მოძრაობის ინტენსივობა იზრდება, და შესაბამისად, თავისუფალი ელექტრონების მათთან დაჯახების ალბათობაც ანუ ელექტრული წინაღობაც იზრდება.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რას ეწოდება ელექტრული წინაღობა, რა ასოთი აღინიშნება და რა ერთეულებში იზომება?
2. რას ეწოდება ელექტრული გამტარობა, რა ასოთი აღინიშნება და რა ერთეულებში იზომება?
3. რას ეწოდება კუთრი წინაღობა, რა ასოთი აღინიშნება და რა ერთეულებში იზომება?
4. როგორ არის ერთმანეთთან დაკავშირებული გამტარის წინაღობა, მასალა, სიგრძე და განივკვეთი?

**2.6. ელექტრული წრედი**

ელექტრული წრედი წარმოადგენს ენერჯის წყაროების, მომხმარებლებისა და შემაერთებელი გამტარების ერთობლიობას, რომელთა დანიშნულებაცაა შექმნას შეკრული გზა ელექტრული დენის გავლისათვის. გარდა ამ ელემენტებისა, ელექტრული

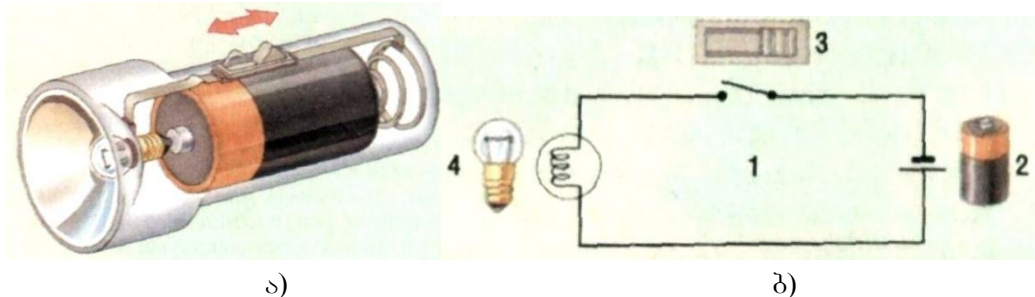
ტრულ წრედში შედიან ამომრთველები, გადამრთველები, მცველები და კომუნიკაციისა და დაცვის სხვა ელექტრული აპარატები, აგრეთვე საზომი და საკონტროლო ხელსაწყოები.

**დაიმახსოვრეთ!** ელექტრულ წრედში ხორციელდება ელექტრული ენერჯიის გადაცემა, განაწილება და მოხმარება.

თუ ელექტრული წრედის შემადგენელ ელემენტებს ცალკეული გრაფიკული სიმბოლოებით წარმოვადგენთ და ნახაზზე ვაჩვენებთ მათი შეერთების წესს, მივიღებთ ელექტრული წრედის გრაფიკულ გამოსახვას, რომელსაც ელექტრული წრედის სქემა ეწოდება.

ელექტრული სქემების შედგენილობა და კავშირი სხვადასხვაგვარია. მაგალითად, პრინციპულ სქემაზე ნაჩვენებია ელემენტების პირობითი გრაფიკული გამოსახულებანი და მათი შეერთებები. ეს სქემები მოსახერხებელია მუშაობის პრინციპის შესასწავლად. რეალურ ობიექტს ყველაზე მეტად შეესაბამება სამონტაჟო სქემა, რომელიც უფრო მოსახერხებელია მასზე გამოსახული მოწყობილობის დასამონტაჟებლად და სარემონტოდ.

ელექტრული წრედის უმარტივეს მაგალითად შეიძლება წარმოვადგინოთ ნახ.2.21,ა-ზე მოცემული წრედი. იგი შედგება ენერჯიის ქიმიური წყაროსაგან (ელემენტი), ჩამრთველისაგან და მომხმარებლისაგან (ნათურა). ეს ელექტრული წრედი გრაფიკულად შეიძლება წარმოვადგინოთ ნახ.2.21,ბ-ზე ნაჩვენები სქემით.



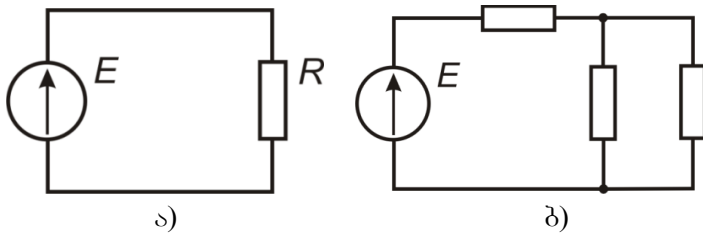
ნახ.2.21. უმარტივესი ელექტრული წრედი (ა) და მისი შესაბამისი სქემა (ბ)

ნებისმიერი ჩაკეტილი ელექტრული წრედი შეიძლება გავყოთ ორ უბნად: გარე და შიგა. გარე უბანს (გარე წრედს) შეადგენს ელექტროენერჯიის მომხმარებლები, შემაერთებელი სადენები და სხვადასხვა ელექტროსაზომი ხელსაწყოები, ხოლო შიგა უბანს მიეკუთვნება ელექტროენერჯიის წყარო.

ელექტრული დენი არსებობს მხოლოდ ჩაკეტილ წრედში, ამიტომ კვების წყარო გამტარებით საიმედოდ უნდა იქნეს შეერთებული მომხმარებლებთან. წრედის გაწყვეტის დროს მომხმარებლებს უწყდებათ ელექტროენერჯიის მიწოდება.

განუშტოებელი და განუშტოებელი ელექტრული წრედები. ელექტრული წრედები იყოფა განუშტოებელ და განუშტოებელ ელექტრულ წრედებად. განუშტოებელი წრედის სქემა მოცემულია ნახ.2.22,ა-ზე. განუშტოებელი წრედის ძირითადი თვისებაა ის, რომ მის ყველა უბანზე გადის ერთი და იგივე დენი.





ნახ.2.22. განუშტოებელი (ა) და განშტოებული (ბ) ელექტრული წრედების სქემები

განუშტოებელი წრედები მიეკუთვნებიან მარტივ წრედებს.

განშტოებული წრედის მთავარი ნიშანია, რომ იგი შედგება რამდენიმე შტოსაგან. შტო ეწოდება წრედის უახლოეს ორ კვანძს შორის ჩართულ უბანს, რომელშიც გადის ერთი და იგივე დენი, ხოლო კვანძი ეწოდება იმ წერტილს, სადაც თავს იყრის სამი და მეტი შტო. სქემაზე კვანძი აღინიშნება მუქი წერტილით.

უმარტივესი განუშტოებელი წრედი ნაჩვენებია ნახ.2.22.ბ-ზე. მასში მოცემულია სამი შტო და ორი კვანძი. თითოეულ შტოში გადის თავისი დენი. განუშტოებულ წრედში მომხმარებელი შეიძლება შეერთებული იყოს სხვადასხვა წესით.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. განმარტეთ ელექტრული წრედი.
2. რას ეწოდება ელექტრული სქემა?
3. მოიყვანეთ უმარტივესი ელექტრული წრედის მაგალითი.
4. რას ეწოდება ელექტრული წრედის შტო და კვანძი?
5. განმარტეთ განუშტოებელი და განშტოებული ელექტრული წრედები.

**2.7. ომის კანონი**

ეს კანონი ატარებს მისი აღმომჩენის გერმანელი მეცნიერის გეორგ ომის სახელს და ამყარებს დამოკიდებულებას ელექტრული წრედის ემპ-ს, დენის ძალასა და გამტარის წინააღობას შორის და ჩამოყალიბდება შემდეგნაირად:

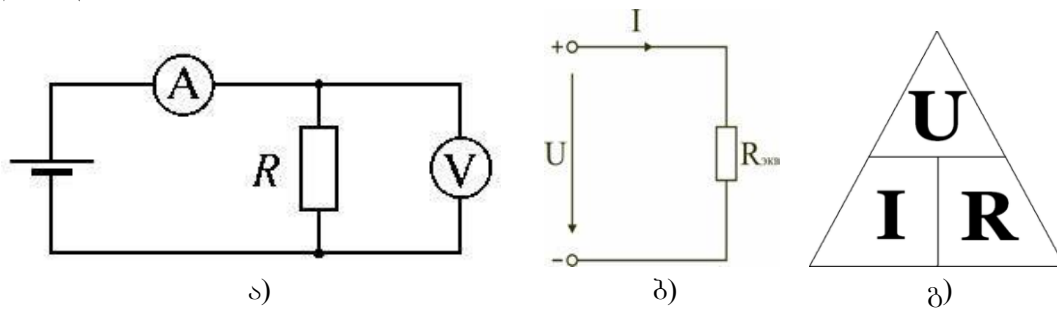
**დაიმახსოვრეთ!** ელექტრული წრედის უბანზე დენის ძალა პირდაპირპროპორციულია უბანზე მოდებული ძაბვისა და უკუპროპორციულია უბნის წინააღობისა და მათემატიკურად ასე ჩაიწერება:  $I = U / R$ .

ეს კანონი მათემატიკურად ასე ჩაიწერება:  $I = E / (R + r)$ , სადაც,  $E$  – წყაროს ემ ძალაა;  $R$  – გარე წრედის წინააღობა;  $r$  – წყაროს შიგა წინააღობა. ამ კანონიდან გამომდინარეობს, რომ:  $E = I / (R + r)$  და  $(R + r) = E / I$ .

**დაიმახსოვრეთ!** ჩაკეტილ ელექტრული წრედში (ნახ.2.23,ა) დენის ძალა პირდაპირპროპორციულია ენერგიის წყაროს ელექტრომომძრავებელი ძალისა და უკუპროპორციულია მთელი წრედის წინააღობისა. ამ კანონს ეწოდება ომის კანონი მთელი წრედისათვის.

ომის კანონი მართებულია არა მარტო მთელი წრედისათვის, არამედ წრედის ნებისმიერი უბნისათვისაც (ნახ.2.23,ბ). განსხვავება მხოლოდ იმაშია, რომ ელექტრული ენერგიის წყაროს ნაცვლად ვიღებთ უბნის კიდურა წერტილებზე

მოდებული ძაბვას, ხოლო მთელი წრედის წინაღობის მაგიერ – განსახილველი უბნის წინაღობას.



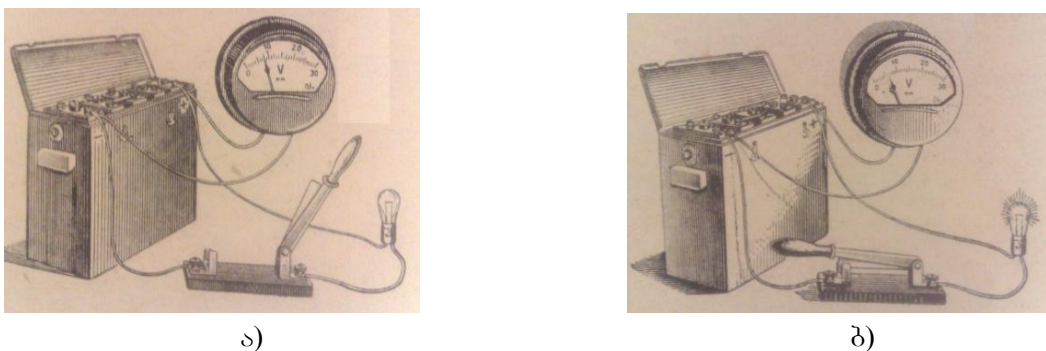
ნახ.2.23. უმარტივესი ელექტრული წრედი (ა); წრედის უბანი (ბ) და დიაგრამა (გ)

ომის კანონიდან გამომდინარეობს, რომ:  $U = IR$  და  $R = U/I$ .

უნდა აღინიშნოს, რომ ელექტრული წრედის უბნის ბოლოებზე მოდებული ძაბვა მთლიანად ხმარდება დენის გავლისას წინაღობის დაძლევაზე. იგი თანდათანობით მცირდება გამტარის გასწვრივ. ამიტომ ხშირად ნამრავლს  $IR$  ძაბვის ვარდნას უწოდებენ.

ამ კანონის ადვილად დამახსოვრების მიზნით ნახ.2.23,გ-ზე მოცემულია დიაგრამა. საძებნ სიდიდეს უნდა დავაფაროთ და დანარჩენი ორი სიდიდე მოგვცემენ მის გამოსათვლელ ფორმულას.

დამოკიდებულება ემპ-სა და ძაბვას შორის წყაროს მომჭერებზე. ნახ.2.24-ზე მოცემულ სქემაში შეიძლება დაგაკვირდეთ შემდეგ მოვლენას: გათიშული დენკვეთის დროს ვოლტმეტრის ჩვენება უფრო მეტია, ვიდრე ჩართულისას. რით აიხსნება ეს?



ნახ.2.24. ვოლტმეტრების ჩვენება გახსნილ (ა) და ჩაკეტილ (ბ) ელექტრულ წრედში

ჩართული დენკვეთის დროს წრედში გამავალი დენი განისაზღვრება ომის კანონით:  $I = E/(R+r)$ . აქედან  $E = IR + Ir = U + U_0$ . ამ ფორმულაში  $IR = U$  წარმოადგენს ძაბვის ვარდნას წრედის გარე უბანზე, რომელიც ტოლია ელექტრული ენერჯიის წყაროს მომჭერებზე არსებული ძაბვისა.  $Ir = U_0$  წარმოადგენს ძაბვის ვარდნას წყაროს შიგა წინაღობაზე. ამგვარად, წყაროს ემპ ტოლია ელექტრული წრედის გარე და შიგა უბნებზე ძაბვათა ვარდნის ჯამისა;  $E = U + U_0$ . აქედან  $U + U_0$ , ანუ ელექტროენერჯიის წყაროს მომჭერებზე ძაბვა ყოველთვის ნაკლებია წყაროს ემპ-ზე შიგა წინაღობაზე ძაბვის ვარდნის სიდიდით.

გახსნილი წრედის დროს ( $I=0$ ) და შიგა წინააღობაზე ძაბვის ვარდნა ნულის ტოლია. ამიტომ ამ დროს წყაროს მომჭერებზე ძაბვა და ემძ ერთმანეთის ტოლია ( $U=E$ ). ამიტომ გახსნილი მდგომარეობის დროს ვოლტმეტრმა გვიჩვენა უფრო მეტი ძაბვა ( $U=E$ ), ვიდრე ჩაკეტილის დროს ( $U=E-Ir$ ).

დატვირთვის გაზრდის (გარე წრედის წინააღობის შემცირების) დროს ძაბვა კვების წყაროს მომჭერებზე მცირდება, რადგანაც იზრდება შიგა წინააღობაზე ძაბვის ვარდნა. რაც უფრო მცირეა წყაროს შიგა წინააღობა, მით უფრო ნაკლებად იგრძნობა დატვირთვის ცვლილება წყაროს მომჭერებზე მოდებული ძაბვის სიდიდეზე.

**მოკლედ შერთვა.** თუ ნახ.2.24-ზე მოცემულ სქემაზე გამტარით შევავრთებთ ნათურის მომჭერებს, მაშინ წრედის გარე წინააღობა ნულის ტოლი გახდება ( $R=0$ ) და  $I=E/r$ . ჩვეულებრივ, ელექტრული ენერჯის წყაროს შიგა წინააღობა ძალიან მცირეა. ამიტომ დენს წრედში ექნება ძალიან დიდი სიდიდე. ამ დროს ვამბობთ, რომ წრედში მოხდა მოკლედ შერთვა.

ყველაზე უფრო ხშირად მოკლედ შერთვა ხდება ელექტრული სქემის დენგამტარი ნაწილების იზოლაციის დარღვევის შედეგად. მოკლედ შერთვის თავიდან აცილების მიზნით გამოიყენებენ დაცვის საშუალებებს: დნობად მცველებსა და ავტომატურ ამომრთველებს.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. ჩამოაყალიბეთ ომის კანონი ჩაკეტილი წრედისათვის და დაწერეთ მისი მათემატიკური გამოსახულება.
2. დაწერეთ ომის კანონი უბნისათვის და დაწერეთ მისი მათემატიკური გამოსახულება.
3. რას ეწოდება ძაბვის ვარდნა?
4. რისი ტოლია გარე წრედის წინააღობა მოკლედ შერთვის დროს?

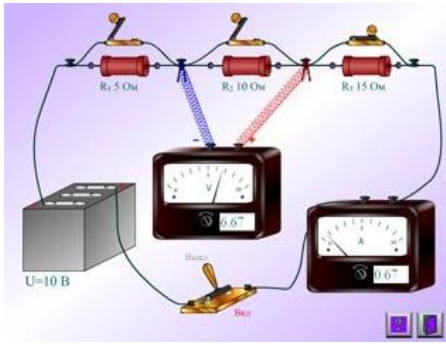
**2.8. მიმდევრობითი შეერთება**

მიმდევრობითი შეერთების დროს ერთი ელემენტის ბოლო უერთდება მეორის საწყისს, მეორის ბოლო მესამის საწყისს და ა.შ. ნახ.2.25,ა-ზე, ნაჩვენებია ორი მიმდევრობით შეერთებული წინააღობა, ხოლო ნახ.2.25,ბ-ზე და ამ შეერთების შესაბამისი ელექტრული სქემა.

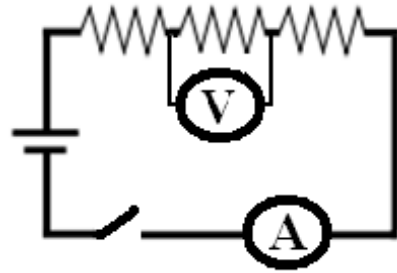


ნახ.2.25. წინააღობების მიმდევრობითი შეერთება (ა) და მათი სქემა (ბ)

ნახ.2.26,ა-ზე მიმდევრობით შეერთებულ წინააღობებთან ჩართულია კვების წყარო და საზომი ხელსაწყოები. ნახ.2.26,ბ-ზე მოცემულია საზომი ხელსაწყოების ჩართვის სქემა.



ა)



ბ)

ნახ.2.26. კვების წყაროსა და საზომი ხელსაწყოების ჩართვა მიმდევრობით შეერთებულ წინაღობებთან (ა) და შესაბამისი ელექტრული სქემა (ბ)

**დაიმახსოვრეთ!** მიმდევრობითი შეერთების დროს ყველა ელემენტში გადის ერთი და იგივე სიდიდის დენი, რადგან წრედში არ გვაქვს განშტოება, ხოლო წრედის შესავალზე მოდებული ძაბვა წრედის თითოეულ ელემენტზე მოდებული ძაბვათა ჯამის ტოლია (კირხჰოფის II კანონი).

ნახ.2.26,ბ-დან შეგვიძლია დავწეროთ:  $U = U_1 + U_2 + U_3$ , ანუ  $IR = IR_1 + IR_2 + IR_3$ , თუ ამ განტოლების ორივე მხარეს გავყოფთ  $I$ -ზე, მივიღებთ წრედის ეკვივალენტურ წინაღობას:  $R = R_1 + R_2 + R_3$ .

**დაიმახსოვრეთ!** მიმდევრობითი შეერთების დროს წრედის ეკვივალენტური წინაღობა ტოლია წინაღობათა ჯამისა.

ჩვენ შემოვიტანეთ ტერმინი „ეკვივალენტური“. ეს ტერმინი ძალზე ხშირად გამოიყენება ელექტრორადიოტექნიკაში. ეკვივალენტური ეწოდება ისეთ წინაღობას, რომლის ელექტრულ წრედში ფაქტიურად ჩართული რამდენიმე წინაღობის ნაცვლად ჩართვისას დროს წრედში დენი უცვლელი რჩება.

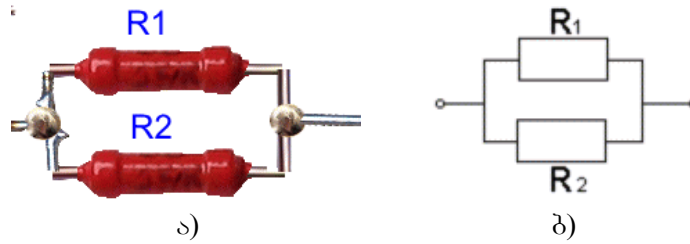
წინაღობების მიმდევრობითი შეერთება ძალიან ხშირად გამოიყენება წრედის საჭირო სიდიდის წინაღობების შესარჩევად.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. როგორ შეერთებას ეწოდება მიმდევრობითი?
2. რისი ტოლია წრედის საერთო წინაღობა მიმდევრობითი შეერთებისას?
3. რისი ტოლია წრედზე მოდებული ძაბვა?
4. რას ეწოდება ეკვივალენტური წინაღობა?

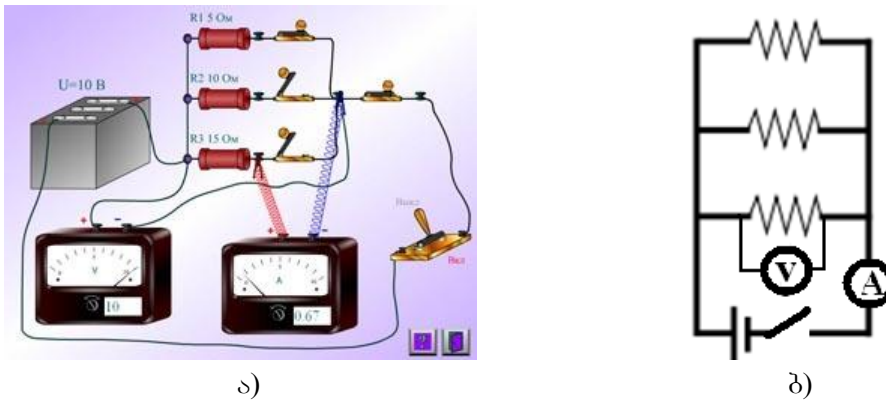
**2.9. პარალელური შეერთება**

პარალელური შეერთების დროს თითოეული ელემენტის საწყისები ერთ წერტილშია თავმოყრილი, ხოლო ბოლოები – მეორე წერტილში. ნახ.2.27,ა-ზე ნაჩვენებია ორი წინაღობის პარალელური შეერთება, ხოლო ნახ.2.27,ბ-ზე ამ შეერთების ელექტრული სქემა.



ნახ.2.27. წინაღობების პარალელური შეერთება (ა) და მათი სქემა (ბ)

ნახ.2.28,ა-ზე პარალელურად შეერთებულ წინაღობებთან ჩართულია კვების წყარო და საზომი ხელსაწყოები. ნახ.2.28,ბ-ზე მოცემულია საზომი ხელსაწყოების ჩართვის სქემა.



ნახ.2.28. კვების წყაროსა და საზომი ხელსაწყოების ჩართვა პარალელურად შეერთებულ წინაღობებთან (ა) და შესაბამისი ელექტრული სქემა (ბ)

პარალელურად შეერთებული წრედი მიეკუთვნება განშტოებულ წრედებს. წყაროდან გამომავალი  $I$  დენი მიაღწევს 1 კვანძამდე, ხოლო ამის შემდეგ განშტოვდება:  $R_1$  წინაღობაში გადის  $I_1$  დენი,  $R_2$ -ში  $I_2$  დენი და  $R_3$ -ში  $I_3$  დენი. 2 კვანძში ისინი ისევ იყრიან თავს და წყაროსაკენ ისევ მიდის  $I$  დენი. ცხადია, რომ  $I = I_1 + I_2 + I_3$ . ამ დასკვნას აქვს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა და მიიღო სახელწოდება განშტოებული წრედის კანონი ანუ კირხჰოფის I კანონი, რომელიც შემდეგში მდგომარეობს: კვანძში შემავალი დენების ჯამი გამომავალი დენების ჯამის ტოლია.

**დამახსოვრეთ!** პარალელური შეერთების დროს ყველა წინაღობაზე მოდებულია ერთი და იგივე სიდიდის ძაბვა.

შტოებში გამავალი დენები განისაზღვრებიან ომის კანონით:  $I_1 = U/R_1$ ;  $I_2 = U/R_2$ ;  $I_3 = U/R_3$ . რაც უფრო მეტია შტოს წინაღობა, მით ნაკლები სიდიდის დენი გაივლის შტოში.

თუ პარალელურად შეერთებულ სამ წინაღობას შევცვლით ერთი ეკვივალენტური  $R$  წინაღობით, მაშინ  $I = U/R$ . ეკვივალენტურობის პირობიდან გამომდინარეობს, რომ:  $U/R = U/R_1 + U/R_2 + U/R_3$ . თუ ამ ტოლობის ორივე მხარეს გავყოფთ  $U$  ძაბვაზე, მივიღებთ:  $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$ , ე.ი. პარალელურად შეერთების დროს წრედის ეკვივალენტური წინაღობის შებრუნებული სიდიდე

ტოლია თითოეული შტოს წინაღობის შებრუნებულ სიდიდეთა ჯამის. წინაღობის შებრუნებული სიდიდეს ეწოდება გამტარობა. ანუ  $G=1/R$ ;  $G_1=1/R_1$ ;  $G_2=1/R_2$  და  $G_3=1/R_3$ . აქედან გამომდინარე:  $G=G_1+G_2+G_3$ .

**დაიმახსოვრეთ!** პარალელური შეერთების დროს წრედის ეკვივალენტური გამტარობა ტოლია თითოეული შტოს გამტარობათა ჯამისა.

თუ პარალელურად შეერთებულია მხოლოდ ორი წინაღობა, მაშინ მათი ეკვივალენტური წინაღობა ტოლია:  $R=R_1 \times R_2 / (R_1 + R_2)$ ; თუ პარალელურად შეერთებულია ტოლი სიდიდის წინაღობები, მაშინ ეკვივალენტური წინაღობა ტოლია: ერთი წინაღობის სიდიდეს გაყოფილი წინაღობათა რაოდენობაზე,  $R=R_1/n$ .

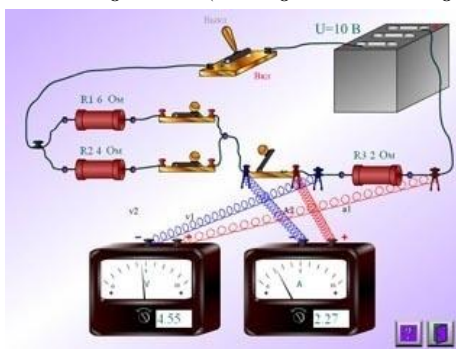
პრაქტიკაში რეზისტორების (დატვირთვების) პარალელურად ჩართვა ძალიან ხშირად გამოიყენება. სახელდობრ, თუ რეზისტორში გამავალი დენი აღემატება დასაშვებს, ანუ რეზისტორი ხურდება, მაშინ საჭიროა პარალელურად ჩართოს ორი რეზისტორი.

**საკონტროლო კითხვები:**

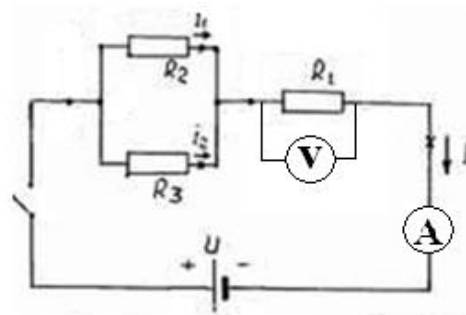
1. როგორ შეერთებას ეწოდება პარალელური?
2. რისი ტოლია წრედის საერთო წინაღობა პარალელური შეერთებისას?
3. რისი ტოლია წრედზე მოდებული ძაბვა?
4. რას ეწოდება ეკვივალენტური წინაღობა?
5. რისი ტოლია წრედის საერთო გამტარობა პარალელური შეერთებისას?

**2.10. შერეული შეერთება**

შერეული შეერთება ეწოდება ისეთ შეერთებას, რომელიც შეიცავს როგორც მიმდევრობით, ასევე პარალელურ შეერთებას. შერეული შეერთების წრედი მოცემულია ნახ.2.29,ა-ზე. ხოლო შესაბამისი ელექტრული სქემა – ნახ.2.29,ბ-ზე.



ა)



ბ)

**ნახ.2.29. წინაღობათა შერეული შეერთება**

წინაღობათა შერეული შეერთების დროს პირველ რიგში პარალელურად შეერთებული  $R_2$  და  $R_3$  წინაღობები უნდა შევცვალოთ ერთი საერთო წინაღობით  $R_{23} = R_2 \times R_3 / (R_2 + R_3)$ . ეს წინაღობა მიმდევრობითაა შეერთებული  $R_1$  წინაღობასთან. ამიტომ წრედის საერთო წინაღობა  $R = R_1 + R_{23}$ . მიმდევრობით შეერთებულ წრედში

გამავალი დენი  $I_1 = U/R$ ; პარალელურ უბანზე მოდებული ძაბვა  $U_{23} = I_1 \times R_{23}$ , ხოლო პარალელურ შტოებში გამავალი დენები ტოლია:  $I_2 = U_{23}/R_2$  და  $I_3 = U_{23}/R_3$ .

**საკონტროლო კითხვები:**

1. როგორ შეერთებას ეწოდება შერეული?
2. რა თვისებებით ხასიათდება შერეული შეერთება?
3. პირველ რიგში რომელი წინააღობები უნდა შევცვალოთ ერთი წინააღობით?

**2.11. ელექტრული დენის ენერგია და სიმძლავრე**

წრედში გავლის დროს ელექტრული დენი ასრულებს გარკვეულ მუშაობას. ელექტრული დენის მუშაობის შესრულების უნარს ელექტრული დენის ენერგია ეწოდება.

წრედში ელექტრული დენის მიერ დახარჯული ენერგია რიცხობრივად ტოლია წრედში გამავალი ელექტრობის რაოდენობისა და წრედზე მოდებული ძაბვის ნამრავლისა. იგი აღინიშნება  $W$  (დუბლ-ვე) ასოთი:  $W = QU = UIt$ . ამგვარად, ელექტრული დენის ენერგია ტოლია ძაბვის, დენის ძალისა და დენის დინების დროის ნამრავლის. მისი ერთეული SI სისტემაში არის ვატი  $\times$  წამი. ამ ერთეულს ჯოული (ჯ) ეწოდება.

**დაიმახსოვრეთ!** პრაქტიკაში დახარჯული ელექტროენერგია იზომება სისტემგარეშე ერთეულით - კილოვატსაათობით (კვტსთ).  $1\text{კვტსთ} = 3,6 \times 10^6$ .

გარდა ამისა, ელექტროტექნიკაში შემოტანილია სიმძლავრის ცნება. ელექტრული დენის სიმძლავრე ეწოდება დროის ერთეულში გადაცემულ ენერგიას. იგი აღინიშნება  $P$  (პე) ასოთი და ტოლია:  $P = W/t = UI$ , ე.ი სიმძლავრე რიცხობრივად ტოლია ძაბვისა და დენის ნამრავლისა. სიმძლავრის ერთეულია ვატი (ვტ). ვატი მცირე ერთეულია და ამიტომ პრაქტიკაში გამოყენება დიდი ერთეულები: კილოვატი (კვტ)=1000 ვტ; მეგავატი (მვტ) = 1000 000 ვტ.

სიმძლავრის ძირითადი ფორმულიდან ადვილად მიიღება მისი სახესხვაობები:  $P = UI = I^2R = U^2/R = U^2G$ .

იმის გამო, რომ სითბური ენერგიის გარდა ელექტრული ენერგია სხვა სახის ენერგიადაც შეიძლება გარდაიქმნას, მაგალითად ძრავაში – მექანიკურ ენერგიად, ნათურაში – სინათლის ენერგიად და ა.შ. სიმძლავრით ხასიათდება არა მარტო რეზისტორული ელემენტები ანუ გამაცხელებელი დანადგარები, არამედ ძრავები, ნათურები და ნებისმიერი მომხმარებელი, რომელშიც ელექტრული ენერგია გარდაიქმნება სხვა სახის ენერგიად.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რას ეწოდება ელექტრული დენის ენერგია?
2. რისი ტოლია რიცხობრივად ელექტრული დენის ენერგია და რა ასოთი აღინიშნება იგი?

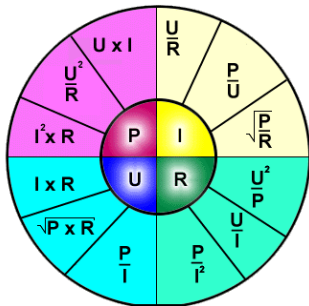
3. რას ეწოდება სიმძლავრე და რა ასოთი აღინიშნება იგი?
4. ჩამოთვალეთ ენერჯიისა და სიმძლავრის ერთეულები.

## 2.12. ჯოულ-ლენცის კანონი და სიმძლავრეთა ბალანსის განტოლება

ზემოთ აღვნიშნეთ, რომ სადენში დენის გატარებისას იგი თბება. გამტარში დენის არსებობის დროს გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა დამოკიდებულია გამტარის წინააღობაზე, გამტარში გამავალი დენის სიდიდესა და დროის იმ ხანგრძლივობაზე, რომლის განმავლობაშიც გამტარში დენი გადიოდა. ეს დამოკიდებულება 1844 წელს ერთდროულად, მაგრამ ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად, დადგენილ იქნა რუსი აკადემიკოსის ლენცისა და ინგლისელი მეცნიერის ჯოულის მიერ. რის გამოც ამ დამოკიდებულებას ეწოდა ჯოულ-ლენცის კანონი და იგი ჩაიწერება შემდეგნაირად:

$$Q = I^2 R t$$

**დაიმახსოვრეთ!** გამტარში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა პირდაპირპროპორციულია გამტარში გამავალი დენის სიდიდის კვადრატის, ამ გამტარის წინააღობისა და დენის დინების ხანგრძლივობის.



ნახ.2.30. დამოკიდებულებანი ელექტრული წრედის პარამეტრებსა ელექტრულ სიდიდეებს შორის

თუ გავითვალისწინებთ ომის კანონს:  $I = U/R$ , მაშინ ეს კანონი სხვანაირად ჩაიწერება:  $Q = U^2 \cdot t / R$ .

დამოკიდებულებანი ელექტრული წრედის პარამეტრებსა და ელექტრულ სიდიდეებს შორის შემაჯამებელი სახით მოცემულია ნახ.2.30-ზე.

მაგალითად, ამ ნახაზიდან ჩანს, რომ

$$\text{სიმძლავრე } p = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}.$$

### საკონტროლო კითხვები:

1. ჩამოაყალიბეთ ჯოულ-ლენცის კანონი.
2. რა მოსდის გამტარს, როცა მასში დენი გადის?
3. ამოწერეთ დენის გამოსახულებები ნახ. 2.30-ზე მოცემული დიაგრამიდან.

## 2.13. ელექტრული ველი და ტევადობა

ნებისმიერი ელექტრული მუხტი თავის გარემომცველ სივრცეში ქმნის ელექტრულ ველს. ელექტრული ველის არსებობის აღმოჩენა შეიძლება, თუ ველში შევიტანთ დამუხტულ სხეულს, მაშინ მასზე იმოქმედებს მიზიდვის ან განზიდვის ძალები.



**დამახსოვრეთ!** ელექტრული ველი წარმოადგენს მატერიის, ნივთიერისაგან განსხვავებულ, განსაკუთრებულ სახეს, რომლის საშუალებითაც ერთი დამუხტული სხეულების მოქმედება გადაეცემა მეორეს.

ელექტრულ ველს გააჩნია ელექტრული ენერჯის განსაზღვრული მარაგი. თუ ელექტრული ველი იწვევს მასში შეტანილი მუხტის აჩქარებას, მაშინ ასეთ ველს ეწოდება ამაჩქარებელი, ხოლო თუ ველი იწვევს მასში შეტანილი მუხტის სიჩქარის შემცირებას, მაშინ მას ეწოდება მამუხრუჭებელი.

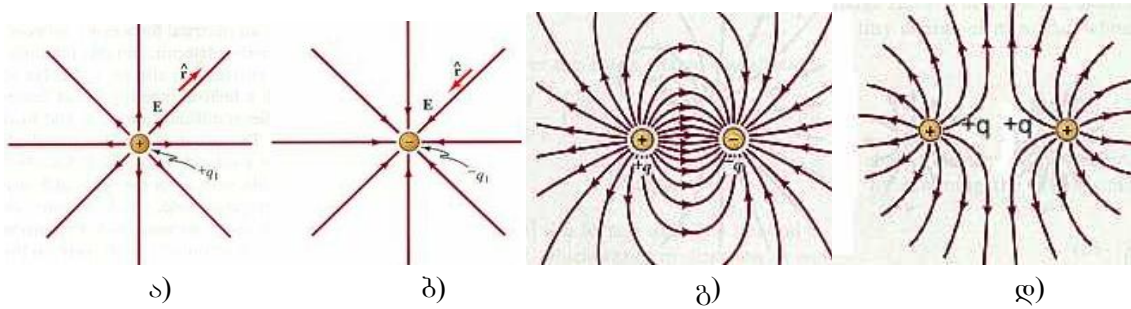
ელექტრულ ველს პირობით გრაფიკულად გამოსახავენ ძალწირების საშუალებით. ელექტრული ველის გრაფიკული გამოსახვის დროს საჭიროა გავითვალისწინოთ:

ძალწირები ყოველთვის მიმართულია დადებითი მუხტიდან უარყოფითისაკენ (ეს არის ელექტრულ ველში დადებითი მუხტის მოძრაობის მიმართულება;

ძალწირები იწყებიან დადებით მუხტზე და მთავრდებიან უარყოფითზე;

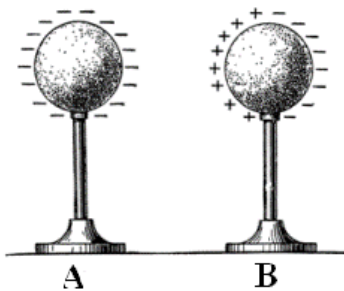
ძალწირები ყოველთვის მიმართული უნდა იქნენ დამუხტული სხეულის ზედაპირის მართობულად.

ზოგიერთი ელექტრული ველის გრაფიკული გამოსახულების მაგალითი მოყვანილია ნახ.2.31-ზე.



ნახ.2.31. ელექტრული ველის გრაფიკული გამოსახულება: ა) წერტილოვანი დადებითი მუხტის; ბ) წერტილოვანი უარყოფითი მუხტის; გ) ორი სხვადასხვა ნიშნიანი მუხტის; დ) ორი ერთნიშნიანი მუხტის

ელექტროსტატიკური ინდუქცია. შევიტანოთ უარყოფითად დამუხტული A ბურთულას ელექტრულ ველში უმუხტო B ბურთულა (ნახ.2.32). B ბურთულას თავისუფალი ელექტრონები დაიწყებენ გადაადგილებას A ბურთულას ელექტრულ ველში, რადგან განიზიდებიან უარყოფითად დამუხტული A ბურთულას მიერ. შედეგად B ბურთულას ის ნაწილი, რომელიც განლაგებულია A ბურთულას მხარეს დაიმუხტება დადებითად, ხოლო მოპირდაპირე მხარე – უარყოფითად, ანუ B ბურთულა, რომელიც აღმოჩნდა ელექტრულ ველში ნეიტრალური მდგომარეობიდან გადავიდა დამუხტულ მდგომარეობაში.



ნახ.2.32. ელექტროსტატიკური ინდუქციის მოვლენის ცდა

ელექტრულ ველში სხეულის ზედაპირის ურთიერთსაწინააღმდეგო უბნებზე სხვადასხვა ნიშნის ელექტრული მუხტების გაჩენის მოვლენას ელექტროსტატიკური ინდუქცია ეწოდება.

თუ B ბურთულას გამოვიტანთ ელექტრული ველიდან, ის ისევ გახდება ელექტრულად ნეიტრალური. მაგრამ თუ ელექტრული ველიდან გამოტანამდე ხელით შევეხებოდით B ბურთულას უარყოფითად დამუხტულ მხარეს, მაშინ ელექტრონები ჩვენი სხეულის გავლით გადავიდოდნენ მიწაში და B ბურთულა აღმოჩნდებოდა დადებითად დამუხტული. თუ ამის შემდეგ B ბურთულას გამოვიტანთ ელექტრული ველიდან, იგი შეინარჩუნებს თავის დადებით მუხტს.

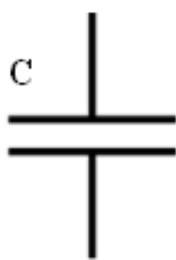
ელექტროსტატიკური ინდუქციის მოვლენა შესაძლებლობას იძლევა გამტარის ზედაპირზე განსაზღვრულ პირობებში დავაგროვოთ ელექტრული მუხტები.

ელექტრული ტევადობა. სხეულის მუხტის გაზრდით ბუნებრივია იზრდება მისი პოტენციალი. მაგრამ უსაზღვროდ მუხტის გაზრდა შეუძლებელია. ბოლოს და ბოლოს დადგება მომენტი, როცა სხეულის მთელი ზედაპირი აღმოჩნდება ელექტრონებით დაკავებული და ახალი ელექტრონებისათვის ადგილი აღარ იქნება. ამ დროს სხეულს გააჩნია მაქსიმალური მუხტი და შესაბამისად მაქსიმალური პოტენციალი.

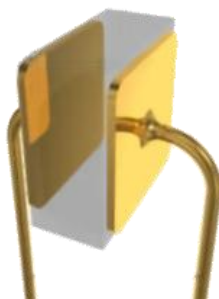
ცხადია, რომ რაც მეტია სხეულის ზომები, მით მეტი მუხტის დაგროვება შეუძლია მას.

**დაიმახსოვრეთ!** სხეულის უნარს, დააგროვოს განსაზღვრული რაოდენობის ელექტრობა პოტენციალის ერთდროული გაზრდით, ელექტრული ტევადობა ანუ მარტივად ტევადობა ეწოდება.

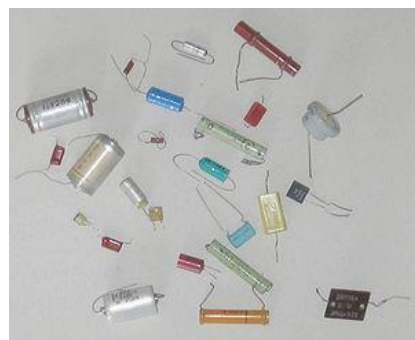
ტევადობა აღინიშნება C ასოთი. მისი პირობითი გრაფიკული გამოსახულება მოცემულია ნახ.2.33.ა-ზე. ტევადობა იზომება ფარადებში (ფ). სხეულის ტევადობა 1 ფარადის ტოლია, თუ მუხტის 1 კულონით გაზრდის შემთხვევაში მისი პოტენციალი 1 ვოლტით იზრდება ( $ფ=კ/ვ$ ). ფარადი ძალიან დიდი ერთეულია. მაგალითად, დედამიწის სფეროს ტევადობა შეადგენს  $6,4 \times 10^4$  ფ. ამიტომ პრაქტიკაში ტევადობის გასაზომად გამოიყენებენ ძალიან მცირე ერთეულებს: მიკროფარადი (მკფ) $=10^{-6}$  ფ; ნანოფარადი (ნფ) $=10^{-9}$  ფ; პიკოფარადი (პფ) $=10^{-12}$  ფ.



ა)



ბ)



გ)

ნახ.2.32. ტევადობის გრაფიკული აღნიშვნა (ა); ბრტყელი კონდენსატორი (ბ) და კონდენსატორების სახესხვაობები (გ)

ელექტრული წრედის ელემენტს, რომელიც გამოიყენება მუხტისა და ელექტრული ველის ენერჯიის დაგროვებისათვის კონდენსატორი ეწოდება. უმარტივესი კონდენსატორი წარმოადგენს ორი ფირფიტის ერთობლიობას, რომელთა შორის მოთავსებულია დიელექტრიკი. კონდენსატორის ფირფიტებზე გადაცემული სხვა-

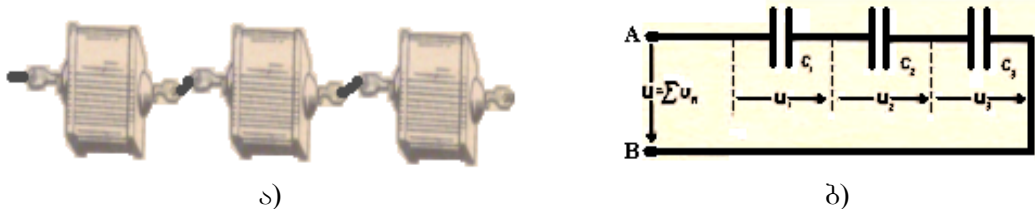
დასხვა ნიშნის მუხტები ერთმანეთს იჭერენ. ამიტომ კონდენსატორს შეუძლია დააგროვოს მნიშვნელოვნად დიდი რაოდენობის ელექტრული მუხტი, ვიდრე ორმა ცალკე აღებულმა ფირფიტამ.

უმარტივესი კონდენსატორის მოწყობილობა წარმოდგენილია ნახ.2.33.ბ-ზე. კონდენსატორზე დაგროვილი მუხტი ძაბვის პროპორციულია:  $q = CU$ .

კონდენსატორის სახესხვაობები წარმოდგენილია ნახ.2.33.გ-ზე.

ექსპერიმენტებით დადგენილია, რომ კონდენსატორის ტევადობა პირდაპირ-პროპორციულია ფირფიტების ურთიერთგადამფარავი ზედაპირის ფართობისა, ფირფიტების გამყოფი დიელექტრიკის ელექტრული შეღწევადობისა და უკუპროპორციულია ფირფიტებს შორის მანძილისა. იგი გამოისახება ფორმულით:  $C = \epsilon \epsilon_0 S / d$ ; სადაც  $C$  – კონდენსატორის ტევადობაა, ფ;  $\epsilon$  – დიელექტრიკის ფარდობითი ელექტრული შეღწევადობა, ფ/მ;  $\epsilon_0$  – ვაკუუმის ფარდობითი ელექტრული შეღწევადობა ( $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$  ფ/მ);  $S$  – კონდენსატორის ერთი ფირფიტის მეორე ფირფიტით გადაფარული ზედაპირის ფართობი, მ<sup>2</sup>;  $d$  – ფირფიტებს შორის დაშორება, მ.

კონდენსატორების შეერთება. ისევე, როგორც რეზისტორები, კონდენსატორებიც შეიძლება შეერთებულნი იქნენ მიმდევრობით, პარალელურად და შერეულად. ნახ.2.34.ა-ზე ნაჩვენებია კონდენსატორების მიმდევრობითი შეერთება, ხოლო ნახ.2.34.ბ-ზე ამ შეერთების სქემატური გამოსახულება. მიმდევრობითი შეერთების დროს დიელექტრიკების საერთო სისქე იზრდება, რასაც მიყვავართ საერთო ტევადობის შემცირებისაკენ.



ნახ.2.34. კონდენსატორების მიმდევრობითი შეერთება (ა) და მისი სქემატური გამოსახულება (ბ)

სხვადასხვა ტევადობის  $n$  რაოდენობის კონდენსატორების მიმდევრობითი შეერთებისას საერთო ტევადობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + \dots + 1/C_n.$$

თუ კონდენსატორების ტევადობები ერთნაირია, მაშინ:  $C = C_1/n$ . მხოლოდ ორი კონდენსატორის შემთხვევაში:  $C = C_1 \cdot C_2 / (C_1 + C_2)$ .

ცხადია, რომ კონდენსატორების მიმდევრობით შეერთებულ წრედზე მოდებული ძაბვა ტოლია ცალკეულ კონდენსატორზე მოდებული ძაბვებვათა ჯამისა. ამიტომ მიმდევრობით შეერთებული კონდენსატორები შეიძლება გამოყენებული იქნეს, როგორც ძაბვის ტევადური გამყოფი.

**დაიმახსოვრეთ!** მიმდევრობით შეერთებული კონდენსატორები იმუხტებიან ერთნაირი რაოდენობის მუხტებით.

კონდენსატორების მიმდევრობითი შეერთება გამოიყენება არა მარტო იმ შემთხვევაში, როცა საჭიროა მივიღოთ ცალკეული კონდენსატორის ტევადობაზე ნაკლები, არამედ კონდენსატორებზე ძაბვის შესამცირებლადაც. ასე მაგალითად, თუ მიმდევრობით შევაერთებთ 250 ვ მუშა ძაბვაზე გათვლილ ორ კონდენსატორს, მაშინ საერთო ძაბვა, რომელშიც ისინი შეიძლება ჩაერთოთ შეიძლება იყოს 500 ვ.

**პარალელური შეერთება.** ნახ.2.35.ა-ზე ნაჩვენებია კონდენსატორების პარალელური შეერთება, ხოლო ნახ.2.35.ბ-ზე ამ შეერთების სქემატური გამოსახულება. პარალელური შეერთების დროს ფირფიტების საერთო ფართობი იზრდება, რასაც მიყვაროთ საერთო ტევადობის გაზრდისაკენ.

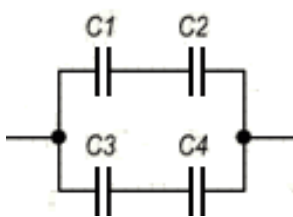


ნახ.2.35. კონდენსატორების პარალელური შეერთება (ა) და მისი სქემატური გამოსახულება (ბ)

სხვადასხვა ტევადობის  $n$  რაოდენობის კონდენსატორების პარალელური შეერთებისას საერთო ტევადობა განისაზღვრება ფორმულით:  $C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$ . თუ კონდენსატორების ტევადობები ერთნაირია, მაშინ:  $C = C_1 \cdot n$ . მხოლოდ ორი კონდენსატორის შემთხვევაში:  $C = C_1 \cdot C_2 / (C_1 + C_2)$ .

ცხადია, რომ ამიტომ ცალკეული პარალელურად შეერთებული კონდენსატორის მუშა ძაბვა არ უნდა იყოს ქსელის ძაბვაზე ნაკლები.

კონდენსატორების პარალელური შეერთება ყველაზე ხშირად გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როცა საჭიროა მივიღოთ ცალკეული კონდენსატორის ტევადობაზე მეტი ტევადობა.



ნახ.2.36. კონდენსატორების შერეული შეერთების სქემატური გამოსახულება

**შერეული შეერთება.** ნახ.2.36-ზე ნაჩვენებია კონდენსატორების შერეული შეერთების სქემატური გამოსახულება.

როგორც ნახ.2.36-დან ჩანს, შერეული შეერთება წარმოადგენს მიმდევრობითი და პარალელური შეერთებების კომბინაციას და ამიტომ ასეთი შეერთება აერთიანებს მიმდევრობითი და პარალელური შეერთებების თვისებებს.

ნებისმიერი შერეული შეერთება შეიძლება დავიყვანოთ მიმდევრობით ან პარალელურ შეერთებაზე.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რას ქმნის ნებისმიერი დამუხტული სხეული თავის გარშემო სივრცეში?
2. როგორ გამოსახავენ ელექტრულ ველს პირობითად?

3. რას ეწოდება ტევადობა, რა ასოთი აღინიშნება და რა ერთეულებში იზომება იგი?
4. რას ეწოდება კონდენსატორი?
5. რას ეწოდება კონდენსატორების მიმდევრობითი, პარალელური და შერეული შეერთება?
6. რისი ტოლია კონდენსატორების პარალელური შეერთებისას ცალკეულ კონდენსატორზე მოდებულია ქსელის ძაბვა?

## 2.14. მაგნიტური ველი და ინდუქციურობა

მაგნიტი ჩვენი ყოველდღიური ცხოვრების მნიშვნელოვანი ნაწილია. იგი არსებითი კომპონენტია ისეთი მოწყობილობებისა, როგორცაა ელექტრული ძრავები და გენერატორები, დინამიკები, კომპიუტერები, კომპაქტდისკები, ავტომობილები და სხვა. ისინი გამოიყენებიან ხელსაწყოებში, სამრეწველო დანადგარებში, სამეცნიერო-კვლევით საქმიანობაში.

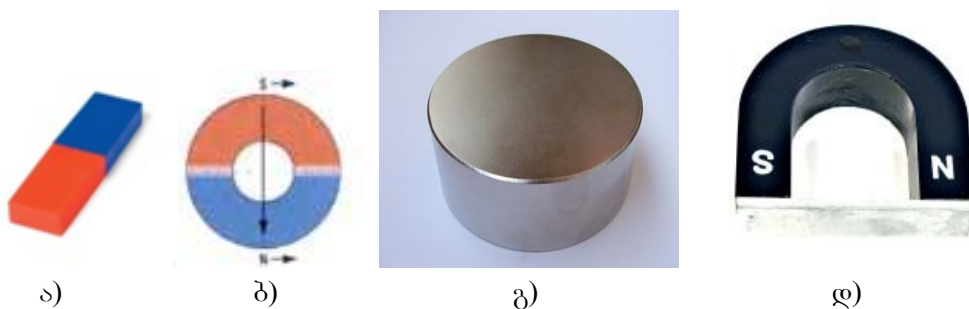
მაგნიტი – არის განსაზღვრული მასალისაგან ობიექტი, რომელიც ქმნის მაგნიტურ ველს.

პრაქტიკულად დამტკიცებულია, რომ დენიანი გამტარების, მუდმივი მაგნიტებისა და ელექტრომაგნიტების გარშემო არსებობს მაგნიტური ველი.

**დაიმახსოვრეთ!** მაგნიტური ველი წარმოადგენს მატერიის, ნივთიერისაგან განსხვავებულ, განსაკუთრებულ სახეს, რომლის საშუალებითაც მაგნიტის მოქმედება გადაეცემა სხვა სხეულებს.

მისი არსებობა ადვილად შეგვიძლია შევნიშნოთ მისი ძალური მოქმედებით სხვა დენიან გამტარებსა თუ მაგნიტებზე. ელექტრული ველის მსგავსად მაგნიტურ ველსაც გააჩნია ენერჯია და ინერცია. არსებობს ბუნებრივი და ხელოვნური მაგნიტები. ყველასათვის ცნობილია, რომ მაგნიტი იზიდავს რკინის ნაჭრებს. ამ მოვლენას მაგნეტიზმი ეწოდება. მაგნეტიზმის მოვლენა ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა ელექტრო და რადიოტექნიკურ მოწყობილობებში. ამასთანავე ამ დროს გამოიყენება არა ბუნებრივი, არამედ ხელოვნური მაგნიტები.

ხელოვნური მაგნიტები მზადდება სპეციალური ხარისხის ფოლადისა და მისი შენადნობებისაგან. ასეთი ფოლადის ნაჭერს განსაკუთრებით დაამაგნიტებენ, რის შემდეგაც იგი იძენს მაგნიტის თვისებებს, ანუ ხდება მუდმივი მაგნიტი. მათი დანიშნულების მიხედვით მუდმივ მაგნიტებს სხვადასხვა ფორმა აქვთ (ნახ.2.37).

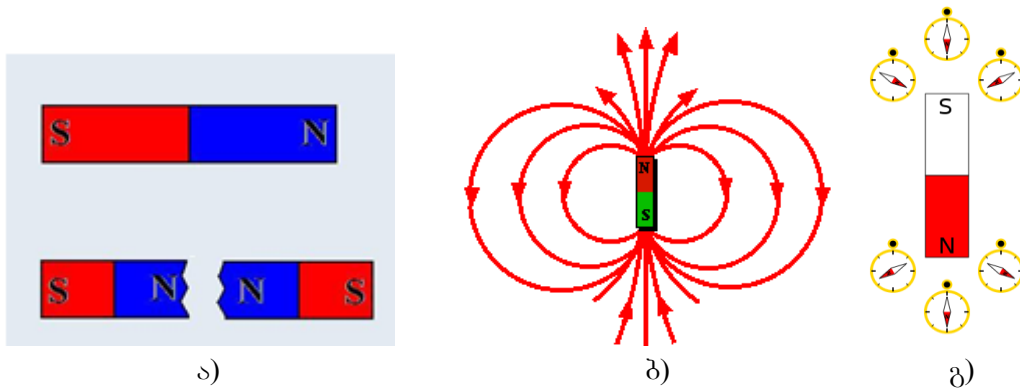


ნახ.2.37. სხვადასხვა ფორმის მუდმივი მაგნიტები: ა – ზოლოვანი; ბ – რგოლური; გ – ცილინდრული; დ – ნალისებრი

მაგნიტს ყველაზე დიდი მიზიდვის ძალა აქვს ბოლოებზე, რომელთაც მაგნიტის პოლუსები ეწოდებათ. ყველა მაგნიტს აქვს ორი პოლუსი: ჩრდილო პოლუსი (N) და სამხრეთ პოლუსი (S). ხოლო შუა ნაწილს (ნეიტრალურ ხაზს) მაგნიტური თვისებები არ გააჩნია.

მაგნიტი ზოგიერთ სხეულს იზიდავს და ზოგიერთს – არა. სხეულებს, რომელთაც მაგნიტი იზიდავს მაგნიტური სხეულები ეწოდება. მათ მიეკუთვნება რკინა, თუჯი, ნიკელი და კობალტი, ხოლო რომელთაც არ იზიდავს არამაგნიტური ეწოდებათ. მათ მიეკუთვნება ყველა დანარჩენი ნივთიერებანი.

პრაქტიკაში არ არსებობს მაგნიტის ნახევარი. თუ ავიღებთ მაგნიტს და გაჭრით ორ ნაწილად (ნახ.2.38.ა), მაშინ თითოეულ ნაწილს ექნება ისევ „ჩრდილო“ და „სამხრეთ“ პოლუსი. თუ მათ კიდევ დავყოფთ ორ-ორ ნაწილად მივიღებთ იგივე შედეგს და ა.შ., ანუ შეუძლებელია მივაღწიოთ მაგნიტურ მონოპოლიას.

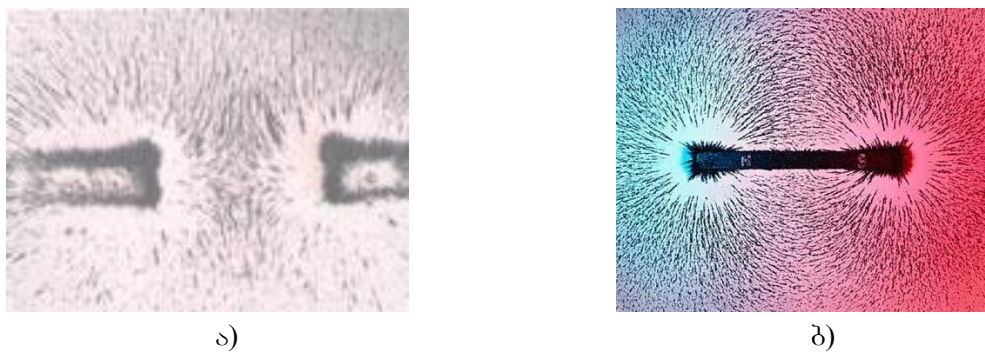


ნახ.2.38. მთელი და გაჭრილი მაგნიტი (ა); მაგნიტური ძალწირების მიმართულება (ბ); ერთსახელა და სხვადასხვასახელიანი მაგნიტების ურთიერთქმედება (გ).

მაგნიტურ ველს გრაფიკულად გამოსახავენ ძალწირების საშუალებით. მეცნიერები შეთანხმდნენ, რომ მაგნიტური ძალწირები გამოდიან ჩრდილო პოლუსიდან და შედიან სამხრეთ პოლუსში (ნახ.2.38.ბ).

ტერმინი „მაგნიტური ძალწირები“ ფართოდ გამოიყენება მაგნიტური და ელექტრომაგნიტური მოვლენების შესწავლისას, მაგრამ მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ, რომ მაგნიტური ძალწირები პირობითი ცნებაა.

ერთსახელა მაგნიტური პოლუსები განიზიდებიან, ხოლო სხვადასხვასახელიანი – მიიზიდებიან, რაც კარგად ჩანს ნახ.2.39-დან.



ნახ.2.39. ნაქლიბის განლაგება ერთსახელა (ა) და სხვადასხვასახელა (ბ) პოლუსებს შორის

მაგნიტური ველის სტრუქტურის გასაცნობად დავფაროთ მაგნიტი მინით და დავაყაროთ მასზე რკინის ნაქლიბი. მსუბუქად დავაკაკუნოთ მინაზე. ამ დროს ნაქლიბი განლაგდება მაგნიტური ძაღწირების მოქმედების მიმართულებით და შეიქმნება ე.წ. მაგნიტური სპექტრი, რომლის მიხედვითაც შეიძლება ვიმსჯელოთ მაგნიტური ძაღწირების ფორმაზე.

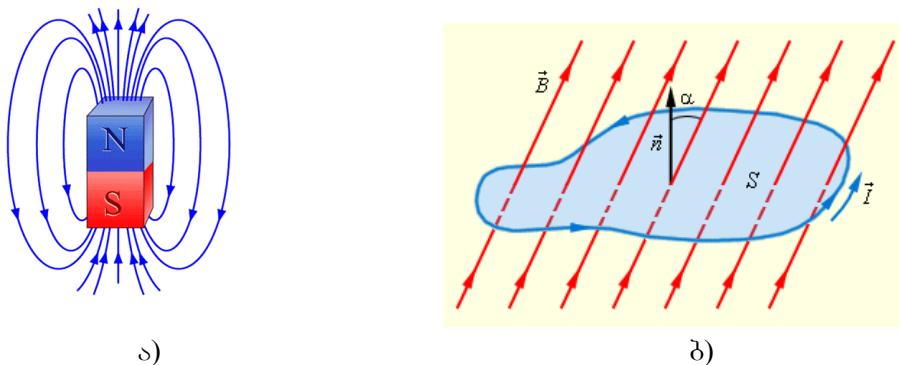
ნახ.2.39-ზე წარმოდგენილია ნაქლიბის განლაგება ერთსახელა (ა) და სხვადასხვასახელა (ბ) პოლუსებს შორის.

**მაგნიტური ინდუქცია და მაგნიტური ნაკადი.** თუ მაგნიტური ისრიდან მოვაშორებთ მაგნიტს (ნახ.2.38.გ), შევამჩნევთ, რომ მაგნიტსა და ისარს შორის მანძილის გადიდებით მაგნიტის მოქმედება თანდათან მცირდება და ბოლოს დადგება ისეთი მომენტი, როცა ისარი დაიკავებს საწყის მდებარეობას. ეს მოწმობს, რომ მუდმივი მაგნიტის მოქმედება შეწყდა და ისარზე მოქმედებს მხოლოდ დედამიწის მაგნიტური ველი. მაშასადამე, მაგნიტის მოქმედების ძალა მანძილის გადიდებით მცირდება. ყველაზე დიდი ზემოქმედების ძალა მაგნიტს აქვს პოლუსებთან, რადგანაც იქ მაგნიტური ძაღწირების სისშირე დიდია. პოლუსებიდან დაშორებისას ეს სისშირე მცირდება.

ამგვარად, მაგნიტური ველი ხასიათდება მაგნიტური ძაღწირების სისშირით. მაგნიტური ველის სხვადასხვა წერტილში მის დასახასიათებლად შემოაქვთ სიდიდე, რომელსაც მაგნიტური ველის ინდუქცია ეწოდება. ველის მაგნიტური ინდუქცია რიცხობრივად ტოლია იმ ძაღწირების რაოდენობისა, რომელიც გადის მათი მიმართულების პერპენდიკულარულად მოთავსებულ  $1 \text{ სმ}^2$  ფართობში. რაც მეტია მაგნიტური ძაღწირების სიმკვრივე ველის მოცემულ წერტილში, მით მეტია ამ წერტილში მაგნიტური ინდუქცია. მაგნიტური ინდუქცია აღინიშნება  $B$  (ბე) ასოთი და გამოისახება ფორმულით:  $B = \mu H$ , სადაც  $\mu$  – გარემოს მაგნიტური შეღწევალობაა, ჰნ/მ;  $H$  – მაგნიტური ველის დაძაბულობაა, ა/მ.

მაგნიტური ინდუქციის ერთეული საერთაშორისო სისტემაში არის ტესლა (ტლ).

ნახ.2.40.ა-ზე სქემატურად გამოსახულია ზოლოვანი მაგნიტის მაგნიტური ველი.



ნახ.2.40. ზოლოვანი მაგნიტის მაგნიტური ველისა (ა) და ზედაპირში გამავალი მაგნიტური ნაკადის (ბ) სქემატური გამოსახულება

ნახ.2.40.ა-დან ჩანს, რომ მაგნიტის პოლუსებიდან დაშორებით ძალწირების სიხშირე და შესაბამისად, მაგნიტური ინდუქცია ანუ მაგნიტის მოქმედება მცირდება. რაიმე ფართობში გამავალი მაგნიტური ძალწირების საერთო რაოდენობას მაგნიტური ნაკადი ეწოდება (ნახ.2.40.ბ). იგი აღინიშნება  $\Phi$  (ფი) ასოთი და მაგნიტურ ინდუქციასთან დაკავშირებულია შემდეგნაირად:  $\Phi = B \times S \cos \alpha$ , სადაც  $B$  – მაგნიტური ინდუქციაა, ტლ;  $S$  – მოცემული მაგნიტური ნაკადის მიერ განჭოლილი ზედაპირი, მ<sup>2</sup>;  $\alpha$  – კუთხე ზედაპირზე აღმართულ მართობსა და მაგნიტური ნაკადის მიმართულებას შორის, გრადუსი.

მაგნიტური ნაკადის ერთეულია ვებერი (ვბ).

როცა ზედაპირის ფართობი მაგნიტური ნაკადის მიმართულების პერპენდიკულარულია, მაშინ  $\Phi = B \times S$ . რაც მეტია მაგნიტური ნაკადი, მით მეტი მიზიდვის ძალა გააჩნია მაგნიტს.

მუდმივი მაგნიტის მაგნიტური ნაკადი დამოკიდებულია ფოლადის ხარისხზე, რომლისგანაც ის არის დამზადებული; მაგნიტის ზომებსა და მისი დამაგნიტების ხარისხზე.

ნახ.2.39.ბ-დან ჩანს, რომ პოლუსებს შორის რკინის ნაქლიბი განლაგებულია თითქმის პარალელურ ხაზებად, რომელთა სიხშირე ერთნაირია. ასეთ მაგნიტურ ველს ერთგვაროვანი ველი ეწოდება.

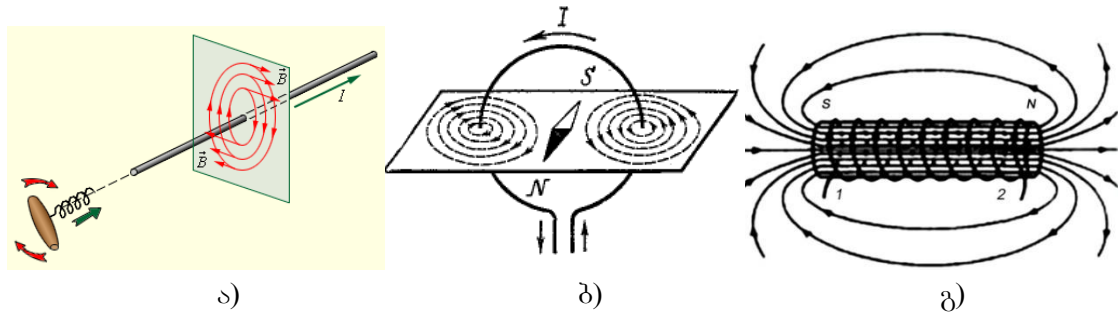
სხეულის თვისებას, გაატაროს მასში მაგნიტური ნაკადი მაგნიტური შეღწევადობა ეწოდება. სხვადასხვა ნივთიერებების მაგნიტური შეღწევადობის შესადარებლად მიღებულია, რომ ჰაერის მაგნიტური შეღწევადობა ერთის ტოლია. ნივთიერებებს, რომელთა მაგნიტური შეღწევადობა ერთზე ნაკლებია, დიამაგნიტები ეწოდებათ. მათ მიეკუთვნებიან: სპილენძი, ტყვია, ვერცხლი და სხვა. ნივთიერებებს, რომელთა მაგნიტური შეღწევადობა ერთზე ოდნავ მეტია პარამაგნიტები ეწოდებათ. ნივთიერებებს, რომელთა მაგნიტური შეღწევადობა ერთზე მნიშვნელოვნად მეტია და იზომება ათასებში, ფერომაგნიტები ეწოდებათ; მათ მიეკუთვნებიან: რკინა, ფოლადი, კობალტი, ნიკელი და სხვა. ეს ნივთიერებები და მათი შენადნობები ფართოდ გამოიყენება ელექტრული მანქანების, ტრანსფორმატორებისა და სხვა ელექტრომაგნიტური მოწყობილობების დასამზადებლად.

**ელექტრული დენის მაგნიტური ველი.** გამტარში გავლის დროს ელექტრული დენი გამტარის გარშემო სივრცეში ქმნის მაგნიტურ ველს, რომლის ძალწირები წარმოადგენენ კონცენტრიკულ წრეზახებს (ნახ.2.41.ა.) ასეთ ველს წრიული მაგნიტური ველი ეწოდება. გამტარში გამავალი დენის მიმართულება და მაგნიტური ძალწირების მიმართულება ერთმანეთთან დაკავშირებულია მარჯვენა ბურღის წესით, რაც შემდეგში მდგომარეობს:

**დაიმახსოვრეთ!** თუ გამტარში წარმოდგენით ჩავხრახნით ბურღს გამტარში დენის გავლის მიმართულებით, მაშინ ბურღის ტარის მოძრაობის მიმართულება ემთხვევა მაგნიტური ძალხაზების მიმართულებას.

ბურღის წესი საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ დენის მიმართულება სადენში, თუ ვიცით მის მიერ შექმნილი ძალწირების მიმართულება.





ნახ.2.41. დენისა და მის მიერ შექმნილი მაგნიტური ძაღწირების მიმართულება (ა); ხვიის (ბ) და სოლენოიდის (გ) მაგნიტური ველები

კოჭის მაგნიტური ველის ფორმის შესწავლის მიზნით განვიხილოთ ნახ.2.41.ბ. როცა ხვიაში გადის ელექტრული დენი, მაშინ მისი ცალკეული ნაწილის ირგვლივ იქმნება წრიული მაგნიტური ველი. გამოვიყენებთ რა ბურღის წესს. შევნიშნავთ, რომ მაგნიტურ ძაღწირებს ხვიის შიგნით აქვთ ერთნაირი მიმართულება. ისინი შედიან ერთი მიმართულებიდან და გამოდიან მეორედან.

ხვიები, რომელთაც გააჩნიათ სპირალის ფორმა (ნახ.2.41. გ), ქმნიან ე.წ. სოლენოიდს (კოჭას). სოლენოიდის გარშემო დენის გავლის დროს იქმნება მაგნიტური ველი. ეს მაგნიტური ველი წარმოიქმნება, როგორც თითოეული ხვიის მაგნიტური ველის ჯამი და როგორც ნახ.2.41.გ-დან ჩანს, ფორმით ჰგავს სწორკუთხა მაგნიტის ველს. მაგნიტური ძაღწირები გამოდიან ერთი ბოლოდან და შედიან მეორეში. სოლენოიდის შიგნით მათ აქვთ ერთნაირი მიმართულება. ამგვარად, სოლენოიდის ბოლოებს მაგნიტის მსგავსად აქვთ პოლუსები. ანუ სოლენოიდს გააჩნია თვისება მიიზიდოს მსუბუქი ფოლადის საგნები.

სოლენოიდს, რომლის შიგნით მოთავსებულია ფოლადის გულარა, ელექტრო-მაგნიტი ეწოდება. ელექტრომაგნიტების (ნახ.2.42) გულარა მზადდება პაკეტად აკრეფილი, ერთმანეთისგან იზოლირებული, ფოლადის თხელი ფურცლებისაგან.

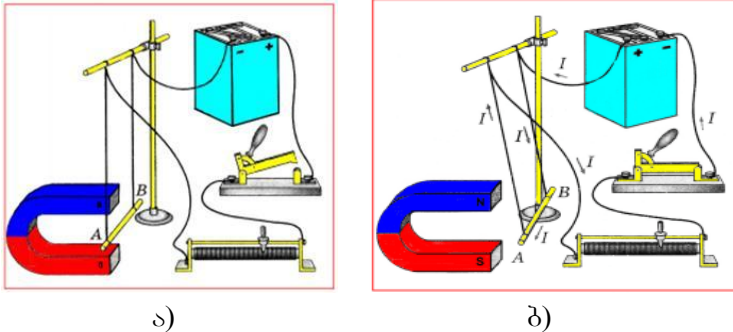


ნახ.2.42. ელექტრომაგნიტები: ა - ტვირთამწვე; ბ - სამუხრუჭე; გ - დისტანციური მართვის

გულარის ფორმა დამოკიდებულია ელექტრომაგნიტის დანიშნულებაზე. ელექტრომაგნიტის მაგნიტური ნაკადი და შესაბამისად მისი მიზიდულობის ძალა მით მეტია, რაც მეტია ხვიათა რიცხვი. ელექტრომაგნიტის მაგნიტური ნაკადის სიდიდეზე გავლენას ახდენს მაგნიტური წრედის ხარისხი. მაგნიტური წრედი ეწოდება გზას, რომლის გასწვრივაც იკვრება მაგნიტური ნაკადი. მაგნიტურ წრედს გააჩნია განსაზღვრული მაგნიტური წინაღობა. იგი დამოკიდებულია იმ გარემოს მაგნიტურ

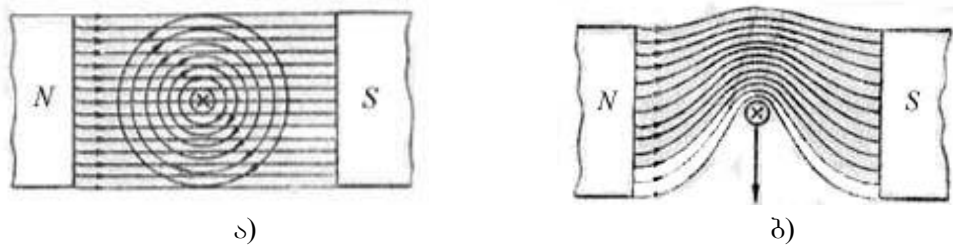
შელწევადობაზე, რომელშიც გაივლის მაგნიტური ნაკადი. რაც მეტია მაგნიტური შეღწევადობა მით ნაკლებია მაგნიტური წინაღობა და მით მეტია მისი მაგნიტური ნაკადი სხვა თანაბარ პირობებში.

**მაგნიტური ველის მოქმედება დენიან გამტარზე.** თუ მუდმივი მაგნიტის მაგნიტურ ველში მოვათავსებთ გამტარს (ნახ.2.43.ა) და გავატარებთ მასში ელექტრულ დენს, მაშინ გამტარი მოვა მოძრაობაში და გამოვარდება მაგნიტური ველიდან (ნახ.2.43.ბ). ავხსნათ ეს მოვლენა.



როგორც ცნობილია, დენიანი გამტარის გარშემო აღიძვრება წრიული მაგნიტური ველი (ნახ.2.44.ა). ეს ველი შევა ურთიერთმოქმედებაში მუდმივი

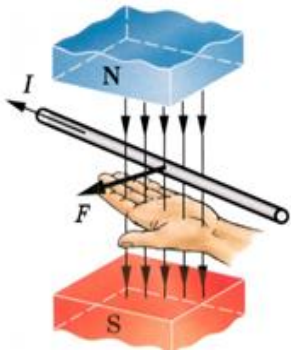
მაგნიტის ველთან. იქ, სადაც გამტარის ველის ძალები მიმართულებით ემთხვევიან მუდმივი მაგნიტის მაგნიტური ველის ძალებს, ხდება ძალების შესქელება, ხოლო იქ, სადაც გამტარის ველის ძალები მიმართულია მუდმივი მაგნიტის მაგნიტური ველის ძალების საწინააღმდეგოდ, ხდება ძალების გაუხშობა. ამგვარად, გამტარის ველი ამახინჯებს მუდმივი მაგნიტის თანაბარ ველს, აძლიერებს მას გამტარის ერთი მხრიდან და ასუსტებს მეორე მხრიდან (ნახ.2.44.ბ).



ნახ.2.44. გამტარის გადაადგილება მუდმივი მაგნიტის მაგნიტურ ველში. ა – მუდმივი მაგნიტის მაგნიტური ველი და დენიანი გამტარი; ბ – ჯამური მაგნიტური ველი

განხილულ მოვლენაში მაგნიტური ველი ურთიერთმოქმედებს ელექტრულ დენტან, შედეგად გამტარი მოდის მოძრაობაში, ანუ ხდება ელექტრული ენერჯის გარდაქმნა მექანიკურად. ძალა, რომლითაც გამტარი გამოვარდება მაგნიტური ველიდან, დამოკიდებულია მაგნიტის მაგნიტური ნაკადისა და გამტარში გამავალი დენის სიდიდეზე, აგრეთვე გამტარის იმ სიგრძეზე, რომელიც გადაკვეთს მაგნიტურ ნაკადს. ამ ძალის მოქმედების მიმართულება, ანუ გამტარის მოძრაობის მიმართულება დამოკიდებულია გამტარში დენის მიმართულებაზე და განისაზღვრება მარცხენა ხელის წესით, რომელიც შემდეგში მდგომარეობს:

**დაიმახსოვრეთ!** თუ მარცხენა ხელს დავიჭერთ ისეთნაირად, რომ მაგნიტური ძალები შედიოდნენ ხელისგულში, გაშლილი ოთხი თითი მიმართულებით ემთხვეოდეს გამტარში დენის მიმართულებას, მაშინ გაშლილი ცერა თითი გვიჩვენებს გამტარის მოძრაობის მიმართულებას (ნახ.2.45).

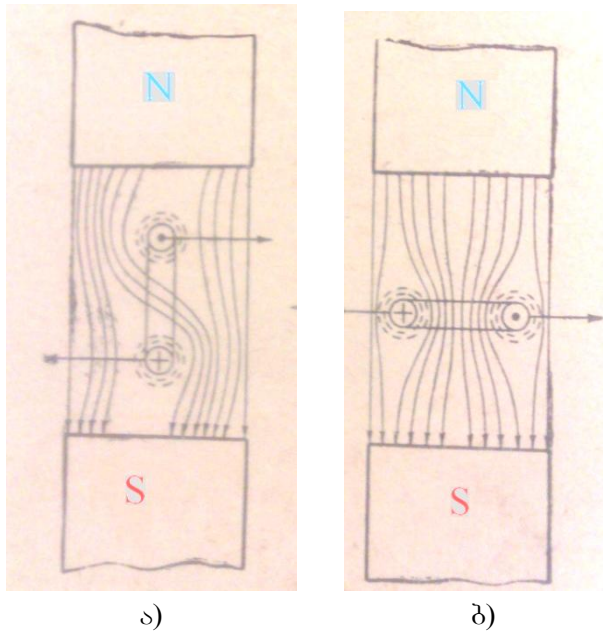


ნახ.2.45. მარცხენა ხელის წესი

ამ წესის გამოყენებისას უნდა გვახსოვდეს, რომ მაგნიტური ძაღწირები მიმართულია ჩრდილოეთ პოლუსიდან და შედიან სამხრეთში.

თუ ახლა მაგნიტურ ველში მოვათავსებთ დენიან ჩარჩოს (ნახ.2.46.ა) და გამოვიყენებთ მარცხენა ხელის წესს ზედა გამტარისათვის, დავინახავთ, რომ მასზე მოქმედი ძალა მიმართულია მარჯვენა მხარეს (გამტარში დენის მიმართულების აღნიშვნისას ნიშანი (•) გვიჩვენებს, რომ დენი მიმართულია ჩვენკენ, ხოლო ნიშანი (+) – ჩვენგან) ხოლო ზედა გამტარზე მოქმე-

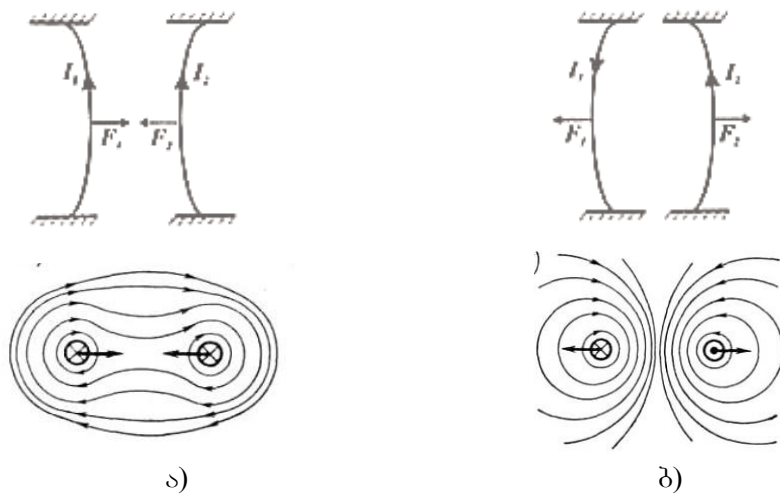
დი ძალა მიმართულია მარცხნივ. ამ ორი ძალის მოქმედების შედეგად ჩარჩო მობრუნდება და დაიჭერს მაგნიტური ძაღხაზების მართობულ მდგომარეობას (ნახ.2.46.ბ). ამ მდგომარეობაში ჩარჩოში გადის ყველაზე დიდი მაგნიტური ნაკადი. აქედან გამომდინარე, შეგვიძლია გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნა: მაგნიტურ ველში შეტანილი დენიანი ჩარჩო ყოველთვის მიისწრაფვის დაიკავოს ისეთი მდგომარეობა, რომ ჩარჩოს მიერ შექმნილი მაგნიტური ველის ძაღწირები მიმართულებით ემთხვეოდეს მუდმივი მაგნიტის მაგნიტური ველის ძაღწირების მიმართულებას, რომ მასში გადიოდეს რაც შეიძლება მაგნიტური ნაკადის დიდი რაოდენობა. დენიანი ჩარჩოს მაგნიტურ ველში მოქმედების ეს თვისება ფართოდ გამოიყენება ელექტროტექნიკაში: ელექტროძრავები და ელექტროსაზომი ხელსაწყოების დიდი უმრავლესობა მუშაობს ამ პრინციპზე.



ნახ.2.46. დენიანი ჩარჩო მაგნიტურ ველში

განვიხილოთ ახლა შემთხვევა, როცა დენიანი გამტარი მოთავსებულია არა მუდმივი მაგნიტის ველში, არამედ მეორე დენიანი გამტარის ველში. ამისათვის ერთმანეთთან ახლოს მოვათავსოთ ორი გამტარი და გავატაროთ მათში დენი ერთი მიმართულებით (ნახ.2.47.ა), ხოლო შემდეგ მეორე მიმართულებით (ნახ.2.47.ბ). დავინახავთ, რომ დენების ერთნაირი მიმართულების შემთხვევაში ნაკადების „შესქვლება“ ხდება გამტართა გარედან და ამიტომ გარედან მათზე დაწოლის ძალა მეტია, რის გამოც ისინი იზიდავენ ერთმანეთს. დენების სხვადასხვა მიმართულების შემთხვე-

ვაში ნაკადების „შესქვლება“ ხდება შიგნიდან და ამიტომ შიგნიდან მოქმედი ძალა მეტია, რის გამოც გამტარები განიზიდავენ ერთმანეთს. დენიანი გამტარების ასეთ ურთიერთქმედებას ეწოდება ელექტროდინამიური და მასზე დაფუძნებულია ელექტროდინამიური ელექტროსაზომი ხელსაწყოების მოწყობილობა.



ნახ.2.47. დენიანი გამტარების ურთიერთქმედება

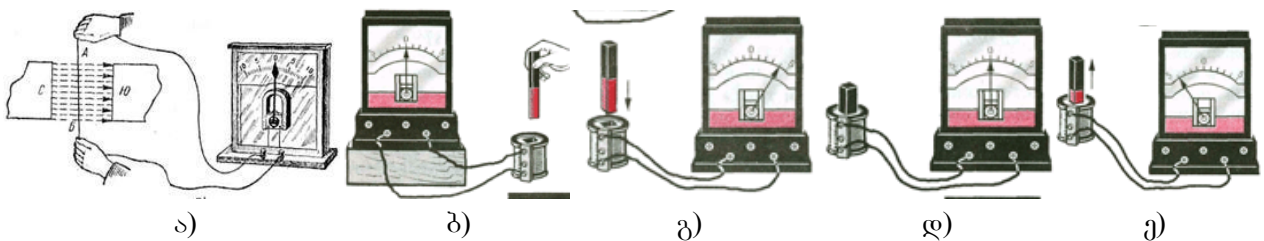
**საკონტროლო კითხვები:**

1. რას წარმოადგენს მაგნიტური ველი?
2. რამდენი პოლუსი გააჩნია მაგნიტს?
3. როგორ ურთიერთქმედებენ ერთმანეთთან ერთსახელა და სხვადასხვა სახელა პოლუსები?
4. რას ეწოდება მაგნიტური ინდუქცია და რა ასოთი აღინიშნება იგი?
5. რაში მდგომარეობს ბურღის წესი?
6. რას ეწოდება ელექტრომაგნიტი?
7. რაში მდგომარეობს მარცხენა ხელის წესი?
8. როგორ ურთიერთქმედებენ ორი ერთმანეთთან ახლოს მდებარე დენიანი გამტარები?

**2.15. ელექტრომაგნიტური ინდუქცია და მისი კანონი**

თუ მუდმივი მაგნიტის მაგნიტურ ველში მოვათავსებთ გამტარს და გადავაადგილებთ მას ისე, რომ თავისი მოძრაობისას გადაკვეთოს მაგნიტის მაგნიტური ნაკადი (ნახ.2.48.ა), მაშინ გამტარში აღიძვრება ელექტრომამოძრავებელი ძალა, რომელსაც ინდუქციის, ან ინდუქცირებული ემპ ეწოდება. ინდუქცირებული ემპ გამტარში აღიძვრება იმ შემთხვევაშიც, როცა გამტარი გაჩერებულია და გამოძრავებთ მაგნიტს.

გამტარში ინდუქცირებული ემპ-ს აღძვრის მოვლენას ელექტრომაგნიტური ინდუქცია ეწოდება.



ნახ.2.48. ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის შესწავლა

თუ გამტარს, რომელშიც აღძრულია ინდუქცირებული ემძ, შევავრთებთ გარე-  
შე წრედთან, მაშინ ამ ემძ-ის მოქმედებით წრედში გაივლის ე.წ. ინდუქცირებული  
დენი.

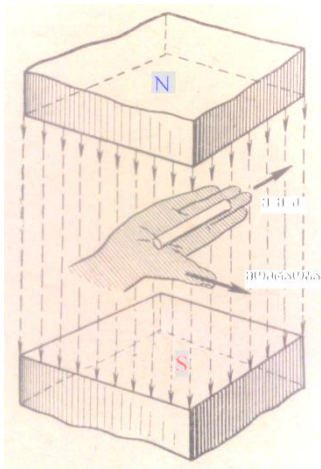
**დაიმახსოვრეთ!** ინდუქცირებული ემძ და შესაბამისად, ინდუქცირებული  
დენი შეიძლება მიღებული იქნეს არა მარტო სწორ გამტარში, არამედ იმ  
გამტარშიც, რომელიც დახვეულია კოჭას სახით.

თუ მგრძნობიარე გაღვანომეტრთან ჩავრთავთ ხვიათა დიდი რიცხვის მქონე  
კოჭას და კოჭაში გადავაადგილებთ მუდმივ მაგნიტს (ნახ.2.48.ბ), დავინახავთ, რომ  
სანამ მაგნიტი მოძრაობს, მანამ გაღვანომეტრის ისარი გადაიხრება. ანუ კოჭაში  
აღიძვრება ელექტრული დენი (ნახ.2.48.გ). როგორც კი მაგნიტს გავაჩერებთ ეს  
დენიც გაქრება (ნახ.2.48.დ). მაგნიტის უკუმიმართულებით მოძრაობისას დენი კოჭა-  
ში ისევ აღიძვრება, მაგრამ გაღვანომეტრის ისარი საპირისპირო მიმართულებით  
გადაიხრება (ნახ.2.48.ე).

ამ შემთხვევაში ინდუქცირებული ემძ-ს სიდიდე და შესაბამისად, დენი კოჭაში  
დამოკიდებულია მაგნიტის მოძრაობის სიჩქარეზე, ანუ რამდენად სწრაფად გადა-  
კვეთს მაგნიტური ნაკადი კოჭას ხვეებს, მაგნიტურ ნაკადის სიდიდესა და კოჭას  
ხვიათა რიცხვზე. იგივე შედეგები მიიღება, თუ მუდმივი მაგნიტის მაგიერ გამო-  
ყენებული იქნება ელექტრომაგნიტი.

ინდუქცირებული დენის აღძვრის მოვლენა საპირისპიროა ზემოთ განხილული  
დენიანი გამტარის მაგნიტური ველიდან გამოვარდნის მოვლენისა. იმ შემთხვევაში  
ელექტრული ენერგია გარდაიქმნებოდა მექანიკურ ენერგიად, აქ კი მექანიკური  
ენერგია გარდაიქმნება ელექტრულ ენერგიად. ამიტომ ეს მოვლენა უდევს საფუ-  
ძვლად ელექტრული ენერგიის სხვადასხვა ტიპის გენერატორების მოქმედების  
პრინციპს.

**ინდუქცირებული ემძ-ის სიდიდე და მიმართულება.** მაგნიტურ ველში გამტარის  
მოძრაობის დროს გამტარში აღძრული ინდუქცირებული ემძ-ის სიდიდე პირდაპირ-



ნახ.2.49. მარჯვენა ხელის წესი აგრეთვე, იცვლება ინდუქცირებული ემძ-ის მიმართუ-  
ლებაც. ინდუქცირებული ემძ-ს მიმართულების განსაზღვრისათვის გამოიყენება  
მარჯვენა ხელის წესი:

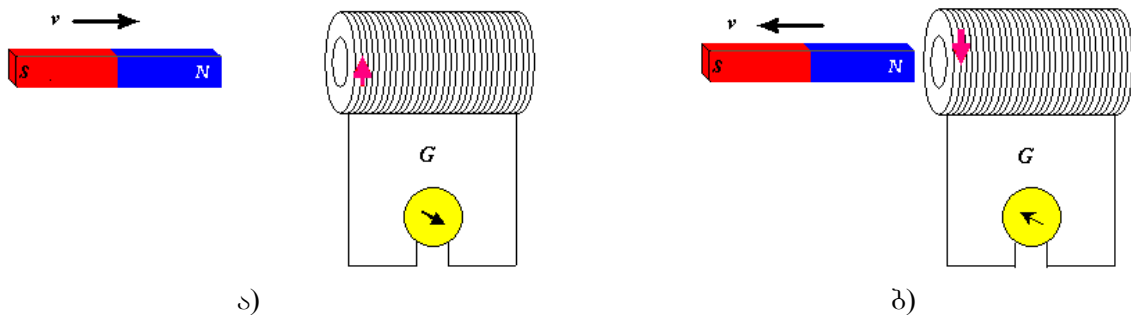
**დაიმახსოვრეთ!** თუ მარჯვენა ხელს დავიჭერთ ისე, რომ ველის მაგნიტური ძაღწირები შედიოდნენ ხელისგულში, ხოლო გაშლილი ცერა თითი გვიჩვენებდეს გამტარის მოძრაობის მიმართულებას, მაშინ გაშლილი ოთხი თითი გვიჩვენებს ინდუქცირებული ემძ-ისა და გამტარში გამავალი დენის მიმართულებას (ნახ.2.49).

**ლენცის წესი.** როგორც აღვნიშნეთ. კოჭას შიგნით მაგნიტური ველის ყოველგვარ ცვლილებას თან ახლავს ინდუქცირებული ემძ-ის აღძვრა. თუ კოჭა, რომელშიც შექმნილია ინდუქცირებული ემძ, ჩაკეტილია გარეშე წრედთან, მაშინ კოჭას ხვიებში გაივლის ინდუქცირებული დენი, რომელიც ქმნის მაგნიტურ ველს, რის გამოც კოჭა გადაიქცევა სოლენოიდად. ამასთანავე, გარეშე მაგნიტური ველის ცვლილება იწვევს კოჭაში ინდუქცირებულ დენს, რომელიც თავის მხრივ კოჭას გარშემო ქმნის თავის მაგნიტურ ველს – დენის ველს. რუსმა მეცნიერმა ე. ლენცმა დაადგინა კოჭაში ინდუქცირებული დენისა და შესაბამისად, ინდუქცირებული ემძ-ის მიმართულება და მოგვცა წესის სახით:

**დაიმახსოვრეთ!** კოჭაში ინდუქცირებულ დენს აქვს ისეთი მიმართულება, რომ მის მიერ შექმნილი მაგნიტური ნაკადით ეწინააღმდეგება მის წარმომშობ მიზეზს – ნაკადის ცვლილებას.

განვიხილოთ მაგალითი. ნახ.2.50.ა-ზე მოცემულია სოლენოიდი, რომელიც მიერთებულია გაღვანომეტრთან. სოლენოიდის ერთ ბოლოს მიუვახლოვით მუდმივი მაგნიტი ჩრდილო პოლუსით. სოლენოიდში აღიძვრება ელექტრული დენი, რომელსაც გვიჩვენებს გაღვანომეტრი. თუ სოლენოიდს შევხედავთ მაგნიტის მხრიდან ინდუქცირებული დენი მიმართული იქნება საათის ისრის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით. სოლენოიდთან მაგნიტის მიახლოებისას სოლენოიდის გამჭოლი მაგნიტური ნაკადი იზრდება. სოლენოიდში აღიძვრება ინდუქციური დენი, რომელიც თავის მხრივ ქმნის მაგნიტურ ნაკადს. ეს ნაკადი, ბურღის წესის თანახმად, მიმართულია მაგნიტის მაგნიტური ნაკადის ზრდის საპირისპიროდ – სოლენოიდიდან გარეთ. ამიტომ ის ხელს უშლის მაგნიტის მაგნიტური ნაკადის ზრდას.

ნახ.2.50.ბ-ზე მოცემულია მაგნიტის დაშორება სოლენოიდისაგან. სოლენოიდიდან მაგნიტის მოშორებისას მისი გამჭოლი მაგნიტური ნაკადი მცირდება. ამ დროს სოლენოიდში აღიძვრება ინდუქციური დენი, რომელიც თავის მხრივ ქმნის მაგნიტურ ნაკადს. ეს ნაკადი სოლენოიდში, ბურღის წესის თანახმად, მიმართულია მაგნიტის მაგნიტური ნაკადის შემცირების საპირისპიროდ – სოლენოიდის შიგნით და ხელს უშლის მაგნიტის მაგნიტური ნაკადის შემცირებას.

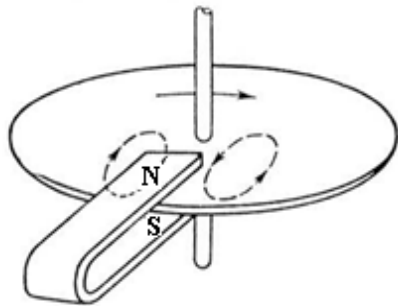


ნახ.2.50. ლენცის წესის ილუსტრაცია

ლენცის წესი სამართლიანია გამტარებში ინდუქცირებული დენის ყველა შემთხვევისათვის, დამოუკიდებლად გამტარის ფორმისა და იმ ფაქტისა, თუ რა ხერხით ხდება გარეშე მაგნიტური ველის ცვლილება.

**გრიგალური დენები.** ცვლად მაგნიტურ ნაკადს შეუძლია დააინდუქციროს ემძ არა მარტო კოჭის ხეიბში, არამედ მასიურ ლითონის გამტარებშიც. განჭოლავს რა მასიური გამტარის სისქეს, მაგნიტური ნაკადი დააინდუქცირობს მასში ემძ-ს, რომელიც წარმოადგენს ინდუქცირებული დენების წარმოშობის მიზეზს. ეს ე.წ. გრიგალური დენები ვრცელდება მასიურ გამტარში და მოკლე შეერთვებიან მასში.

ნახ.2.51-ზე მოყვანილია მასიურ ლითონის დისკოში გრიგალური დენების წარმოშობის სქემა. დისკო ბრუნვის დროს გადაჰყვით ელექტრომაგნიტის მაგნიტურ ნაკადს. დისკოში აღძრულ გრიგალურ დენებს აქვთ წრეხაზის სახე. თუ გავაჩერებთ დისკოს ბრუნვას, გრიგალური დენები დაუყონებლივ გაქრებიან. გრიგალური დენები, როგორც ყველა სახის დენი, ხასიათდებიან თბური მოქმედებით, ანუ აცხელებენ სადენებს. მასიურ დისკოს აქვს მცირე წინაღობა და ამის გამო გრიგალურმა დენებმა შეიძლება მიაღწიონ დიდ სიდიდეებს, შედეგად კი დისკო ძლიერ გახურდება.



ნახ.2.51. გრიგალური დენები (ნაჩვენებია ჩაკეტილი პუნქტით) დისკოში. მთლიანი ისარი უჩვენებს

გრიგალური დენებისაგან გახურების თავიდან აცილებისა და მათი სიდიდის შემცირების მიზნით ელექტრული მანქანების ნაწილები და ტრანსფორმატორის გულარები მზადდება არა მასიური ლითონისაგან, არამედ ერთმანეთისაგან ქაღალდის ან საიზოლაციო ლაქის ფენით დაფარული თხელი ფურცლებისაგან, რის გამოც გამტარის მასაში გრიგალურ

დენებს გზა ეზღუდებათ.

მაგრამ პრაქტიკაში ზოგჯერ გრიგალურ დენებს იყენებენ როგორც სასარგებლო დენებს. კერძოდ, ისინი გამოიყენებიან ინდუქციურ გამახურებელ ღუმელებში, ელექტროენერჯის მრიცხველებში და ელექტროსაზომ ხელსაწყოებში.

**თვითინდუქციისა და ურთიერთინდუქციის მოვლენა.** ჩვენ განვიხილეთ, რომ სიდიდით ცვლადი ელექტრული დენი ქმნის ცვლად მაგნიტურ ველს, რომელიც თავის მხრივ ყოველთვის აინდუქცირობს ემძ-ს. პრაქტიკაში მაგნიტური ველი ყველაზე ხშირად იქმნება სხვადასხვა სახის სოლენოიდების, ანუ მრავალხვიანი დენიანი კონტურების მიერ, მაგრამ კონტურში დენის ცვლილების დროს შესაძლებელია ორი შემთხვევა: 1. იცვლება თვით საკუთარი კონტურის გამჭოლი მაგნიტური ნაკადი; 2. იცვლება მეზობელი კონტურის გამჭოლი მაგნიტური ნაკადი.

საკუთარ კონტურში აღძრულ ემძ-ს თვითინდუქციის ემძ ეწოდება, ხოლო მოვლენას – თვითინდუქციის მოვლენა. მეზობელ კონტურში აღძრულ ემძ-ს ურთიერთინდუქციის ემძ ეწოდება, ხოლო მოვლენას – ურთიერთინდუქციის მოვლენა. ეს მოვლენა იძლევა შესაძლებლობას მაგნიტური ველის საშუალებით ერთმანეთს

დაუკავშირდეს სხვადასხვა ელექტრული წრედი. ასეთ კავშირს ინდუქციური კავშირი ეწოდება.

ცხადია, რომ ორივე მოვლენის ბუნება ერთი და იგივეა, ხოლო სხვადასხვა დასახელება გამოყენებულია მხოლოდ იმიტომ, რომ ხაზი გაესვას ინდუქციის ემძის აღძვრის ადგილს.

თვითინდუქციის მოვლენა წარმოადგენს ელექტრომაგნიტური ინდუქციის კერძო და მეტად საჭირო შემთხვევას, როცა თვით კონტურში გამავალი ცვლადი დენის მიერ შექმნილი ცვლადი მაგნიტური ნაკადი იწვევს თვითინდუქციის ემძის აღძვრას. თვითინდუქციის ემძის სიდიდე დამოკიდებულია დენის ცვლილების სიჩქარეზე. რაც უფრო დიდია დენის ცვლილების სიჩქარე, მით უფრო დიდია აღძრული თვითინდუქციის ემძ. ამ ემძ-ს სიდიდე დამოკიდებულია აგრეთვე, სოლენოიდის (კოჭას) ხვიათა რიცხვზე, დახვევის სიმჭიდროვეზე და გეომეტრიულ ზომებზე. რაც უფრო დიდია კოჭას დიამეტრი, მისი ხვიათა რიცხვი, დახვევის სიმჭიდროვე, მით უფრო დიდია აღძრული ემძ. ამ ემძ-ის მიმართულება განისაზღვრება ლენცის წესით: თვითინდუქციის ემძ-ს ყოველთვის აქვს ისეთი მიმართულება, რომლითაც იგი ეწინააღმდეგება მისი გამომწვევი დენის ცვლილებას. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, დენის შემცირება კოჭაში იწვევს მისი მიმართულების თანხვედრილი თვითინდუქციის ემძ-ის აღძვრას, რაც ხელს უშლის დენის შემცირებას და პირიქით, დენის ზრდა კოჭაში იწვევს მისი მიმართულების საწინააღმდეგო თვითინდუქციის ემძ-ის აღძვრას, რაც ხელს უშლის დენის ზრდას.

არ უნდა დაგვავიწყდეს, რომ თუ კოჭაში დენი არ იცვლება, მაშინ არავითარი თვითინდუქციის ემძ არ აღიძვრება. თვითინდუქციის მოვლენა განსაკუთრებით მკვეთრად ვლინდება რკინის გულარიან კოჭაში, რადგან რკინა მნიშვნელოვნად ზრდის მაგნიტურ ნაკადს.

კონსტრუქციულად განსხვავებულ კოჭებს გააჩნიათ უნარი დენის ერთი და იგივე ცვლილებისას დააინდუქცირონ სხვადასხვა სიდიდის თვითინდუქციის ემძები. რომ განასხვავონ კოჭები ერთმანეთისგან მათი თვითინდუქციის ემძების დაინდუქცირების უნარის მიხედვით, შემოტანილია კოჭას ინდუქციურობის, ანუ თვითინდუქციის კოეფიციენტის ცნება.

**დაიმახსოვრეთ!** კოჭას თვითინდუქციურობა არის სიდიდე, რომელიც ახასიათებს კოჭას თვისებას დააინდუქციროს მასში თვითინდუქციის ემძ.

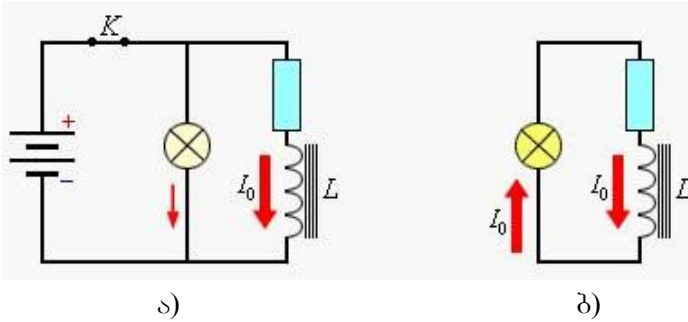


მოცემული კოჭასათვის ინდუქციურობა მუდმივი სიდიდეა და დამოკიდებული არ არის მასში გამავალ დენზე და მისი ცვლილების სიჩქარეზე. იგი აღინიშნება  $L$  (ელ) ასოთი, ხოლო გრაფიკულად გამოსახულია ნახ.2.52.-ზე.

ნახ.2.52. ინდუქციურობის გრაფიკული გამოსახულება კონტურის ინდუქციურობა დამოკიდებულია კონტურის გეომეტრიულ ზომებზე, ხვიათა რიცხვზე და გულარას განივკვეთის ფართობზე და განისაზღვრება ფორმულით:  $L = \mu\mu_0 W^2 s / l$ , სადაც  $\mu$  – ფარდობითი მაგნიტური შეღწევადობა, ჰნ/მ;  $\mu_0$  – ჰაერის მაგნიტური შეღწევადობა ( $4\pi \cdot 10^{-12}$  ჰნ/მ);  $W$ - ხვიათა რიცხვია;  $S$  – გულარას განივკვეთის ფართობი, მ<sup>2</sup>;  $l$  – გულარას საშუალო სიგრძე, მ.



მაგნიტურ ველს გააჩნია ენერგია. კოჭას, რომელშიც გადის ელექტრული დენი, გააჩნია მაგნიტური ენერჯის მარაგი. მაგალითად, თუ მუდმივი დენის წრედში დიდი ინდუქციურობის მქონე კოჭასთან პარალელურად ჩავრთავთ ელექტრულ

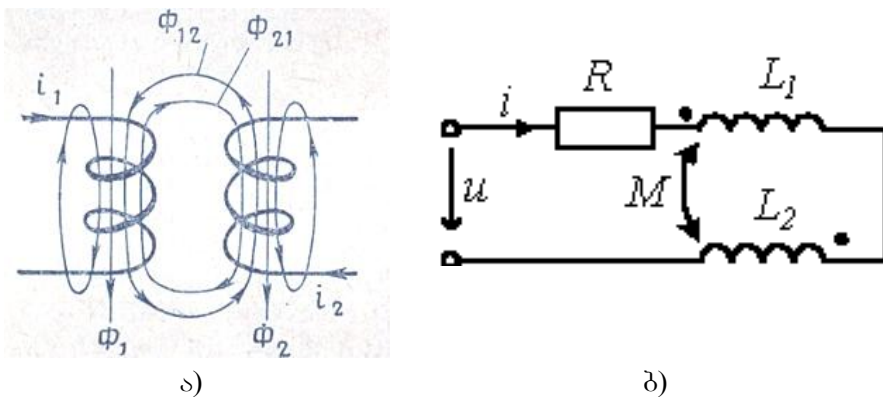


ნახ.2.53. ჩამრთველის გათიშვისას დენი წრედში აღიძვრება თვითინდუქციის ემმ-ის მოქმედებით

ნათურას (ნახ.2.53.ა), მაშინ  $K$  ჩამრთველის გათიშვის დროს შეინიშნება ნათურის ხანმოკლე სიკაშკაშე. (ნახ.2.53.ბ). დენი წრედში აღიძვრება თვითინდუქციის ემმ-ის მოქმედებით. ამ შემთხვევაში ელექტრულ წრედში ენერჯის წყაროს წარმოადგენს კოჭას მაგნიტური ველი. იმისათვის, რომ გამოვიწვიოთ ემმ ერთ კოჭაში მეორე კოჭაში დენის ცვლილების ხარჯზე, აუცილებელი არ არის ერთი კოჭა ჩავდვათ მეორეში, არამედ საკმარისია ისინი განვალაგოთ ერთმანეთის გვერდით (ნახ.2.54.ა). ამ შემთხვევაში, პირველ კოჭაში გამავალი  $i_1$  დენის ცვლილებით გამოწვეული ნაკადი  $\Phi_{12}$  გატოლავს მეორე კოჭას ხვებებს და აღძრავს მასში ურთიერთინდუქციის ემმ-ს. ამ ემმ-ს სიდიდე პირველ რიგში, დამოკიდებულია პირველ კოჭაში გამავალი დენის ცვლილების სიჩქარეზე. ამ ემმ-ის მოქმედების შედეგად მეორე კოჭაში გაივლის  $i_2$  დენი, რომელიც თავის მხრივ შექმნის  $\Phi_{21}$  ნაკადს და ეს ნაკადი გამტოლავს პირველი კოჭას ხვებებს და დააინდუქცირებს აგრეთვე მასში ემმ-ს.

**დაიმახსოვრეთ!** რაც მეტია დენის ცვლილების სიჩქარე, მით მეტია აღძრული ურთიერთინდუქციის ემმ.

გარდა ამისა, ამ ემმ-ს სიდიდე დამოკიდებულია ორივე კოჭას ინდუქციურობაზე, მათ ურთიერთგანლაგებაზე და გარემოს მაგნიტურ შეღწევადობაზე.



ნახ.2.54. ურთიერთინდუქციის მოვლენა(ა) და კოჭებს შორის ურთიერთინდუქციური კავშირის სქემატური აღნიშვნა (ბ)

იმისათვის, რომ ერთმანეთისაგან განვასხვავოთ კოჭათა სხვადასხვა წყვილები ემმ-ების ურთიერთინდუქცირების უნარის მიხედვით შემოტანილია ურთიერთინდუქციურობის ანუ ურთიერთინდუქციის კოეფიციენტის ცნება. იგი აღინიშნება  $M$  (ემ)

ასოთი. ეს კოეფიციენტიც დამოკიდებულია კონტურის გეომეტრულ ზომებზე, ორივე კოჭას ხვიათა რიცხვზე, გულარას განივკვეთის ფართობზე და განისაზღვრება ფორმულით:  $M = \mu\mu_0 W_1 W_2 S / l$ , სადაც  $W_1$  და  $W_2$  პირველი და მეორე კოჭას ხვიათა რიცხვებია; დანარჩენი სიდიდეები იგივეა, რაც  $L$ -ის შემთხვევაში.

კოჭებს შორის ურთიერთინდუქციური კავშირის სქემატური აღნიშვნა მოცემულია ნახ.2.54.ბ-ზე.

თვითინდუქციისა და ურთიერთინდუქციის კოეფიციენტების ერთეულია ჰენრი (ჰნ). პრაქტიკაში გამოიყენება უფრო მცირე ერთეულები: მილიჰენრი (მჰნ) =  $10^{-3}$  ჰნ; მიკროჰენრი (მკჰნ) =  $10^{-6}$  ჰნ.

ურთიერთინდუქციის მოვლენაზე არის დამყარებული ისეთი მნიშვნელოვანი ელექტროტექნიკური მოწყობილობის მუშაობის პრინციპი, როგორცაა ტრანსფორმატორი.

### საკონტროლო კითხვები:

1. რას ეწოდება ელექტრომაგნიტური ინდუქცია?
2. რაში მდგომარეობს მარჯვენა ხელის წესი?
3. რაში მდგომარეობს ლენცის წესი?
4. რას წარმოადგენენ გრიგალური დენები და რით ხასიათდებიან?
5. განმარტეთ თვითინდუქციისა და ურთიერთინდუქციის მოვლენები.
6. დაასახელეთ ურთიერთინდუქციის კოეფიციენტის ერთეული.

## 2.16. ცვლადი დენის ძირითადი მოვლენები და კანონები

წინა თავებში ჩვენ განვიხილეთ მუდმივი დენის წრედებში მიმდინარე მოვლენები და კანონები. მაგრამ პრაქტიკაში ხშირად საქმე გვაქვს დროში როგორც სიდიდით, ასევე მიმართულებით ცვლად დენებთან. ასეთმა დენებმა მიიღეს სახელწოდება ცვლადი დენი.

**დაიმახსოვრეთ!** ცვლადი დენის კანონების ცოდნას აქვს ძალიან დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა, რადგან თითქმის მთელი ენერჯია, რომელიც გამოძევათაგან ბულისა თანამედროვე პირობებში, იწარმოება ცვლადი დენის ენერჯიის სახით.

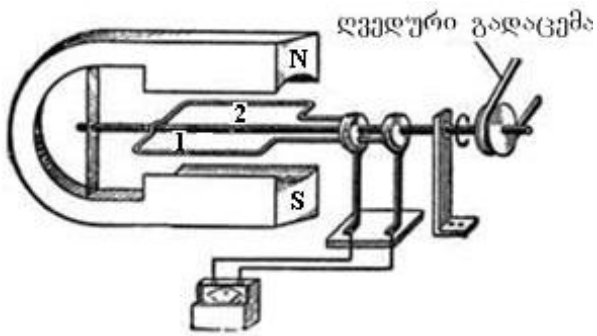
ცვლადი დენის პრაქტიკაში ფართოდ გამოყენება განაპირობა იმან, რომ მის მისაღებად გამოყენებული გენერატორების კონსტრუქცია უფრო მარტივია, ვიდრე მუდმივი დენისა. გარდა ამისა ცვლადი დენის ძაბვა ტრანსფორმატორით საკმაოდ მარტივად გარდაიქმნება მაღალიდან დაბალ ძაბვად და პირიქით.

ცვლადი ემძ-ის მიღება დაფუძნებულია ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის გამოყენებაზე. მაგნიტურ ველში გამტარის იძულებითი გადაადგილებისას, გამტარში აღიძვრება ე.მ.ძ.

ნახ.2.55-ზე გამოსახულია ცვლადი დენის გენერატორის მოდელი. მისი ძირითადი ნაწილებია: უძრავი მუდმივი მაგნიტი; სწორკუთხა ჩარჩო, რომელსაც გააჩნია უნარი თავისუფლად იბრუნოს მაგნიტის პოლუსებს შორის სივრცეში; ორი დენგამტარი სპილენძის რგოლი და საკონტაქტო ჯაგრისები. ოთხკუთხა ჩარჩოს ბო-

ლოები, რომელიც ჩვეულებრივ შესრულებულია სპილენძის მავთულისაგან, მირჩილია რგოლებთან. რგოლები მტკიცედ დამაგრებულია ღერძზე და ამიტომ ბრუნავენ ჩარჩოსთან ერთად. თითოეული რგოლთან დამაგრებულია უძრავი საკონტაქტო ჯაგრისი, რომელიც რგოლის ბრუნვისას სრიალებს მის ზედაპირზე.

დავუშვათ მოდულის პოლუსებს შორის არსებობს ერთგვაროვანი მაგნიტური ველი, რომლის ძალწირები მიმართულია ზემოდან ქვემოთ მოდულის ჯაგრისებთან.



ნახ.2.55. ცვლადი დენის გენერატორის მოდელი

ბა ხან მარცხნივ, ხან მარჯვნივ და ამ დროს გაივლის ნულოვან მდგომარეობას, ანუ განსაზღვრის თანახმად წარმოადგენს ცვლადს.

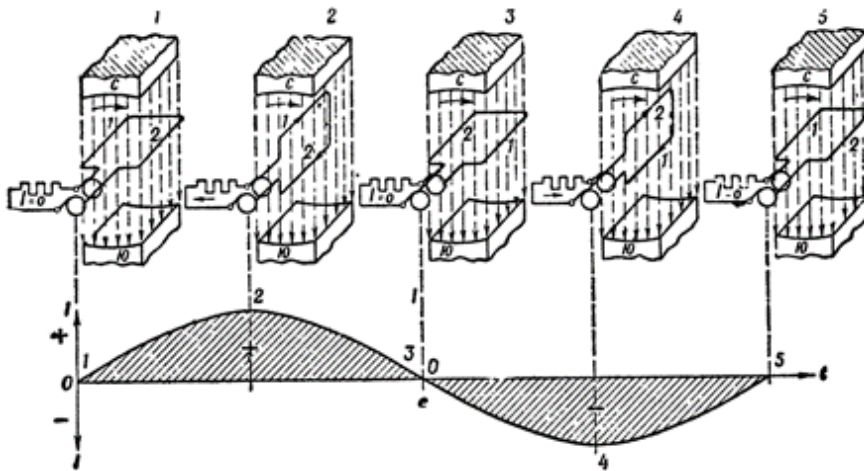
ავხსნათ ეს პროცესი დაწვრილებით. ბრუნვის დაწყებიდან ჩარჩოს 1 და 2 მხარეები მოძრაობენ რა მაგნიტურ ველში, გადაჰყვებიან მუდმივი მაგნიტის მაგნიტურ ნაკადს. ამავე დროს, მათში ხდება ემძ-ების დაინდუქცირება რომელთა მიმართულებაც განისაზღვრება მარჯვენა ხელის წესით, რაც შემდეგში მდგომარეობს: თუ მარჯვენა ხელს დავიჭერთ ისე, რომ მაგნიტური ძალები შედიოდნენ ხელისგულში (ძალებების მიმართულება მიღებულია ჩრდილო პოლუსიდან სამხრეთისაკენ), ხოლო გაშლილი ცერა თითი გვიჩვენებდეს ბრუნვის მიმართულებას, მაშინ გაშლილი ოთხი თითი გვიჩვენებს ინდუქცირებული ემძ-ის მიმართულებას. ამიტომ დროის ნებისმიერ მომენტში 1 მხარის ემძ 2 მხარის ემძ-ს საწინააღმდეგო მიმართულებასაა, მაგრამ 1 და 2 მხარეები ერთმანეთისაგან იზოლირებული არ არიან, ისინი ჩართულია მიმდევრობით, ამიტომ მოდულების მოჭყერებზე მოქმედებს მთლიანი ჩარჩოს მიერ ინდუქცირებული საერთო ემძ. ეს მოვლენა სამართლიანია დროის ნებისმიერი მომენტისათვის. ჩარჩოს რა მდგომარეობაც არ უნდა ავიღოთ მის მხარეებში ყოველთვის ინდუქცირებული ემძ-ები მიმართულებით ერთმანეთის საპირისპიროა და ყოველთვის ჯამდება, ამიტომ ყოველი ნახევარი ბრუნვის გაკეთებისას ჩარჩოს საერთო ემძ-ის მიმართულება იცვლება საპირისპიროდ, რადგანაც თითოეული მხარე 1 და 2 იცვლის თავის გადაადგილების მიმართულებას მაგნიტურ ველში.

ნახ.2.56-ზე ნაჩვენებია ჩარჩოს რამდენიმე მდგომარეობა, რომელთაგან ნებისმიერი შეუძლია დაიკავოს ერთი სრული ბრუნვის დროს. ჩარჩოს მდგომარეობის ქვეშ ნაჩვენებია ცვლადი ემძ-ის გრაფიკი, სადაც პერიზონტალურ ღერძზე გადაღებულია დრო, რომლის განმავლობაშიც ჩარჩო ასრულებს ერთ სრულ ბრუნვას, ხოლო ვერტიკალურად გადიდებულია ჩარჩოს ბრუნვისას ინდუქცირებული ემძ.

ჩავრთოთ გალვანომეტრი და მოვიყვანოთ ჩარჩო ბრუნვით მოძრაობაში. მაშინვე შევამჩნევთ, რომ ბრუნვის დაწყებასთან ერთად გალვანომეტრის ისარი დაიწყებს გადახრას ნულოვანი მდგომარეობიდან, ამასთანავე ჩარჩოს ბრუნვის დროს აღძრული ემძ არ არის მუდმივი, როგორც მიმართულებით ისე სიდიდით.

გალვანომეტრის ისარი გადაიხრება

საწყისად მიღებულია ჩარჩოს ჰორიზონტალური მდგომარეობა, დროის დასაწყისში (როცა  $t=0$ ) მაგნიტური ნაკადი ჩარჩოთი არ გადაიკვეთება; შედეგად ე.მ.ძ ნულის ტოლია (წერტილი 1 გრაფიკზე). ჩარჩოს შემდგომი ბრუნვისას მაგნიტური ნაკადის გადაკვეთის სიჩქარე მუდმივად იზრდება და აღწევს მაქსიმუმს, იმ დროს, როცა ჩარჩო იკავებს ვერტიკალურ მდგომარეობას (წერტილი 2). უდიდეს მნიშვნელობას აღწევს ინდუქციურებული ემძ. ჩარჩოს ბრუნვის შემდგომი გაგრძელება არ იწვევს ინდუქციური ემძ-ის მიმართულების შეცვლას, ოღონდ მცირდება ამ ემძ-ის სიდიდე, რადგან მაგნიტური ნაკადის გადაკვეთის სიჩქარე ახლა უკვე იცვლება უდიდესიდან უმცირესისკენ. როცა ჩარჩო დაიკავებს ჰორიზონტალურ მდგომარეობას და მისი სიბრტყე გახდება მაგნიტური ძაღხაზების პერპენდიკულარული, მაშინ მაგნიტური ძაღხაზების გადაკვეთა შეწყდება და ამ დროს ემძ ნულის ტოლი გახდება (წერტილი 3).



ნახ.2.56. ცვლადი ემძ-ის აღებრა. ჩარჩოს მოძრაობა მაგნიტურ ველში და ცვლადი ემძ-ის გრაფიკული გამოსახულება

ამგვარად ჩარჩოს ნახევარბრუნვის შესრულების დროს ჩარჩოს ინდუქციურებული ემძ-ს მდორედ იზრდება ნულიდან თავის მაქსიმუმალურ მნიშვნელობამდე, ხოლო შემდეგ კვლავ მცირდება ნულამდე.

ჩარჩოს შემდგომი ბრუნვისას მომდევნო ნახევარ ბრუნის დროს ნახევნები პროცესი მთლიანად მეორდება, ოღონდ ამ დროს ინდუქციურებული ე.მ.ძ იცვლის მხოლოდ მიმართულებას და მისი ცვლილება გრაფიკზე ასახულია ჰორიზონტალური ღერძების ქვემოთ. ჩარჩოს 4 მდგომარეობას შეესაბამება წერტილი 4, ხოლო 5 მდგომარეობას წერტილი 5.

თუ ჩარჩოს ბრუნვას გავაგრძელებთ, მაშინ პროცესი მთლიანად მეორდება და ციკლი განმეორდება მანამ, სანამ არ შეწყდება ჩარჩოს ბრუნვა. ჩარჩოს ბრუნვის დროს გენერატორის მოდელის ბოლოები შეერთებულია გარე წრედთან, ამიტომაც ამ წრედში გადის დენი, რომლის ცვლილება მთლიანად ანალოგიურია ინდუქციურებული ემძ-ის ცვლილებისა. მიღებული მრუდი წარმოადგენს ტრიგონომეტრიული ფუნქციის სინუსის ცვლილების გრაფიკს. ამიტომ ემძ-ს და დენს ეწოდება სინუსოიდური დენი.

სინუსოიდური დენი არ ამოწურავს ტექნიკაში გამოყენებული ცვლადი დენის მრავალსახეობას. ხშირად ცვლად დენზე საუბრისას ამატებენ სიტყვას პერიოდული.

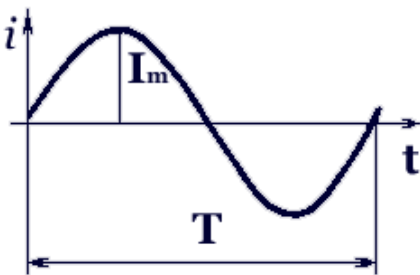
პერიოდული ეწოდება ცვლად დენს, რომელიც დროის ტოლ შუალედებში იმეორებს თავისი ცვლილების სრულ ციკლს. ზემოთ განხილული სინუსოიდური დენი ცვლადი პერიოდული დენის კერძო შემთხვევაა.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რა მოვლენაზეა დამყარებული ცვლადი დენის მიღება?
2. ჩამოთვალეთ ცვლადი დენის გენერატორის მოდელის ძირითადი ნაწილები.
3. როგორ დენს ეწოდება პერიოდული?

**2.17. ცვლადი დენის პარამეტრები**

ნახ.2.57-ზე გამოსახულია სინუსოიდური დენის მრუდი. ცვლადი დენის ძირითადი პარამეტრების განსაზღვრისათვის ვისარგებლოთ ამ მრუდით. დროს, რომლის განმავლობაშიც ცვლადი სიდიდე (ემპ, დენი, ძაბვა) გაივლის თავის ცვლილების მთელ ციკლს, პერიოდი ეწოდება. იგი აღინიშნება  $T$  ასოთი და მისი ერთეულია წამი.



ნახ.2.57. ცვლადი დენის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი

ერთი პერიოდის განმავლობაში ცვლადი დენის სიდიდე განიცდის მუდმივ ცვლილებას.

დროის თითოეულ მომენტს შეესაბამება ამ ცვლადი სიდიდის მხოლოდ ერთი განსაზღვრული მნიშვნელობა.

ცვლადი სიდიდის (ემპ, ძაბვა, დენი) მნიშვნელობას დროის ნებისმიერ მომენტში მყისა მნიშვნელობა ეწოდება. ემპ-ს, დენის და ძაბვის მყისა მნიშვნელობა აღინიშნება შესაბამისად  $e, u, i$  ასოებით.

ზემოთ აღნიშნული იყო, რომ ცვლილების ერთ სრულ ციკლის, ანუ პერიოდის განმავლობაში, ცვლადი დენი ორჯერ აღწევს თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას.

პერიოდულად ცვლადი სიდიდის (ემპ, ძაბვა, დენი) უდიდეს მყისა მნიშვნელობას ამპლიტუდური მნიშვნელობა ანუ ამპლიტუდა ეწოდება. ემპ-ს ძაბვის და დენის ამპლიტუდური მნიშვნელობა აღინიშნება შესაბამისად  $E_m, U_m, I_m$  ასოებით.

ცვლადი დენის დახასიათებისას ზემოთ ჩამოთვლილი პარამეტრები ძირითადი განმსაზღვრელებია. ამასთანავე, პრაქტიკაში ხშირად გვხვდება დამხმარე პარამეტრები, მაგალითად, რადიოტექნიკაში, სადაც ცვლადი დენის ცვლილების პერიოდი ძალიან მცირეა – წამის მეტილიონედი და მეტილიარდედი, ფართოდ გამოიყენება ტერმინი „სიხშირე“.

სიხშირე არის სიდიდე, რომელიც გამოსახავს ერთ წამში პერიოდების რაოდენობას. იგი აღინიშნება ლათინური ასო  $f$  (ეფ) -ით. პერიოდი და სიხშირე ურთიერთშებრუნებული სიდიდეებია, ანუ  $f=1/T$ ;  $T=1/f$ .

ამგვარად, ვიცით, რა ცვლადი დენის პერიოდი, ყოველთვის შეგვიძლია განვსაზღვროთ მისი სიხშირე და პირიქით, თუ ცნობილია სიხშირე, მაშინ ადვილად განისაზღვრება მისი პერიოდი.

ცვლადი დენის სიხშირის ერთეულია ჰერცი (ჰც). ცვლადი დენის სიხშირე ერთი ჰერცია, თუ მისი ცვლილების პერიოდი 1 წამია.

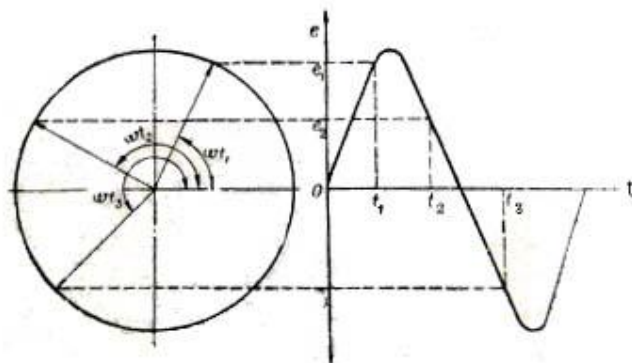
ცნობილია, რომ სამრეწველო დანადგარების დენის პერიოდი 0.02 წამია. მაშასადამე, ამ დენის სიხშირე იქნება:  $f = 1/T = 1/0,02 = 50$  ჰც.

**დაიმახსოვრეთ!** ჩვენც ქვეყანაში სტანდარტით სამრეწველო ცვლადი დენის სიხშირედ დადგენილია 50 ჰც. ამიტომ ქვეყნის ყველა ელექტროსადგურები მკაცრად იცავენ სიხშირის ამ სიდიდეს.

ცვლადი დენის ტექნიკაში, განსაკუთრებით ელექტროკავშირგაბმულობასა და რადიოლოკაციაში, საქმე გვაქვს ძალიან დიდი სიხშირის (ათასობით, მილიონობით და უფრო მეტი ჰერცი) დენებთან. ამიტომ ასეთ შემთხვევაში სიხშირის გასაზომად გამოიყენება დიდი ერთეულები: კილოჰერცი (კჰც) =  $10^3$  ჰც; მეგაჰერცი (მჰც) =  $10^6$  ჰც და გიგაჰერცი (გჰც) =  $10^9$  ჰც.

ცვლადი დენის წრედებში სხვადასხვა გაანგარიშების დროს ფართოდ გამოიყენება კუთხური სიხშირის ცნება. იგი აღინიშნება ბერძნული ასო  $\omega$  (ომეგა)-თი. კუთხური სიხშირე წარმოადგენს მაგნიტურ ველში მბრუნავი ჩარჩოს ბრუნვის კუთხურ სიჩქარეს, მისი ერთეულია რადიანი/წმ.

თუ ცნობილია ჩარჩოს ბრუნვის კუთხური სიჩქარე (ანუ კუთხური სიხშირე), მაშინ დროის ნებისმიერ მომენტში შეიძლება განვსაზღვროთ ჩარჩოში ინდუქცირებული ემძ-ის მყისა მნიშვნელობა. კუთხური სიჩქარის დროზე ნამრავლი ( $\omega t$ ) ყოველთვის იძლევა იმ კუთხის მნიშვნელობას (რადიანებში), რა კუთხითაც ჩარჩო შემობრუნდება ბრუნვის დაწყებისთანავე, ანუ აფიქსირებს ჩარჩოს იმ მდგომარეობას, რომელსაც ის იკავებს დროის მოცემულ მომენტში, მაგნიტურ ველში ბრუნვისას. თითოეულ ასეთ მდგომარეობას შეესაბამება ინდუქცირებული ემძ-ის განსაზღვრული მნიშვნელობა. ამაში ადვილად დავრწმუნდებით, თუ დავაკვირდებით ნახ.2.58-ს.



ნახ.2.58. ინდუქცირებული ემძ-ს სიდიდის დამოკიდებულება ჩარჩოს მობრუნების კუთხეზე

ამასთანავე, თუ ჩვენთვის ცნობილია საინტერესო პერიოდულად ცვლადი სიდიდის ამპლიტუდური მნიშვნელობა, მაშინ არაა საჭირო ვაწარმოთ ნახაზის აგება,

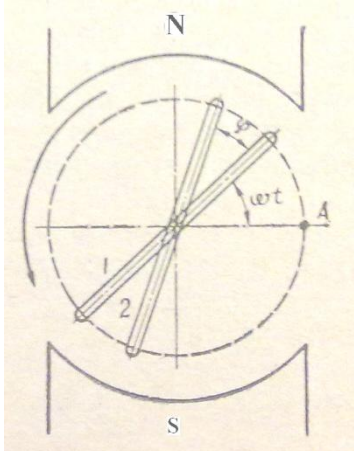
რადგან სინუსოიდური ემძ-ის, ძაბვისა და დენის მყისა, ასევე ამპლიტუდური მნიშვნელობები ერთმანეთთან დაკავშირებულია კუთხური სიხშირით შემდეგნაირად:  
 $e = E_m \sin \omega t$ ;  $u = U_m \sin \omega t$ ;  $i = I_m \sin \omega t$ .

ასე მაგალითად,  $90^\circ$ -იანი კუთხისათვის, როცა სინუსის მნიშვნელობა ერთის ტოლია,  $e = E_m \cdot 1 = E_m$ , ე.ი. დროის ამ მომენტში მყისა მნიშვნელობას აქვს მაქსიმალური სიდიდე. ტრიგონომეტრიიდან ცნობილია, რომ სინუსის მაქსიმალური მნიშვნელობა არ შეიძლება იყოს ერთზე მეტი, ამიტომ  $e$ -ს სხვა მნიშვნელობები არ გადააჭარბებენ  $E_m$ -ს.

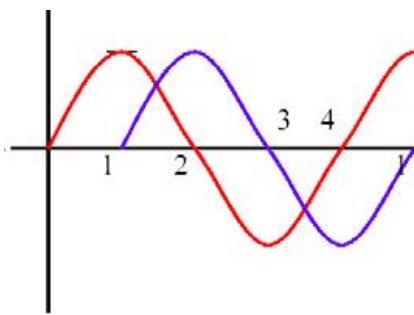
რადგანაც სინუსს შეუძლია მიიღოს როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი მნიშვნელობები, ამიტომ მოყვანილ ფორმულებში თანამამრავლი  $\sin \omega t$ ; ერთდროულად მხედველობაში იღებს ცვლადი სიდიდის ( $e, u, i$ ) ნიშანს. ნახ.2.58-ზე მაგალითად, კუთხეები  $\omega t_1$  და  $\omega t_2$  შეესაბამებიან  $e$  ემძ-ის დადებით მნიშვნელობებს  $t_1$  და  $t_2$  დროის მომენტში, ხოლო კუთხე  $\omega t_3$  შეესაბამება უარყოფით მნიშვნელობას დროის  $t_3$  მომენტში.

**დაიმახსოვრეთ!** ცვლადი დენის კუთხური სიხშირე, პერიოდი და სიხშირე ერთმანეთთან დაკავშირებულია შემდეგი დამოკიდებულებით:  $\omega = 2\pi f = 2\pi / T$ .

ცნება ცვლადი დენის ფაზისა და ფაზათა ძვრის შესახებ. დავუშვათ გვაქვს ცვლადი დენის გენერატორი, რომლის მაგნიტურ ველში ბრუნავს არა ერთი ხვია, არამედ ორი ერთნაირი ხვია. ამასთანავე ეს ხვиеები ერთმანეთის მიმართ დაძრულია რაღაც  $\varphi$  კუთხით (ნახ.2.59.ა). თუ ორივე მყარად არის დამაგრებული საკუთარ ღერძზე, მაშინ ბრუნვისას მათში აღიძვრებიან ერთნაირი ამპლიტუდისა და სიხშირის ემძ-ები. ცხადია, რომ ბრუნვა ხდება ერთსა და იმავე მაგნიტურ ველში და ერთნაირი სიხარით. ამასთანავე, იმასთან დაკავშირებით, რომ ხვиеები ერთმანეთის მიმართ დაძრულია, მათში ემძ-ის ნულოვანი და მაქსიმალური მნიშვნელობები მიიღწევა სხვადასხვა დროს. მიზეზი ამისა არის ის, რომ დროის თითოეულ კონკრეტულ მომენტში ხვиеებს სივრცეში დაკავებული აქვთ სხვადასხვა მდგომარეობა.



ა)



ბ)

ნახ.2.59. ფაზათა ძვრა ცვლად სიდიდეებს შორის: ა – ცვლადი დენის გენერატორის ჩარჩოების მდგომარეობა; ბ – ორი ინდუქცირებული ემძ-ის გრაფიკი

მართლაც, თუ განსაზღვრული  $t$  დროში ჩარჩო 1 შემობრუნდა  $\omega t$  კუთხით, მაშინ ცხადია, რომ ჩარჩო 2 დაიჭერს  $(\omega t + \varphi)$  მდგომარეობას.

ნახ.2.59.ბ-ზე ერთ გრაფიკზე გამოსახულია თითოეულ ჩარჩოში დაინდუქცირებული ემძ-ები. გრაფიკის აგების დროს დროის ათვლის დასაწყისად ( $t=0$ ) აღებულია მომენტი, როცა ხვია 2 გაივლის A წერტილს (ნახ.2.59.ა) ჰორიზონტალურ ღერძზე გადაზომილია არა დრო, არამედ კუთხე  $\omega t$  ანუ აგებულია ინდუქცირებული ემძ-ის სიდიდის ჩარჩოს მობრუნების კუთხეზე დამოკიდებულება. როგორც ნახ.2.59.ბ-დან ჩანს მრუდები არაფრით არ განსხვავდებიან ზემოთ განხილულისგან.

ნახ.2.59-დან გამომდინარეობს, რომ ორივე ცვლადი ემძ იცვლება ერთნაირი კანონით და ერთნაირი პერიოდით. მაგრამ არაერთდროულად აღწევენ თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას. ასეთ ცვლად სიდიდეებზე ამბობენ, რომ ისინი დაძრულია ფაზით.

ფაზას ჩვეულებრივ, უწოდებენ ცვლადი სიდიდის ცვლილების სტადიას, ფაზურ კუთხეს უწოდებენ იმ კუთხეს, რომელიც ახასიათებს ცვლადი დენის მყისა მნიშვნელობის სიდიდეს.

განხილულ შემთხვევაში ძვრის კუთხე ორი ე.მ.ძ-ის მრუდებს შორის  $\varphi$  ტოლია. თუ ამ გრაფიკის ჰორიზონტალურ ღერძზე ავიდებთ ორ ნებისმიერ მეზობელ წერტილს, რომლებშიც ორივე ცვლადი სიდიდე გაივლის ერთნაირ ფაზებს და გავზომავთ მათ შორის დაშორებას, მაშინ ამ დაშორების რიცხვითი მნიშვნელობა მიგვითითებს  $\varphi$  კუთხის მნიშვნელობას რადიანებში. მაშასადამე, ძვრის კუთხე აგებული გრაფიკებისათვის მუდმივია და შეიძლება ნაპოვნი იქნეს, როგორც ორი უახლესი კუთხის მიმდინარე მნიშვნელობების სხვაობა, რომლებშიც ცვლადი სიდიდეების ფაზები ერთნაირია:

$$\varphi = \omega t_2 - \omega t_1$$

ფაზით დაძრულ სიდიდეებში განასხვავებენ ფაზით გასწრებულ და ფაზით ჩამორჩენილ სიდიდეებს.

**დაიმახსოვრეთ!** ორი სიდიდიდან ფაზით გასწრებული ეწოდება იმ სიდიდეს, რომელიც ადრე გაივლის თავის ფაზებს  $180^\circ$ -იანი კუთხის ფარგლებში. ამ დროს მეორე სიდიდე იქნება ფაზით ჩამორჩენილი.

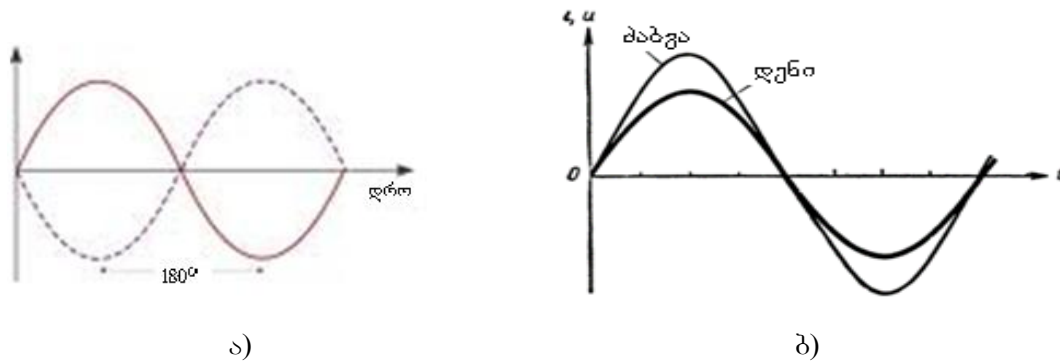
ნახ.2.59-ზე კუთხით  $\varphi$  გასწრებულია მეორე ჩარჩოში ინდუქცირებული ე.მ.ძ. პირველი ჩარჩოს ემძ ჩამორჩება  $\varphi$  კუთხით მეორე ჩარჩოს ემძ-ს.

თუ ფაზათა ძვრის კუთხე ორ ცვლად სიდიდეს შორის  $180^\circ$ -ია, მაშინ ამბობენ, რომ ეს სიდიდეები იმყოფებიან საწინააღმდეგო ფაზაში (ნახ.2.60.ა).

ელექტროტექნიკასთან დაკავშირებული პერსონალი ყოველთვის ხვდება ელექტრულად ცვლად სიდიდეებს, როგორც ფაზით თანხვედრილს, ასევე ფაზით დაძრულს. ფაზით თანხვედრილი ეწოდება ორ ცვლად სიდიდეს, თუ ისინი იცვლებიან ერთნაირი კანონით და ერთდროულად აღწევენ თავიანთ მაქსიმალურ, მინიმალურ და ნულოვან მნიშვნელობებს (ნახ.2.60.ბ). რეალურ ელექტრულ წრედებში დენსა და ძაბვას შორის ყოველთვის არსებობს ფაზათა ძვრა, ამიტომ შემთხვევა რომელიც



გამოსახულია ნახ.2.60.ბ-ზე შეიძლება განვიხილოთ, როგორც კერძო შემთხვევა, რომელშიც ძვრის კუთხე  $\varphi=0$ .



ნახ.2.60. საწინააღმდეგო ფაზაში მყოფი (ა) და ფაზით თანხვედრილი (ბ) ცვლადი სიდიდეები

**საკონტროლო კითხვები:**

1. ჩამოთვალეთ ცვლადი დენის პარამეტრები.
2. რას ეწოდება პერიოდი, სიხშირე და ამპლიტუდა?
3. როგორ არის ერთმანეთთან დაკავშირებული კუთხური სიხშირე, სიხშირე და პერიოდი?
4. როდის ეწოდება ორ ცვლად სიდიდეს ფაზით თანხვედრილი?
5. რას ეწოდება ფაზა?

**2.18. ცვლადი დენის მოქმედი მნიშვნელობა**

ცვლადი დენი მუდმივად იცვლის თავის სიდიდესა და მიმართულებას, დროის ყოველ მომდევნო მომენტში იღებს ახალ-ახალ მნიშვნელობებს, მაგრამ პრაქტიკაში საჭიროა გაიზომოს ცვლადი დენი, გაიზომოს ენერგიის წყაროდან გარე წრედში გადაცემული ენერგია და სხვა. როგორ გავზომოთ უწყვეტად ცვლადი სიდიდე?

ცნობილია, რომ დენის თბური მოქმედება გამტარში გავლის დროს დამოკიდებული არ არის მიმართულებაზე.

დენის ცვლილების ხასიათის მიუხედავად მისი გავლა გამტარში დროის დინებასთან ერთად იწვევს სითბოს გამოყოფას. გამოყოფილი სითბო იქნება იმ ენერგიის ექვივალენტი, რომელსაც ხარჯავს დენი წრედში გავლის დროს მისი წინააღობის დაძლევაზე.

ზემოთ აღნიშნულის მხედველობაში მიღებით ელექტროტექნიკაში შემოდებულია ცვლადი დენის მოქმედი მნიშვნელობის ცნება.

ცვლადი დენის მოქმედი მნიშვნელობა ეწოდება მუდმივი დენის იმ მნიშვნელობას, რომელიც წინააღობაში გავლისას დროის ტოლ შუალედებში გამოჰყოფს იმავე რაოდენობის სითბოს, რასაც ცვლადი დენი.

**დაიმახსოვრეთ!** გაანგარიშებულია, რომ ცვლადი და მუდმივი დენი იძლევა სითბოს ერთი და იგივე რაოდენობას, თუ ცვლადი დენის ამპლიტუდა აღემატება მუდმივი დენის სიდიდეს  $\sqrt{2}$ -ჯერ აღემატება, მაშასადამე, ცვლადი დენის მოქმედი მნიშვნელობა ტოლი იქნება:  $I = I_m / \sqrt{2} = I_m / 1,41 = 0,707I_m$ .

შესაბამისად,  $E = 0,707E_m$ ;  $U = 0,707U_m$ . მოქმედ მნიშვნელობებს ზოგჯერ ეფექტურ მნიშვნელობებს უწოდებენ.

## 2.19. ელექტრული წრედის პასიური ელემენტები ცვლადი დენის წრედში

**აქტიური წინაღობა ცვლადი დენის წრედში.** მუდმივი დენის წრედებისაგან განსხვავებით, ცვლილება დენის წრედებში ერთი და იმავე გამტარის წინაღობა – სიხშირეზე დამოკიდებულების გამო, შეიძლება იყოს სხვადასხვა. რაც უფრო მეტია ელექტრულ წრედში ცვლადი დენის სიხშირე, მით უფრო დიდ წინააღმდეგობებს უწევს გამტარი ელექტრულ დენს. ამასთანავე, ეს წინაღობა იქნება ყოველთვის იმ წინააღმდეგობით უფრო მეტი, რასაც ეს გამტარი უწევს მუდმივ დენს. იმისათვის რომ ვიცოდეთ, რომელ წინააღმდეგობაზეა საუბარი შეთანხმდნენ: რომ წინააღმდეგობას, რომელსაც გამტარი უწევს ცვლად დენს ეწოდოს აქტიური, ხოლო წინააღმდეგობას, რომელსაც გამტარი უწევს მუდმივ დენს – ომური.

ცვლადი დენის წრედებში წინააღმდეგობის გაზრდა გაპირობებულია იმით, რომ ცვლადი დენი გამტარის განივკვეთში ნაწილდება არათანაბრად. დენის სიმკვრივე ყველაზე მეტია გამტარის ზედაპირზე, ხოლო ცენტრისაკენ მინიმუმამდე მცირდება. იქნება შთაბეჭდილება, რომ თითქოს დენი გამოძევდება ზედაპირისაკენ. ამ მოვლენამ მიიღო ზედაპირული ეფექტის სახელწოდება.

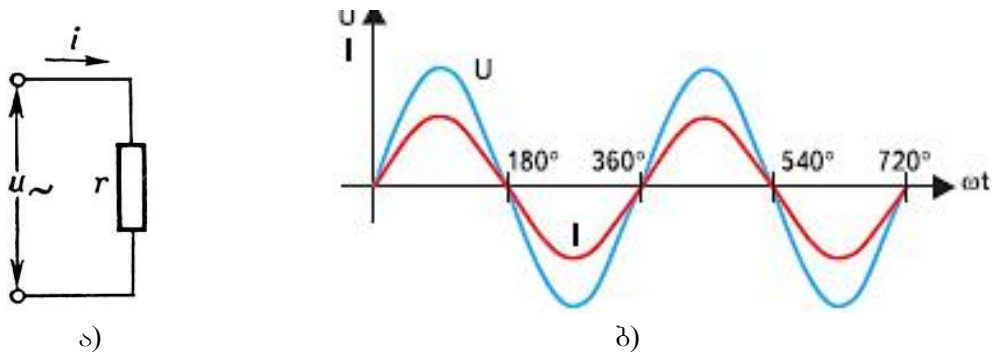
ზედაპირული ეფექტის მოვლენას მიყვავართ იქამდე, რომ დენის გავლის დროს მთლიანად არ არის გამოყენებული გამტარის განივკვეთი. ფორმულიდან  $R = \rho l / S$  გამომდინარეობს, რომ რაც უფრო ძლიერად ვლინდება ზედაპირული ეფექტი, მით უფრო ნაკლებად გამოიყენება  $S$  განივკვეთი და მით უფრო მეტ წინააღმდეგობებს უწევს ცვლად დენს გამტარი. 100 ჰც სიხშირემდე ზედაპირული ეფექტი თითქმის არ ვლინდება.

ცვლადი დენის წრედებში აქტიური წინააღმდეგობის გარდა გვხვდება წინააღმდეგობის კიდევ ერთი სახეობა – რეაქტიული. როგორც აღვნიშნეთ, ცვლადი დენის აქტიური წინააღმდეგობა დაკავშირებულია ელექტრული ენერჯიის თბურ ენერჯიაში გარდაქმნასთან და თავისი მოქმედებით იდენტურია ომური წინააღმდეგობისა, რეაქტიულ წინააღმდეგობას გააჩნია აქტიური წინააღმდეგობისაგან სრულიად განსხვავებული ბუნება. რეაქტიული წინააღმდეგობის ბუნება მდგომარეობს იმაში, რომ იგი ემსახურება ელექტრული (ტევადობის რეაქტიული წინააღმდეგობა) და მაგნიტური (ინდუქციურობის რეაქტიული წინააღმდეგობა) ველების შექმნას. ამ წინააღმდეგობების ბუნება განხილული იქნება ქვემოთ.

პრაქტიკულად, არ არსებობს ცვლადი დენის წრედები, რომლებშიც არ იყოს როგორც აქტიური, ისე რეაქტიული წინააღმდეგობები. როცა საუბარია, რომ წრედს აქვს სუფთა აქტიური წინააღმდეგობა, მაშინ მხედველობაში აქვთ მხოლოდ ამ წინააღმდეგობის სხვა წინააღმდეგობებზე გადაჭარბების ფაქტი.

თავის თვისებებით მხოლოდ აქტიური წინააღმდეგობის მქონე წრედებს უახლოვდება ცვლადი დენის ისეთი წრედები, რომლებიც შეიცავენ ვარვარა ნათურებს, გამახურებელ ხელსაწყოებს, რეოსტატებსა და სხვა.

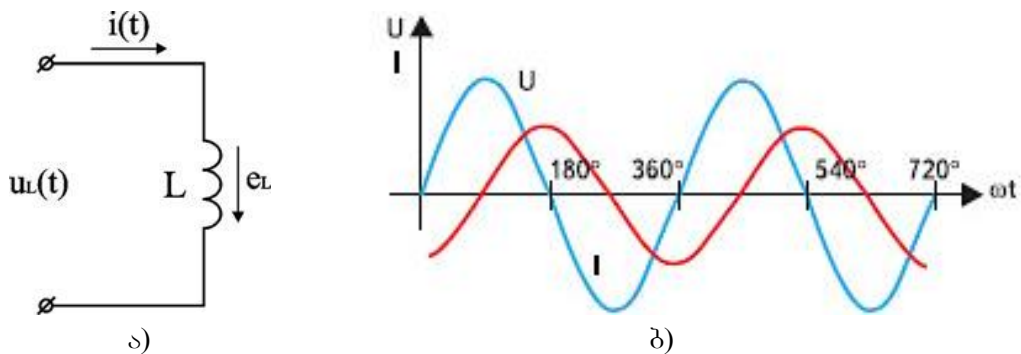
**დაიმახსოვრეთ!** აქტიური წინაღობის მქონე ცვლადი დენის წრედებში (ნახ.2.61.ა) წინაღობაზე მოქმედი ძაბვა ყოველთვის ფაზით ემთხვევა დენს (ნახ.2.61.ბ).



ნახ.2.61. აქტიური წინაღობის შემცველი წრედის სქემა (ა) და დენისა და ძაბვის გრაფიკი (ბ)

ამ სახის წრედებისათვის მთლიანად მართებულია ომის კანონი:  $I = U/R$ ; სადაც  $I$  – წრედში ცვლადი დენის მოქმედი მნიშვნელობა,  $U$  – ძაბვის მოქმედი მნიშვნელობა,  $R$  – ცვლადი დენის აქტიური წინაღობა, ომი. აქტიური წინაღობის მსგავსად, რეაქტიული წინაღობის ერთეულია ომი.

**ცვლადი დენის წრედი ინდუქციური წინააღობით.** მხოლოდ ინდუქციური წინააღობის შემცველი ცვლადი დენის წრედად შეიძლება მიახლოებით ჩავთვალოთ ისეთი წრედი, რომელიც შეიცავს საკმაოდ დიდი რაოდენობისა და დიდი დიამეტრის ხვიების მქონე სპილენძის მავთულისაგან დამზადებულ ინდუქციურ კოჭას. ასეთ შემთხვევაში წრედის აქტიური წინააღობა თავისი სიმცირის გამო მხედველობაში შეიძლება არ მივიღოთ. ე.ი. ჩავთვალოთ რომ ამ წრედის ომური წინააღობა პრაქტიკულად ნულის ტოლია (ნახ.2.62.ა).



ნახ.2.62. ინდუქციური წინააღობის შემცველი წრედის სქემა (ა) და დენისა და ძაბვის გრაფიკი (ბ)

თუ ასეთ წრედს ჩავრთავთ მუდმივი დენის წყაროსთან, მოხდება მოკლედ შერთვა. ამავე წრედის ცვლადი დენის წყაროსთან ჩართვის შემთხვევაში მოკლედ შერთვა არ ხდება. ასეთი წრედი წინააღმდეგობებს უწევს ცვლად ელექტრულ დენს. ამ წინააღობის აღძვრის პირველი მიზეზია თვით ცვლადი დენი, რადგან მისი უწყვეტი ცვლილება მუდმივად იწვევს კოჭაში თვითინდუქციის ემძ-ს აღძვრას.

ცნობილია, რომ დენის ნებისმიერ ცვლილებისას წრედში აღიძვრება თვითინდუქციის ემძ, რომელიც ლენცის წესის თანახმად ყოველთვის მიმართულია მისი

გამომწვევი მიზეზების საწინააღმდეგოდ. აღძრული ემძ-ს სიდიდე პირდაპირპროპორციულია წრედის ინდუქციურობისა და მასში დენის ცვლილების სიჩქარისა. ამ ემძ-ის მოქმედებით განპირობებულია ინდუქციურობის კოჭას შემცველი წრედის წინაღობა ცვლადი დენის მიმართ.

თვითინდუქციის ემძ-ის წინააღმდეგობას დენის ცვლილების მიმართ ახასიათებს სიდიდე, რომელსაც ინდუქციური წინაღობა ეწოდება. იგი აღინიშნება  $X_L$  –ით და გამოისახება ფორმულით  $X_L = \omega L$ ; სადაც  $X_L$  –წრედის ინდუქციური წინაღობაა, ომი;  $\omega$  – კუთხური სიხშირე, რად/წმ;  $L$  – წრედის ინდუქციურობა, ჰნ.

ვიცით, რომ  $\omega = 2\pi f$ , ამიტომ სხვანაირად ინდუქციური წინაღობა ასე ჩაიწერება  $X_L = 2\pi f \cdot L$ , ე.ი. ინდუქციური წინაღობა პირდაპირპროპორციულია წრედის ინდუქციურობისა და წრედში გამავალი დენის სიხშირისა.

ინდუქციური წინაღობა რეაქტიული წინაღობაა, მისი ერთეულია ომი.

თუ წრედი შეიცავს მხოლოდ ინდუქციურ წინაღობას, მაშინ ასეთი წრედისათვის ომის კანონი შემდეგნაირად ჩამოყალიბდება: დენის ძალა პირდაპირპროპორციულია ძაბვისა და უკუპროპორციულია წრედის ინდუქციური წინაღობისა, რაც მათემატიკურად ასე ჩაიწერება:

$I = U / X_L$ ; სადაც  $I$  და  $U$  დენისა და ძაბვის მოქმედი მნიშვნელობებია.

ნახ.2.62-ბ-დან ჩანს, რომ წრედზე მოდებული ძაბვა და გამავალი დენი ფაზით ერთმანეთს არ ემთხვევა. ეს განპირობებულია იმით, რომ დენი მუდმივად განიცდის თავისი ცვლილების მიმართ თვითინდუქციის ემძ-ის წინააღმდეგობას. ამის შედეგად დენი, როდესაც კვალდაკვალ ვერ მიჰყვება ძაბვის ყველა ცვლილებას, იმეორებს მას დაგვიანებით.

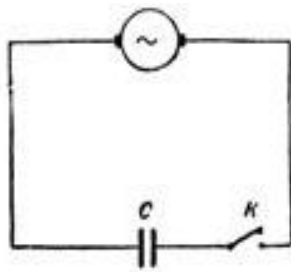
**დაიმახსოვრეთ!** ძაბვის ცვლილების მიმართ დენის დაგვიანებით ცვლილებას განსაზღვრავს ფაზის ძვრა, რომელიც არსებობს ინდუქციური წინაღობის მქონე ცვლადი დენის წრედში. ეს ძვრა შეადგენს პერიოდის მეოთხედს ანუ დენი ძაბვას  $90^\circ$ -ით ჩამორჩება.

ინდუქციურობის შემცველ წრედში, რომლის აქტიური წინაღობა ნულის ტოლია, დატვირთვისას ენერგიის შთანთქმა არ ხდება, ხორციელდება მხოლოდ ენერგიის რხევა წყაროსა და კოჭას შორის. ასეთ წრედებზე ამბობენ, რომ ის არ არის აქტიური ცვლადი დენის მიმართ. აქედან გამომდინარე ამ წრედის ინდუქციური წინაღობა მიეკუთვნება რეაქტიულ (არააქტიურ) წინაღობებს.

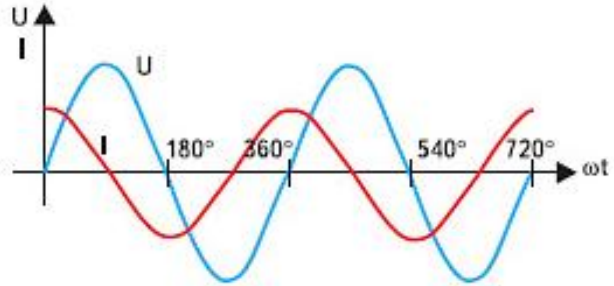
**ცვლადი დენის წრედი ტევადური წინაღობით.** გავარჩიოთ ფიზიკური პროცესები ცვლადი დენის ელექტრულ წრედში, რომელიც შეიცავს მხოლოდ ტევადობას (ნახ.2.63.ა). ერთი შეხედვით მოგეჩვენება, რომ ასეთ წრედებში დენის გავლა საერთოდ შეუძლებელია, რადგან კონდენსატორის ფირფიტებს შორის შუალედი შევსებულია დიელექტრიკით, მაშასადამე, წრედი გაწყვეტილია, რომლის გადალახვაც ელექტრონებს არ შეუძლიათ.

ზემოთ განხილული იყო პროცესები, როცა კონდენსატორი ჩართული იყო მუდმივი დენის წყაროსთან, ახლა ჩავრთოთ კონდენსატორი ცვლადი ემძ-ის წყაროსთან. ცვლადი დენის ამპერმეტრი გვიჩვენებს ასეთ წრედში დენის არსებობას მთელი იმ დროის განმავლობაში, სანამ ჩართული იქნება „C“ ჩამრთველი

(ნახ.2.63.ა), ამგვარად, კონდენსატორის შემცველი ცვლადი დენის წრედში დენი გადის უწყვეტად. ეს განპირობებულია იმით, რომ უწყვეტად იცვლის თავის პოლარობას ცვლადი ემპ-ის წყაროში. ამ ცვლილების ტაქტს ახორციელებს კონდენსატორის ფირფიტების გადამუხტვის პროცესი, მაშასადამე წრედში ხდება მუხტის მოძრაობა, რომელიც საჭიროა გადამუხტვის პროცესის განხორციელებისას.



ა)



ბ)

ნახ.2.63. ტევადური წინაღობის შემცველი წრედის სქემა (ა) და დენისა და ძაბვის გრაფიკი (ბ)

ცნობილია, რომ რაც მეტია კონდენსატორს ტევადობა, მით მეტი მუხტის დაგროვება შეუძლია მას. კონდენსატორის დამუხტვის (განმუხტვის) პერიოდი შეადგენს პერიოდის  $1/4$  -ს. ბუნებრივია, რომ რაც უფრო მეტი მუხტი დაგროვდება კონდენსატორზე, მით მეტი ელექტრონების რაოდენობა გადაიტანება დროის ამ მონაკვეთში, ანუ წრედის ტევადობის გაზრდით დენი მასში იზრდება.

კონდენსატორში გამავალი დენი დამოკიდებულია აგრეთვე მოდებული ძაბვის სიხშირეზე. მართალია, თუ ამ მუხტს გადავცემთ კონდენსატორს დროის უფრო მცირე მონაკვეთში, მაშინ გამტარის განივკვეთში დროის ერთეულში გაივლის ელექტრონების დიდი რაოდენობა. კონდენსატორის დამუხტვის დროს შემცირება შესაძლებელია მოდებული ძაბვის რხევის პერიოდის შემცირებით, ანუ სიხშირის გაზრდით. მაშასადამე, კონდენსატორის შემცველ წრედში დენი იზრდება სიხშირის გაზრდით.

მიღებულია ჩავთვალოთ, რომ მოდებული ძაბვის უცვლელი მნიშვნელობის დროს დენის გაზრდა გამოწვეულია წრედის წინაღობის შემცირებით. ამიტომ ზემოთ თქმული შეიძლება ჩამოვაყალიბოთ შემდეგნაირად: წრედის ტევადობის რეაქტიული წინაღობა უკუპროპორციულია ტევადობის სიდიდისა და მოდებული ძაბვის სიხშირისა, რაც მათემატიკურად ასე ჩაიწერება:  $X_c = 1/\omega C$ , სადაც  $X_c$  – წრედის ტევადური წინაღობაა, ომი;  $\omega$  – კუთხური სიხშირე, რად/წმ;  $C$  – წრედის ტევადობა, ფ.

ამ უკანასკნელი ფორმულიდან ჩანს: როცა დენის სიხშირე ნულის ტოლია, მაშინ წრედის ტევადური წინაღობა უსასრულოების ტოლია.

**დაიმახსოვრეთ!** კონდენსატორი მუდმივ დენს არ ატარებს. სიხშირის გაზრდით ტევადური წინაღობა მცირდება.

კონდენსატორის ეს თვისება ფართოდ გამოიყენება ტექნიკის სხვადასხვა სფეროში მუდმივი და დაბალი სიხშირის დენის წრედების მაღალი სიხშირის დენის წრედებისაგან გამოსაცალკევებლად.

ომის კანონი ტევადურწინალობიანი ცვლადი დენის წრედისათვის მათემატიკურად ასე ჩაიწერება:  $I=U/X_c$ , სადაც  $I$  და  $U$  დენისა და ძაბვის მოქმედი მნიშვნელობებია.

ცდებით დადგენილია, რომ დენის მთლიანი ცვლილების ციკლი იწყება და მთავრდება პერიოდის 1/4-ით უფრო ადრე ვიდრე მოდებული ძაბვის შესაბამისი ციკლი. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ დენი კონდენსატორის შემავალ წრედში წინ უსწრებს მომჭერებზე მოდებული ძაბვის პერიოდს მეოთხედით ანუ 90<sup>0</sup>-ით (ნახ.2.63.ბ).

კონდენსატორის შემავალ წრედში ხდება ენერგიის მუდმივი რხევა ცვლადი ემპ-ის გენერატორსა და კონდენსატორს შორის. პერიოდის მეოთხედის განმავლობაში წყარო გადასცემს ენერგიას წრედს, რომელიც გროვდება კონდენსატორზე ელექტრული ველის ენერგიის სახით. მომდევნო პერიოდის მეოთხედში ხდება უკუპროცესი: კონდენსატორზე დაგროვილი ენერგია უბრუნდება წყაროს.

ამგვარად, კონდენსატორის შემცველი ცვლადი დენის წრედში ენერგიის შთანთქმა არ ხდება ამიტომ წრედის ტევადური წინალობა, ისევე როგორც ადრე განხილული ინდუქციური წინალობა, მიეკუთვნება რეაქტიულ წინალობებს.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რაში მდგომარეობს რეაქტიული წინალობის ბუნება?
2. რატომ არ ემთხვევა ერთმანეთს ფაზით დენი და ძაბვა ინდუქციურობაში?
3. რაზე არის დამოკიდებული კონდენსატორში გამავალი დენის სიდიდე?
4. რა ასობით აღინიშნებიან ინდუქციურობისა და ტევადობის რეაქტიული წინალობები?
5. რით არის განპირობებული წინალობის გაზრდა ცვლადი დენის წრედებში?

**2.20. ცვლადი დენის სიმძლავრე**

*დაიმახსოვრეთ! ცვლადი დენის შემთხვევაში გვაქვს სამი სახის სიმძლავრე: სრული, აქტიური და რეაქტიული.*

სრული სიმძლავრე ძაბვისა და დენის მოქმედი მნიშვნელობების ნამრავლის ტოლია, იგი აღინიშნება  $S$ -ით და ტოლია;  $S=U \cdot I$ , სადაც  $U$  – წრედზე მოდებული ძაბვაა;  $I$  – წრედში გამავალი დენი. მისი ერთეულია ვოლტამპერი (ვა): პრაქტიკაში გამოყენებულია უფრო დიდი ერთეული კილოვოლტამპერი (კვა)=10<sup>3</sup> ვა; მეგავოლტამპერი (მვა)=10<sup>6</sup> ვა.

რადგანაც დენი და ძაბვა ცვლადი სიდიდეებია, ამიტომ სიმძლავრეც ცვლადი იქნება. სიმძლავრის მნიშვნელობა დროის მოცემულ მომენტში ანუ მყისი სიმძლავრე მოცემული მომენტისათვის დენისა და ძაბვის მყისი მნიშვნელობათა ნამრავლის ტოლია. იგი აღინიშნება ასო  $p$  (პე)-თი და უდრის  $p=u \cdot i$ .

ცვლადი დენის წრედების გაანგარიშების დროს ხშირად გვაინტერესებს აქტიურ წინალობაზე დახარჯული სიმძლავრე, რომელსაც აქტიური სიმძლავრე ეწოდება. იგი აღინიშნება ასო  $P$  (პე)-თი და ტოლია:  $P=UI \cos \varphi$ , სადაც  $\varphi$  არის

ძვრის კუთხე  $U$  ძაბვასა და  $I$  დენს შორის.  $\cos\varphi$ -ს სიმძლავრის კოეფიციენტი ეწოდება. აქტიური სიმძლავრის ერთეულია ვატი (ვტ). პრაქტიკაში გამოიყენება დიდი ერთეულები კილოვატი (კვტ)= $10^3$  ვტ; მეგავატი (მვტ)= $10^6$  ვტ.

ცვლადი დენის წრედში სუფთა აქტიური წინაღობის დროს  $\cos\varphi = \cos 0 = 1$  და  $P = S = UI$ .

გარდა აქტიური სიმძლავრისა, ცვლადი დენის წრედში გვაქვს რეაქტიული სიმძლავრეც, რომელიც იხარჯება რეაქტიულ წინაღობაზე ელექტრული და მაგნიტური ველების შესაქმნელად. იგი აღინიშნება ასო  $Q$  (ქუ)-თი და ტოლია:  $Q = UI \sin\varphi$ . მისი ერთეულია ვოლტამპერრეაქტიული (ვარ). პრაქტიკაში გამოიყენება დიდი ერთეულები კილოვოლტამპერრეაქტიული(კვარ)= $10^6$  ვარ; მეგავოლტამპერრეაქტიული(მვარ)= $10^6$  ვარ.

სრულ სიმძლავრეს სხვანაირად მოხვეწებით სიმძლავრეს უწოდებენ. იგი გვიჩვენებს თუ რა მაქსიმალური სიდიდის აქტიური ან რეაქტიული სიმძლავრის მიღება ან მოხმარება შეუძლია ელექტროდანადგარებს.

### საკონტროლო კითხვები:

1. რამდენი სახის სიმძლავრე არსებობს ცვლადი დენის წრედებში?
2. რა ასოთი აღინიშნება და რა ერთეულებში იზომება აქტიური სიმძლავრე?
3. რა ასოთი აღინიშნება და რა ერთეულებში იზომება რეაქტიული სიმძლავრე?
4. რა ასოთი აღინიშნება და რა ერთეულებში იზომება სრული სიმძლავრე?

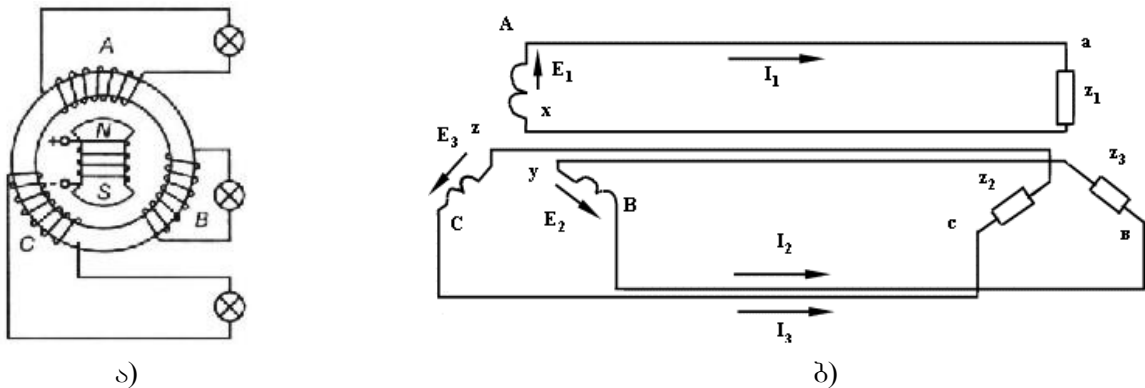
## 2.21. სამფაზა ცვლადი დენი

სამფაზა სისტემები. ჩვენს მიერ განხილულმა ერთფაზა ცვლადმა დენმა მძლავრი ენერგეტიკის პრაქტიკაში ვერ ჰპოვა გამოყენება. პრაქტიკული მიზნებისათვის ფართოდ გამოყენება ჰპოვა სამფაზა ცვლადმა დენმა. სამფაზა დენის სისტემები გამოიყენება მთელ მსოფლიოში ელექტროენერჯის გადაცემისა და განაწილებისათვის. სამფაზა ცვლადი დენის გამოყენება უზრუნველყოფს ელექტროენერჯის შორ მანძილზე ეკონომიურ გადაცემას და საშუალებას იძლევა შეიქმნას მარტივი მოწყობილობისა და მუშაობაში საიმედო ელექტროძრავები, გენერატორები და ტრანსფორმატორები.

**დაიმახსოვრეთ!** ცვლადი დენის სამფაზა სისტემა ეწოდება ისეთ სისტემას, რომელშიც მოქმედებს ერთი და იგივე სიხშირის, ამპლიტუდისა და ერთმანეთისგან  $120^\circ$ -ით დაძრული ემძ.

პრინციპში, სამფაზა დენის უმარტივეს გენერატორს აქვს ადრე განხილული ერთფაზა დენის გენერატორის კონსტრუქცია (ნახ.2.55), იმ განსხვავებით, რომ სამფაზა გენერატორის ღუზა შესდგება არა ერთი, არამედ სამი გრაგნილისაგან., რომლებიც სივრცეში ერთმანეთისაგან დაძრულია  $120^\circ$ -ით (ნახ.2.64), თუ ღუზას მოვიყვანთ ბრუნვით მოძრაობაში, მაშინ თითოეულ გრაგნილში აღიძვრება ემძ, რადგანაც სამივე გრაგნილის ბრუნვათა რიცხვი ერთნაირია, ამიტომ მათში აღძრულ

ე.მ.ძ-ების სიხშირეებიც ერთნაირი იქნება. მაგრამ თითოეული გრაგნილი ბრუნვისას მაგნიტური ველის მინიმუმსა და მაქსიმუმს გაივლის სხვადასხვა დროს, მაგრამ ემძებს შორის არის ფაზათა ძვრა.



ნახ.2.64. გრაგნილების განლაგება უმარტივეს სამფაზა გენერატორში (ა) და დაუკავშირებელი სამფაზა სისტემა (ბ)

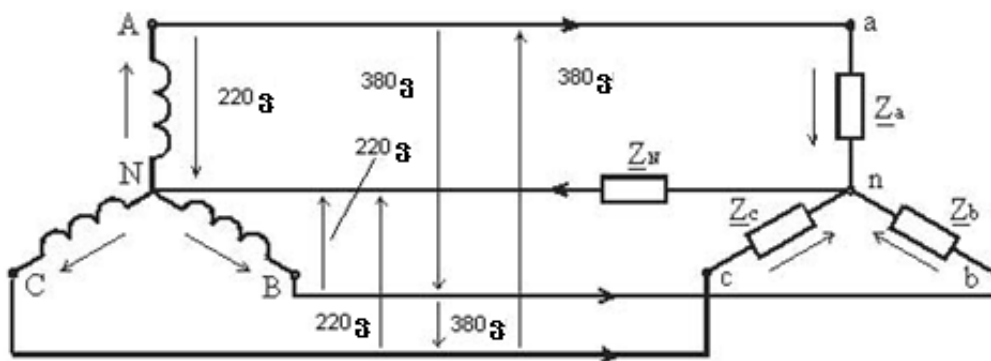
თუ ყველა გრაგნილის ბოლოებს გარეთ გამოვიტანთ მომჭერების ცალ-ცალკე წყვილებად, მაშინ სამფაზა გენერატორის თითოეული გრაგნილი შეიძლება გამოყენებული იქნეს, როგორც ენერჯის ცალკე დამოკიდებული წყარო. თითოეული ცალკე დამოუკიდებელი წყარო შეიძლება, შევავერთოთ ცალკე დატვირთვასთან. ამ დროს მიიღება დაუკავშირებელი, სამფაზა სისტემა, რომელიც შედგება სამი დამოუკიდებელი ელექტრული წრედისგან (ნახ.2.64.ბ).

გენერატორის ცალკეულ გრაგნილებს, აგრეთვე სამფაზა სისტემების ცალკეულ წრედებს უწოდებენ ფაზებს. ფაზის ეს ცნება არ უნდა ავურიოთ ზემოთ ნახსენებ სინუსოიდურ სიდიდის ფაზურ ძვრასთან.

**ვარსკვლავა შეერთება.** ხშირად რეალური გენერატორის გრაგნილებს შეაერთებენ ისე, რომ თითოეული მათგანის ერთ გამომყვანს ჩართავენ საერთო წრედთან, ასეთივე სახით შეაერთებენ მომხმარებლებსაც. ამ შემთხვევაში სამფაზა დაუკავშირებელი სისტემის სამ უკუგამტარს შეცვლიან ერთი გამტარით (ნახ.2.65).

**დაიმახსოვრეთ!** გრაგნილების შეერთების ისეთ სახეს, რომლის დროსაც მათი ბოლოები შეერთებულია ერთ წერტილში, ვარსკვლავა შეერთება ეწოდება.

სქემატურად ასეთი სახის ვარსკვლავა შეერთება აღინიშნება  $\lambda/\lambda-0$ .



ნახ.2.65. სამფაზა სისტემის ვარსკვლავა შეერთება



ასეთი შეერთების საერთო წერტილს ნეიტრალური, ანუ ნულოვანი წერტილი ეწოდება. გენერატორი მომხმარებელთან შეერთებულია ოთხი გამტარით. სამ მათგანს ეწოდება ხაზური, ხოლო მეოთხეს, რომელიც ერთმანეთთან აერთებს ნულოვან წერტილებს – ნულოვანი ანუ ნეიტრალური გამტარი ეწოდება.

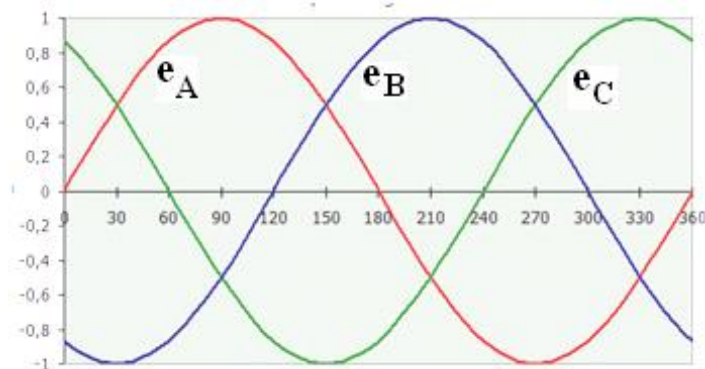
სამფაზა სისტემებში ნებისმიერ ორ ხაზურ გამტარს შორის დაბვას ხაზური დაბვა ეწოდება და აღინიშნება  $U_b$ , ხოლო ხაზურ და ნულოვან გამტარს შორის დაბვას კი – ფაზური და აღინიშნება  $U_{ფ}$ , შესაბამისად, დენს რომელიც გადის ხაზურ გამტარში ხაზური დენი ( $I_b$ ) ეწოდება, ხოლო ფაზურ გრაგნილსა და გამტარში გამავალ დენს – ფაზური ( $I_{ფ}$ ).

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მივაქციოთ ხაზურ და ფაზურ დენებსა და დაბვებს შორის დამოკიდებულებებს.

**დაიმახსოვრეთ!** ვარსკვლავა შეერთების დროს ფაზური და ხაზური დენების მნიშვნელობები ერთმანეთის ტოლია:  $I_b = I_{ფ}$ , ხოლო ხაზური დაბვა  $\sqrt{3}$ -ჯერ (ანუ 1,73-ჯერ) მეტია ფაზურ დაბვაზე:  $U_b = U_{ფ}$ . თუ ქსელში ხაზური დაბვა 380 ვ-ია, მაშინ ფაზური დაბვა ტოლი იქნება  $380/1,73 = 220$  ვ.

თუ სამივე ფაზაში დატვირთვა თანაბრადაა განაწილებული, ანუ დატვირთვები როგორც სიდიდით, ასევე ხასიათით ერთნაირია, მაშინ ჯამური დენი ნულოვან გამტარში ნულის ტოლია. ამაში ადვილად დავრწმუნდებით, თუ დროის ნებისმიერ მომენტში გეომეტრულად შევკრებთ სამფაზა სისტემების სინუსოიდური დენების მნიშვნელობებს (ნახ.2.66).

ფაზებში დატვირთვის სიმეტრიის დარღვევისას, ფაზური დენები იცვლიან თავიანთ სიდიდეებს ამ დროს მათ შორის ტოლობა ირღვევა და ნულოვან გამტარში გადის დენი. მაგრამ როგორც წესი, ეს დენი, ყოველთვის ნაკლებია, ვიდრე ხაზურ გამტარებში გამავალი დენები, ამიტომ ნულოვანი გამტარის კვეთი შეიძლება იყოს ხაზური გამტარების კვეთზე ნაკლები.

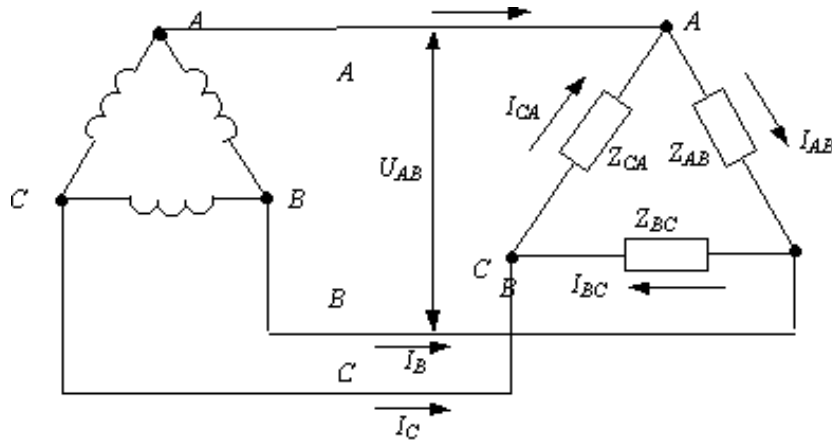


ნახ.2.66. სამფაზა სისტემის დენების გრაფიკული გამოსახულება

თუ ფაზური დატვირთვები ერთნაირია, მაშინ მომხმარებლები გენერატორთან შეიძლება მიერთებული იქნენ მხოლოდ სამი გამტარით, ნულოვანი გამტარის გარეშე. ასეთ შეერთებას პრაქტიკაში ხშირად აქვს ადგილი და ნულოვანი გამტარის გარეშე ვარსკვლავად შეერთება ეწოდება. სქემატურად იგი აღინიშნება  $\lambda/\lambda$ .

ასეთი შეერთების დროს დატვირთვის თანაბარი განაწილება აუცილებელია. წინააღმდეგ შემთხვევაში ერთ ფაზაზე დატვირთვათა ცვლილება გამოიწვევს სხვა ფაზური დენისა და ძაბვების ცვლილებას.

**სამკუთხა შეერთება.** პრაქტიკაში არსებობს გენერაციისა და მომხმარებლის სამფაზა სისტემის შეერთების სხვა სახე, რომელსაც სამკუთხა შეერთება ეწოდება. სამკუთხა შეერთების დროს (ნახ.2.67) გენერატორის ერთი ფაზის გრაგნილის ბოლო უერთდება მეორე ფაზის გრაგნილის საწყისს, მეორე ფაზის გრაგნილის ბოლო – მესამე ფაზის გრაგნილის საწყისს, მესამეს ბოლო-პირველის საწყისს. სქემატურად ასეთი შეერთება გამოისახება  $\Delta/\Delta$ .



ნახ.2.67. სამფაზა სისტემის სამკუთხა შეერთება

**დაიმახსოვრეთ!** სამკუთხა შეერთების დროს ხაზური და ფაზური ძაბვები ერთმანეთის ტოლია:  $U_{\text{ხ}} = U_{\text{ფ}}$ ; ხოლო  $I_{\text{ხ}} = I_{\text{ფ}}$ .

სამკუთხა შეერთებას აქვს გარკვეული უპირატესობები, კერძოდ ხაზური სადენების პრაქტიკულად მცირე წინააღობის დროს ნებისმიერ ფაზაში დატვირთვის ცვლილება არ აისახება დანარჩენი ორი ფაზის მუშაობაზე.

**სამფაზა წრედის სიმძლავრე.** სამფაზა წრედებში, ერთფაზა წრედების ანალოგიურად, გამოიყენება აქტიური, რეაქტიული და სრული სიმძლავრეების ცნებები.

სიმეტრიული დატვირთვის შემთხვევაში წრედის აქტიური სიმძლავრე ტოლია ერთი ფაზის აქტიური სიმძლავრის სამზე ნამრავლისა:  $P = 3U_{\text{ფ}} I_{\text{ფ}} \cos \varphi$ , ანალოგიურად რეაქტიული სიმძლავრე ტოლია:  $Q = 3U_{\text{ფ}} I_{\text{ფ}} \sin \varphi$ ; ხოლო სრული სიმძლავრე:  $S = 3U_{\text{ფ}} I_{\text{ფ}}$ .

არასიმეტრიული დატვირთვის შემთხვევაში წრედის საერთო აქტიური სიმძლავრე ტოლია თითოეული ფაზის აქტიურ სიმძლავრეთა ჯამის:

$$P = P_A + P_B + P_C = U_A I_A \cos \varphi_A + U_B I_B \cos \varphi_B + U_C I_C \cos \varphi_C$$

ანალოგიურად რეაქტიული სიმძლავრე ტოლია:

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C = U_A I_A \sin \varphi_A + U_B I_B \sin \varphi_B + U_C I_C \sin \varphi_C$$

ხოლო სრული სიმძლავრე:  $S = \sqrt{P^2}$ .

### საკონტროლო კითხვები:

1. რას ეწოდება ცვლადი დენის სამფაზა სისტემა?
2. როგორ შეერთებას ეწოდება ვარსკვლავა შეერთება?
3. როგორ შეერთებას ეწოდება სამკუთხა შეერთება?
4. განმარტეთ ხაზური და ფაზური ძაბვები და დენები.
5. როგორ კავშირშია ერთმანეთთან ხაზური და ფაზური ძაბვები ვარსკვლავა და სამკუთხა შეერთების დროს?
6. როგორ კავშირშია ერთმანეთთან ხაზური და ფაზური დენები ვარსკვლავა და სამკუთხა შეერთების დროს?

### შეფასების ინდიკატორები:

**ელექტრული სიდიდეები – დენი, ძაბვა, ელექტრომომოძრავებელი ძალა, სიმძლავრე, ენერჯია, მათი ერთეულები და ჯერადი ერთეულები:**

- ელექტრული სიდიდეების ჯერადი ერთეულებით სისტემური სიდიდეების განსაზღვრა.

**ელექტრული ენერჯიის წყაროები და მათი მახასიათებლები:**

- დენისა და ძაბვის წყაროს ქსელში ჩართვა და დატვირთვის მიერთება.

**მუდმივი დენის წრედები. ომისა და კირხჰოფის კანონები. მუდმივი დენის წრედების ანგარიში:**

- წრედის ელემენტების მიმდევრობით, პარალელურად და შერეულად შეერთება.

- ამპერმეტრისა და ვოლტმეტრის წრედში ჩართვა.

- გამტარის განიკვეთის შერჩევა დენის ძალისა და ძაბვის ვარდნის მიხედვით.

**ერთფაზა და სამფაზა სინუსოიდური ცვლადი დენის წრედები:**

- დენის ძალისა და ძაბვის გაზომვა ცვლადი დენის წრედში.

- აქტიური, რეაქტიული და სრული სიმძლავრეების გაზომვა.

- ხაზური და ფაზური დენებისა და ძაბვების გაზომვა.

### თავი III. ელექტრონული ხელსაწყოები და მოწყობილობები

ამ თავში გაეცნობით თანამედროვე ყოფაცხოვრებასა და განათებაში გამოყენებულ ელექტრონულ ხელსაწყოებს, მათ დანიშნულებასა ძირითად სახეებს; ამ ხელსაწყოებში მიმდინარე პროცესებს.

#### 3.1. ელექტრონული ხელსაწყოების მნიშვნელობა თანამედროვე პირობებში

ელექტრონიკის ხელსაწყოები დღეისათვის გამოიყენება ტექნიკის თითქმის ყველა დარგში, სადაც ისინი შედიან, როგორც ძირითადი ნაწილი გაზომვის, კონტროლის, ავტომატიზაციისა და პროგრამირების მოწყობილობებში.

**დაიმახსოვრეთ!** ელექტრონული ხელსაწყოების გამოყენებამ მოგვცა შესაძლებლობა შედარებით მარტივი საშუალებებით განვახორციელოთ რთული საწარმოო პროცესების ავტომატიზაცია.

ელექტრონული აპარატების საშუალებით შეიძლება გავზომოთ და ვაკონტროლოთ არა მარტო ნებისმიერი ელექტრული (დენი, ძაბვა, წინაღობა, სიმძლავრე, სიხშირე, ფაზათა ძვრა და სხვა), არამედ ყველა ფიზიკური სიდიდე: ტემპერატურა, წნევა, ფერი, დაშორება, ზომა, დრო და სხვა. და ბოლოს თანამედროვე კომპიუტერული ტექნიკა წარმოუდგენელია ელექტრონული მოწყობილობის გარეშე.

ელექტრონული ხელსაწყოების მოქმედება დამყარებულია მაღალ ვაკუუმში ელექტრული დენის მოვლენების გამოყენებაზე. ამ ხელსაწყოებში ელექტროდებს შორის მუხტის გადამტანი თავისუფალი ელექტრონების მოძრაობა ხდება პრაქტიკულად გაზის მოლეკულებთან დაჯახების გარეშე, მაგრამ რადგან ელექტრონულ ხელსაწყოებში მუხტის გადამტანთა რიცხვი შედარებით მცირეა, ამიტომ ისინი ატარებენ შედარებით მცირე დენს ატარებენ, მათი შინაგანი წინაღობა დიდია. სამაგიეროდ, ამ ხელსაწყოებში უშუალოდ ელექტრული და მაგნიტური ველებით დენების მართვა ადვილია.

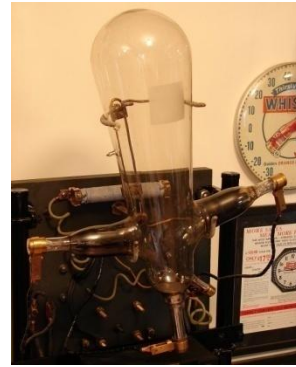
ელექტრონულ ხელსაწყოებს მიეკუთვნებიან: ელექტრონული ნათურები (დიოდი, ტრიოდი, პენტოდი და სხვა); ელექტრონული მილაკები, ფოტოელემენტები, რენტგენის მილაკები და სხვა.

ელექტრონულ ხელსაწყოებში მიმდინარე პროცესები სხვადასხვაგვარია. მაგალითად, ელექტრონულ ნათურებსა და ვაკუუმურ ხელსაწყოებში კათოდიდან ამოფრქვეული ელექტრონები ურთიერთქმედებენ მუდმივ და ცვლად ელექტრულ ველებთან. მუდმივ ველთან ურთიერთქმედების შედეგად ელექტრონების კინეტიკური ენერგია იზრდება; ცვლად ველთან ურთიერთქმედების შედეგად ელექტრონების მუდმივი ნაკადი გარდაიქმნება ცვლადად და ელექტრონების კინეტიკური ენერგიის ნაწილი გარდაიქმნება ელექტრული რხევების ენერგიად; ვაკუუმურ ინდიკატორებსა და ელექტრონულ სხივურ მილაკებში მუდმივი ელექტრული ველის გავლენით ელექტრონები აჩქარდებიან და ბომბავენ სამიზნეს, რომელიც დაფარულია ლუმინოფორით; სამიზნესთან ურთიერთქმედების შედეგად ელექტრონების კინეტიკური ენერგიის ნაწილი გარდაიქმნება სინათლის ენერგიად; რენტგენის მილაკებში

კათოდის ანოდამდე გზაში აჩქარებული ელექტრონების ენერგია ანოდზე დარტყმის შედეგად გარდაიქმნება რენტგენის სხივების ენერგიად. ნახ.3.1ა-ზე ნაჩვენებია კომპიუტერულ ტომოგრაფიაში გამოყენებული რენტგენის მილაკი.



ა)



ბ)

ნახ.31. ელექტრონული ხელსაწყოები: რენტგენის მილაკი (ა) და ვერცხლისწყლიანი გამმართველი (ბ)

იონურ ხელსაწყოებში ელექტროდებს შორის ელექტრონების მოძრაობა ხდება გაუხშობელი აირის ან ლითონის ორთქლით ავსებულ სივრცეში. აქ ელექტრონების აირის ან ლითონის ორთქლის ნაწილაკებთან მრავალრიცხოვანი დაჯახებების შედეგად მიმდინარეობს ნაწილაკების იონიზაცია, იზრდება დენის გადამტანების რიცხვი და მცირდება ხელსაწყოს შიგა წინაღობა. ამის გამო იონური ხელსაწყოები ატარებენ დიდი სიდიდის დენს, მაგრამ არიან ინერციულები, რის გამოც მათი გამოყენება მაღალი სიხშირის ცვლადი დენის წრედებში შეუძლებელია.

იონური ხელსაწყოები ძირითადად გამოიყენება ცვლადი დენის მართვადი და არამართვადი გამართვისათვის. იონურ ხელსაწყოებს მიეკუთვნებიან: გაზოტრონი, ტირატრონი, სტაბილიტრონი, ვერცხლისწყლის ვენტილი და სხვა.

ჯერ კიდევ ახლო წარსულში ვერცხლისწყლის გამმართველი – ხელსაწყო ვერცხლისწყლის ცივი კათოდით (ნახ.3.1,ბ) – წარმოადგენდა, მცირე დანაკარგებით, ცვლადი დენის მუდმივად გარდაქმნისათვის ყველაზე უფრო გავრცელებულ მძლავრ მოწყობილობას. თანამედროვე პირობებში იგი სწრაფად გამოიღვენა ნახევარგამტარული ვენტილებით.

**დაიმახსოვრეთ!** ნახევარგამტარული ხელსაწყოები წარმოადგენენ ელექტრონულ ხელსაწყოებს, რომლებიც ელექტრონიკაში გამოიყენება სხვადასხვა სიგნალების გარდაქმნისათვის, ხოლო ენერგეტიკაში – ენერგიის ერთი სახიდან მეორეში უშუალოდ გარდაქმნისათვის. მათი მოქმედება დაფუძნებულია ნახევარგამტარებში მიმდინარე ელექტრონულ პროცესებთან.

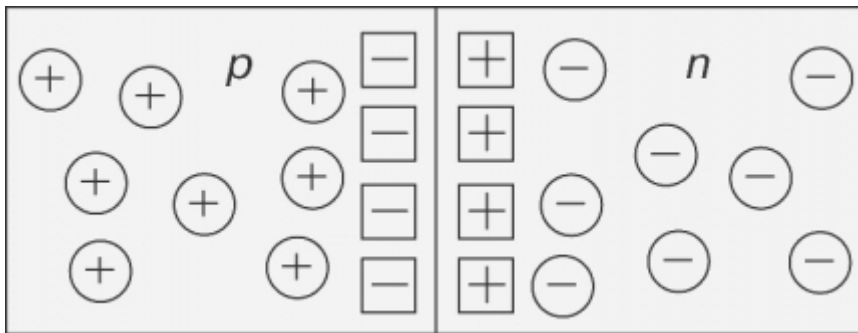
ნახევარგამტარები ის მასალებია, რომელთაც თავისი კუთრი გამტარობის მიხედვით შუალედური მდგომარეობა უჭირავთ გამტარებსა და დიელექტრიკებს შორის. ლითონებისაგან განსხვავებით, ტემპერატურის გაზრდით ნახევარგამტარების გამტარობა ტემპერატურის მომატებით იზრდება. კარგ ნახევარგამტარულ მასალებს მიეკუთვნებიან: სილიციუმი და გერმანიუმი; მათ რიცხვს ავრეთვე მიეკუთვნება გალიუმი, დარიშხანის, ფოსფორის, და ინდიუმის შენაერთები. სილი-

ციუმმა ფართო გამოყენება ჰპოვა: ტრანზისტორებში, გამმართველებში და ინტეგრალურ სქემებში.

ნახევარგამტარი არსებითად წარმოადგენს დიექტრიკს მანამ, სანამ მასში შეყვანილი არ იქნება მცირე და გულდასმით დოზირებული შესაფერისი მასალის რაღაც რაოდენობა. მაგალითად, ისეთი მასალა, როგორც ფოსფორია, სილიციუმს ხდის გამტარს, უმატებს მას ჭარბ ელექტრონებს (ანუ მოქმედებს როგორც „დონორი“). ამგვარად, ლეგირებული სილიციუმი ხდება n-ტიპის. სილიციუმის ისეთი მასალით ლეგირება, როგორცაა ბორი, ართმევს სილიციუმს ელექტრონებს (ანუ მოქმედებს როგორც „აქცეპტორი“) ქმნის მასში „ხვრელებს“ და აქცევს სილიციუმს p-ტიპის მასალად. „ხვრელები“ შეიძლება შევსებულ იქნენ ახლოს განლაგებული ატომების ელექტრონებით და ამით აამაღლონ ლეგირებული მასალის გამტარობა. ელექტრონების ნაკადისა და ხვრელების ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებით მოძრაობა ქმნის ელექტრულ დენს. ელექტრონებსა და ხვრელებს, რომლებიც ამგვარად უზრუნველყოფენ გამტარობას, ეწოდებათ მუხტის გადამტანები.

### 3.2. p-n (ელექტრონულ-ხვრელური) გადასასვლელი

ელექტრონული ხელსაწყოები, როგორც წესი, წარმოადგენენ მრავალფენიან სტრუქტურას, რომლის ერთი ნაწილი შესრულებულია p ტიპის, ხოლო მეორე n ტიპის ნახევარგამტარისაგან. p და n ტიპის მასალებს შორის არეს ეწოდება p-n გადასასვლელი. გადასასვლელი იქმნება დონორული მინარევის დადებითად დამუხტული ატომებით n-ის და აქცეპტორული მინარევის უარყოფითად დამუხტული ატომებით p-ს მხრიდან. ამ იონებით შექმნილი ელექტრული ველი გარდაქმნის ელექტრონების დიფუზიას p არედ, ხოლო ხვრელებისას – n არედ (ნახ.2.68).



ნახ.3.2. p-n გადასასვლელის სქემატური გამოსახულება

ნახ.3.2-ზე წრეხაზებით ნაჩვენებია მუხტის მოძრავი გადამტანები: ელქტრონები (-) და ხვრელები (+), ხოლო კვადრატებით – უძრავი იონები გადასვლის არეში.

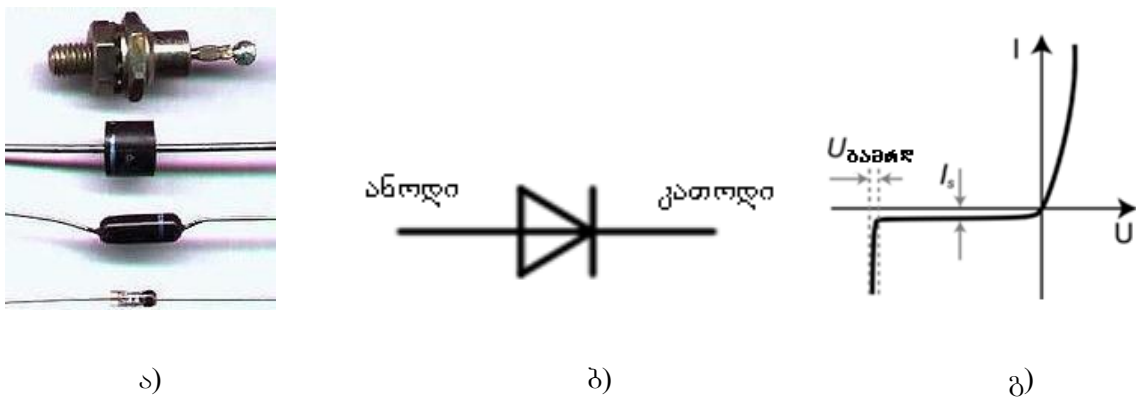
თუ p-n გადასასვლელის p ტიპის არეს მიუერთებთ რაიმე კვების წყაროს დადებით მომჭერს, ხოლო n ტიპის არეს – უარყოფით მომჭერს, მაშინ ელექტრონებსა და ხვრელებს შეუძლიათ დიფუნდირება გადასასვლელის გავლით. შედეგად p-ტიპის არედან n-ტიპის არეს მიმართულებით გაივლის მნიშვნელოვანი სიდიდის დენი. ასეთ შემთხვევაში ამბობენ, რომ გადასასვლელი წანაცვლებულია პირდაპირი

მიმართულებით. უკუმიმართულებით წანაცვლებისას, როცა შეერთების პოლარობა შეიცვლება, მაშინ n-ტიპის არედან p-ტიპის არესაკენ გაედინება მცირე სიდიდის უკუ დენი.

ნახევარგამტარული ხელსაწყოების სპექტრი ძალიან დიდია. ჩვენ განვიხილავთ მხოლოდ ზოგიერთ მათგანს, რომელსაც თავისი პროფესიიდან გამომდინარე შეიძლება შეხვდეს ელექტრომემონტაჟე. ესენია: დიოდი, ტრანზისტორი, ტირისტორი, სტაბილიტრონი, შუქდიოდი, ფოტოდიოდი, სტაბისტორი.

**დიოდი** წარმოადგენს ნახევარგამტარულ ხელსაწვოს ერთი ელექტრული გადასასვლელითა და ორი ელექტროდით (ნახ.3.3,ა). ელექტროდს, რომელიც ჩართულია კვების წყაროს დადებით პოლუსთან, ეწოდება ანოდი, ხოლო რომელიც ჩართულია უარყოფით პოლუსთან – კათოდი.

ნახევარგამტარული დიოდის მოქმედების პრინციპი დაფუძნებულია p-n გადასასვლელის მოვლენებზე.



**ნახ.3.3.** სხვადასხვა ტიპის დიოდები (ა), დიოდის გრაფიკული აღნიშვნა (ბ) და ვოლტამპერული მახასიათებელი (გ)

დიოდები ფართოდ გამოიყენება ცვლადი დენის მუდმივ დენად გარდაქმნისათვის. დიოდური გამმართველი და დიოდური ბოგირი პრაქტიკულად ყველა ელექტრონული მოწყობილობის კვების ბლოკის ძირითადი კონპონენტია. დიოდების ძირითად მახასიათებელ პარამეტრებს წარმოადგენენ: ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი, მუდმივი უკუ დენი და უკუ ძაბვა, მუდმივი პირდაპირი დენი, სიხშირის დიაპაზონი, დიფერენციალური წინაღობა, ტევადობა, გამრღვევი ძაბვა, მაქსიმალური დასაშვები სიმძლავრე, მაქსიმალურად დასაშვები მუდმივი პირდაპირი დენი. ნახ.3.3,ა-ზე ნაჩვენებია სხვადასხვა ტიპის დიოდები, ნახ.3.3,ბ-ზე დიოდის გრაფიკული აღნიშვნა, ხოლო ნახ.3.3,გ-ზე ვოლტამპერული მახასიათებელი. დიოდების კათოდები აღნიშნულია ხაზით ან წერტილით.

როგორც ვოლტამპერული მახასიათებელიდან ჩანს, დიოდი ერთი მიმართულებით კარგად ატარებს დენს. ძაბვის გაზრდით დენი სწრაფად იზრდება, ხოლო უკუ მიმართულებით ძაბვის გაზრდით დენი  $I_{უ}$  მცირედ იზრდება.  $U_{გამრღ.}$  – არის გამრღვევი ძაბვა, რომლის გადაჭარბების შემდეგ დიოდი გამოდის მწყობრიდან.

**ტრანზისტორი** წარმოადგენს ნახევარგამტარული მასალისაგან დამზადებულ ელექტრონულ ხელსაწვოს სამი გამომყვანით, რომლებიც საშუალებას იძლევიან ელექტრულ წრედში გამოსავალი სიგნალი ვმართოთ დენით. ტრანზისტორები

ძირითადად გამოიყენება ელექტრული სიგნალების გაძლიერების, გენერირებისა და გარდაქმნისათვის. პირველ ნახ.3.4,ა-ზე წარმოდგენილია დიდი სიმძლავრის, ხოლო მეორე ნახ.3.4.ბ-ზე მცირე სიმძლავრის ტრანზისტორები.



ა)



ბ)

ნახ.3.4. დიდი (ა) და მცირე (ბ) სიმძლავრის ტრანზისტორები

გამოსასვლელ წრედში დენით მართვა ხორციელდება შესავალი ძაბვის ან დენის ცვლილების ხარჯზე. შესავალი სიდიდეების მცირე ცვლილება იწვევს გამოსავალი ძაბვისა და დენის დიდ ცვლილებას. ტრანზისტორების ეს გამაძლიერებელი თვისება ფართოდ გამოიყენება ტექნიკაში.

ტრანზისტორების მოქმედების პრინციპი არსებითად დამოკიდებულია მათ ტიპსა და შინაგან სტრუქტურაზე. არსებობს ბიპოლარული და სავსე ტრანზისტორები.

**ბიპოლარულ ტრანზისტორებში**, რომელთა გრაფიკული აღნიშვნა მოცემულია ნახ.3.5.ა,ბ-ზე, ელექტროდები ჩართულია ნახევარგამტარის სამ მიმდევრობით განლაგებულ მინარევის გამტარობის მონაცვლე ტიპთან. მონაცვლეობის მიხედვით განასხვავებენ n-p-n და p-n-p ტიპის ტრანზისტორებს. ტრანზისტორების სხვა სახეობისაგან განსხვავებით, ბიპოლარულ ტრანზისტორებში მუხტის ძირითადი გადამტანებია როგორც ელექტრონები, ასევე ხვრელები.

**დაიმახსოვრეთ!** ელექტროდს, რომელიც ჩართულია ცენტრალურ ფენასთან, ეწოდება **ბაზა (ბ)**, გარე ფენებთან ჩართულ ელექტროდებს ეწოდებათ **კოლექტორი (კ)** და **ემიტერი (ე)**.

უმარტივეს სქემაზე კოლექტორსა და ემიტერს შორის განსხვავება არ ჩანს. სინამდვილეში კოლექტორი განსხვავდება ემიტერისაგან. კოლექტორის მთავარი განმასხვავებელი ნიშანი არის p-n გადასასვლელის დიდი ფართობი. გარდა ამისა, ტრანზისტორის მუშაობისათვის საჭიროა ბაზის მცირე სისქე.

მუშაობის აქტიურ რეჟიმში ტრანზისტორი ჩართულია ისე, რომ მისი ემიტერული გადასასვლელი წანაცვლებულია პირდაპირი მიმართულებით, ხოლო კოლექტორული გადასასვლელი – უკუ მიმართულებით.

დღეისათვის ბიპოლარული ტრანზისტორები დომინირებენ ანალოგიურ ტექნიკაში. ელექტრონიკის მეორე მნიშვნელოვან დარგში – ციფრულ ტექნიკაში (ლოგიკა, მახსოვრობა, პროცესორები, კომპიუტერები, ციფრული კავშირგაბმულობა და სხვა) ბიპოლარული ტრანზისტორები თითქმის მთლიანად გამოიდევნა სავსე ტრანზისტორებით.

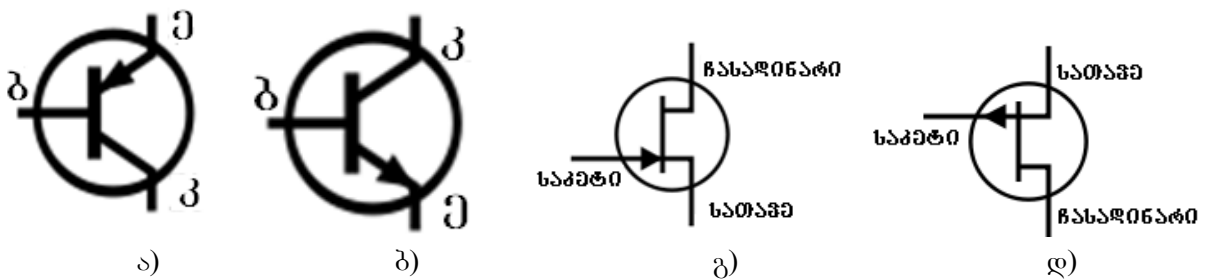


საველე ტრანზისტორი წარმოადგენს ნახევარგამტარულ ხელსაწყოს, რომელშიც დენი იცვლება გამოსავალი სიგნალით შექმნილი ელექტრული ველის მართობული დენის მოქმედების შედეგად.

საველე ტრანზისტორში მუშა დენის გადინება გაპირობებულია მხოლოდ ერთი ნიშნის მუხტის გადამტანებით (ელექტრონებით ან ხვრელებით), ამიტომ ასეთი ხელსაწყოებს, განსხვავებით ბიპოლარულისგან, ხშირად რთავენ უნიპოლარული ელექტრონული ხელსაწყოების ფართო კლასში.

p-n გადასასვლელით მართულ საველე ტრანზისტორს აქვს ორი არაგამმართველი კონტაქტი არესთან, რომელზეც გადის მუხტის ძირითადი გადამტანების მმართველი დენი და ელექტრონულ ხვრელური გადასასვლელის ერთი ან ორი მმართველი, რომელიც წანაცვლებულია უკუ მიმართულებით. უკუძაბვის ცვლილების დროს p-n გადასასვლელზე იცვლება მისი სისქე და შესაბამისად იმ არეს სისქე, რომელზეც გადის მუხტის ძირითადი გადამტანების მმართველი დენი. არეს, სისქესა და განიკვეთს, რომელზეც გადის ძირითადი მუხტის გადამტანების მმართველი დენი ეწოდება **არხი**.

საველე ტრანზისტორების გრაფიკული გამოსახულება მოცემულია ნახ.3.5.გ,დ-ზე.



ნახ.3.5. ბიპოლარული ტრანზისტორები: p-n-p (ა) და n-p-n (ბ) ტიპის; საველე ტრანზისტორები: n-ტიპის არხით (გ) და p-ტიპის არხით (დ).

არხის ელექტროგამტარობა შეიძლება იყოს როგორც n, ასევე p ტიპის. ამიტომ არხის ელექტროგამტარობის მიხედვით განასხვავებენ საველე ტრანზისტორებს n-არხით და P-არხით. n და P არხით ტრანზისტორის ელექტროდებზე მიწოდებული წანაცვლების ძაბვის ყველა პოლარობა საწინააღმდეგოა.

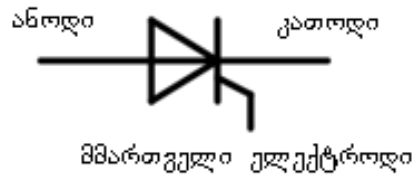
**დაიმახსოვრეთ!** ელექტროდს, რომლიდანაც არხში შედიან მუხტის ძირითადი გადამტანები, ეწოდება **სათავე**. ელექტროდს, რომლის გავლითაც არხიდან გადიან მუხტის ძირითადი გადამტანები, ეწოდება **ჩასაღინარი**. ელექტროდს, რომელიც გამოიყენება არხის განიკვეთის რეგულირებისათვის, ეწოდება **საქმტი**.

ტირისტორი არის ნახევარგამტარული ხელსაწყო, შესრულებული ნახევარგამტარის მონოკრისტალზე p-n-p-n ტიპის ოთხფენა სტრუქტურით, რომელსაც გააჩნია პირდაპირი მიმართულების ორი მყარი მდგომარეობა – დაბალი გამტარობის (ტირისტორი ჩაკეტილია) და მაღალი გამტარობის (ტირისტორი ღიაა). უკუმიმართულებით ტირისტორს გააჩნია მხოლოდ ჩამკეტი თვისებები. ტირისტორი

არის მართული დინისტორი (ოთხფენა დიოდი), ანუ ერთგვარი გასადები, რომელიც მართავს დიდ სიმძლავრეებს მცირე სიმძლავრის იმპულსების მოწოდების დროს.



ა)



ბ)

ნახ.3.6. ტირისტორების სხვადასხვა სახეები (ა) და გრაფიკული აღნიშვნა (ბ)

ელექტრულ წრედში ტირისტორის გადაყვანა ჩაკეტილიდან ღია მდგომარეობაში სორციელდება ხელსაწყოზე ძაბვის, დენისა და სინათლის (ფოტოტირისტორი) გარე ზემოქმედებით. ნახ.3.6,ა-ზე მოცემულია ტირისტორების სხვადასხვა სახე, ხოლო ნახ.3.6,ბ-ზე – მისი გრაფიკული აღნიშვნა

### 3.3. სტაბილიტრონი და სტაბისტორი

სტაბილიტრონი არის ნახევარგამტარული დიოდი, რომელიც მუშაობს ელექტრული გარღვევის რეჟიმში. ასეთი გარღვევის მთავარ თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ დენის საკმაოდ დიდ ფარგლებში ცვლილების დროს ძაბვა დიოდზე უმნიშვნელოდ იცვლება. სტაბილიტრონის დანიშნულებაა დატვირთვაზე სტაბილური ძაბვის შენარჩუნება. ნახ.3.7-ზე მოცემულია სტაბილიტრონის სხვადასხვა სახეები.



ნახ.3.7. სტაბილიტრონის სხვადასხვა სახეები და მისი გრაფიკული აღნიშვნა

სტაბისტორი წარმოადგენს ორ ნახევარგამტარულ დიოდს, რომელშიც ძაბვის სტაბილიზაციისათვის გამოიყენება ვოლტამპერული მახასიათებლის პირდაპირი შტო. სტაბილიტრონებთან შედარებით სტაბისტორების განმასხვავებელი ნიშანია სტაბილიზაციის მცირე ძაბვა, რომელიც შეადგენს დაახლოებით 0,7ვ. ორი ან სამი სტაბისტორის მიმდევრობითი შეერთება იძლევა შესაძლებლობას მივიღოთ სტაბილიზაციის ძაბვის ორმაგი ან სამმაგი მნიშვნელობა.

**დაიმახსოვრეთ!** სტაბისტორებს გააჩნიათ წინაღობის უარყოფითი ტემპერატურული კოეფიციენტი, ანუ უცვლელი დენის დროს ძაბვა სტაბისტორზე ტემპერატურის გაზრდით მცირდება.

ამის გამო სტაბილიზატორები გამოიყენება ძაბვის სტაბილიზაციის დადებითი კოეფიციენტის მქონე სტაბილიზატორების ტემპერატურული კომპენსაციისათვის.

### 3.4. შუქდიოდი და ფოტოდიოდი

**შუქდიოდი** ანუ სინათლის გამომსხივებელი დიოდი წარმოადგენს ნახევარგამტარ ხელსაწყოს, რომელიც მასში დენის გავლის დროს გამოასხივებს არაკოჰერენტულ სინათლეს. გამოსხივებულ ფერთა დიაპაზონი მცირეა. მის ფერთა მახასიათებელი დამოკიდებულია მასში გამოყენებული ნახევარგამტარის ქიმიურ შემადგენლობაზე. როგორც ნებისმიერ ნახევარგამტარს, შუქდიოდსაც გაჩნია p-n გადასასვლელი. ელექტრული დენის გატარების დროს პირდაპირი მიმართულებით, მუხტის გადამტანი ელექტრონები და ხვრელები რეკომბინირებენ ფოტონების გამოსხივებით (ელექტრონის ერთი ენერგეტიკული დონიდან მეორეზე გადასვლის გამო).

სინათლის სხვა ელექტრული წყაროებისაგან განსხვავებით შუქდიოდებს გააჩნიათ შემდეგი უპირატესობები: მაღალი მქკ, მექანიკური სიმტკიცე და ვიბრომდგრადობა, რადგან არ გააჩნია სპირალი; მუშაობის ხანგრძლივობის დიდი ვადა; სინათლის სპექტრი ლუმინესცენციური ნათურების სპექტრის ანალოგიურია, რომლებიც გამოიყენება ყოფა-ცხოვრებაში; მცირე ინერციულობა; მაღალი უსაფრთხოება – რადგან არ მოითხოვს მაღალ ძაბვას; არამგრძობიარეა დაბალი და ძალიან დაბალი ტემპერატურის მიმართ; არ შეიცავს მომწამლავ ნივთიერებებს. მაგრამ მგრძობიარეა მაღალი ტემპერატურის მიმართ.

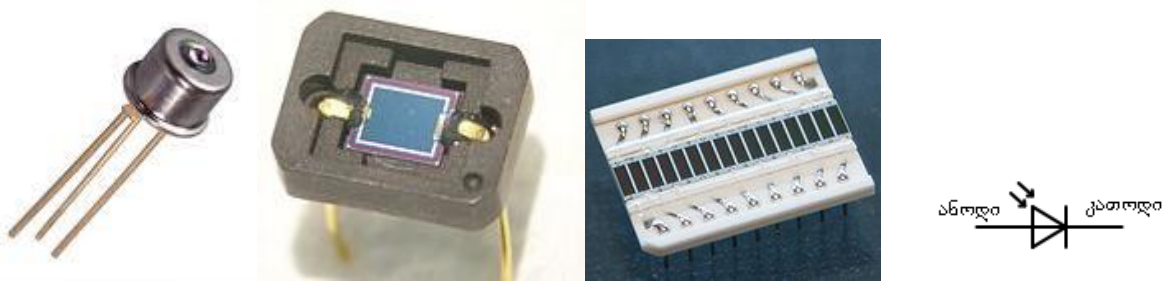
შუქდიოდების გამოყენების სფერო მეტად დიდია. ისინი გამოიყენებიან: ქუჩის, სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო განათებისას; ინდიკატორებად, როგორც ცალკეული შუქდიოდის, ასევე ციფრულ და ასო-ციფრულ ტაბლოებად; ქუჩის დიდ ეკრანებზე და მორბენალ სტრიქონებში; მძლავრი შუქდიოდები გამოიყენებიან, როგორც სინათლის წყარო ფანარებსა და შუქფარებში, საგზაო ნიშნებში; თხევად კრისტალიანი ეკრანების გასანათებლად მობილურ ტელეფონებში, მონიტორებსა და ტელევიზორებში; სათამაშოებსა და სხვა.

შუქდიოდების სხვადასხვა სახეები მისი გრაფიკული გამოსახულება მოცემულია ნახ.3.8.-ზე.



ნახ.3.8. შუქდიოდების სხვადასხვა სახეები და მისი გრაფიკული გამოსახულება

**ფოტოდიოდი** არის ნახევარგამტარი ხელსაწყო, რომელიც მის მგრძობიარე არეზე მოხვედრილი სინათლის ენერგიას გარდაქმნის ელექტრულ მუხტად p-n გადასასვლელში მიმდინარე პროცესების ხარჯზე.



**ნახ.3.8. ფოტოდიოდების სხვადასხვა სახეები და გრაფიკული გამოსახულება**

ფოტოდიოდს, რომლის მუშაობის პრინციპი დაფუძნებულია ფოტოვოლტურ ეფექტზე, სადაც ხდება ელექტრონებისა და ხვრელების გაყოფა p და n არეებად, რის ხარჯზეც წარმოიქმნება მუხტი და ემძ, მზის ელემენტი ეწოდება. ფოტოდიოდები მხოლოდ გარდაქმნიან სინათლის ენერგიას ელექტრულ ენერგიად, მაგრამ არ აძლიერებენ მას. ნახ.3.8-ზე მოცემულია ფოტოდიოდების სხვადასხვა სახეები და მისი გრაფიკული გამოსახულება.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რაზე არის დამყარებული ელექტრონული ხელსაწყოების მოქმედება
2. სად გამოიყენება ძირითადად იონური ხელსაწყოები?
3. რა არის მუხტის ძირითადი გადამტანები ბიპოლარულ ტრანზისტორში?
4. რა არის სტაბილიტრონის დანიშნულება?
5. რას წარმოადგენს დიოდი?
6. ჩამოთვალეთ ტრანზისტორის გამოყვანის სახეები.
7. რას წარმოადგენს ტირისტორი?
8. ჩამოთვალეთ შუქდიოდის უპირატესი თვისებები.
9. რა სახის ენერგიას გარდაქმნის ფოტოდიოდი ელექტრულ ენერგიად?

**შეფასების ინდიკატორები:**

**ელექტრონული, იონური და ნახევარგამტარული ხელსაწყოები:**

- ელექტრონული დენი ელექტრონულ და იონურ ხელსაწყოებში;
- ელექტრონული და ხვრელური გამტარობის განსაზღვრა;
- ცვლადი დენის გამართვა;
- შუქდიოდებისა და ფოტოდიოდების გამოყენება.

## თავი IV. ელექტროტექნიკური მასალები

ამ თავში თქვენ გაეცნობით ელექტროტექნიკური მასალების დანიშნულებასა და ძირითად სახეებს; მათ მნიშვნელობას ელექტროენერჯის გადაცემისა და ელექტრომოწყობილობის დამზადების საქმეში; ამ თავში განხილულია მყარი და თხევადი ელექტროსაიზოლაციო, გამტარი და მაგნიტური მასალები; განხილულია გამტარებისა და კაბელების სხვადასხვა ტიპები.

### 4.1. ელექტროტექნიკური მასალების დანიშნულება

ელექტროტექნიკური მასალები წარმოადგენენ გამტარი, ელექტროსაიზოლაციო, მაგნიტური და ნახევარგამტარული მასალების ერთობლიობას, რომლებიც განკუთვნილია ელექტრულ და მაგნიტურ წრედებში მუშაობისათვის. თანამედროვე ელექტროტექნიკაში ელექტროტექნიკურ მასალებს ერთერთი მთავარი ადგილი უჭირავთ.

გამტარი მასალების გარეშე შეუძლებელია ელექტროენერჯის გადაცემა და ნებისმიერი ელექტრომოწყობილობის დამზადება.

ყველასათვის ცნობილია, რომ ელექტრული მანქანების, აპარატებისა და ელექტროტექნიკური დანადგარების საიმედო მუშაობა დამოკიდებულია ელექტროტექნიკური მასალების ხარისხსა და სწორად არჩევაზე, ელექტრული მანქანებისა და აპარატების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მათი დიდი უმრავლესობა ხდება ელექტროსაიზოლაციო მასალების მწყობრიდან გამოსვლის გამო.

არანაკლებ მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავთ მაგნიტურ მასალებს. ელექტრული მანქანებისა და ტრანსფორმატორების გაბარიტები და ენერჯის დანაკარგები განისაზღვრება მაგნიტური მასალების თვისებებით. ელექტროტექნიკაში საკმაოდ მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავთ ნახევარგამტარულ მასალებს, რომელიც ჩვენს მიერ ზემოთ იყო განხილული.

ელექტროსაიზოლაციო, მაგნიტური და სხვა მასალების რაციონალურად არჩევის შედეგად შეიძლება შეიქმნას ექსპლუატაციაში საიმედო ელექტრო მოწყობილობები მცირე გაბარიტებითა და წონით. მაგრამ ამის რეალიზაციისათვის საჭიროა ელექტროტექნიკური მასალების ყველა ჯგუფის თვისებების ცოდნა.

#### საკონტროლო კითხვები:

1. რას წარმოადგენს ელექტროტექნიკური მასალები?
2. რა დანიშნულება გააჩნიათ ელექტროტექნიკურ მასალებს?

### 4.2. ელექტროსაიზოლაციო მასალები

ელექტროსაიზოლაციო მასალები, ანუ დიელექტრიკები ეწოდება ისეთ მასალებს, რომელთა დახმარებითაც ხდება ელგამტარი სადენების ერთმანეთისაგან განმხოლოება, სადენების მექანიკური დამაგრება საყრდენზე, სადენების დაცვა წვიმისა და მზისაგან, მიწისქვეშა კაბელების დაცვა იზოლირებული მილებით. და

ა.შ. დიელექტრიკებს გააჩნიათ ძალიან დიდი ელექტრული წინაღობა. ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით ისინი იყოფიან ორგანულად და არაორგანულად.

აგრეგატული მდგომარეობის მიხედვით დიელექტრიკები არსებობენ: მყარი, თხევადი და აირისებრი.

**დაიმახსოვრეთ!** მყარ დიელექტრიკებს მიეკუთვნებიან: ქაღალდი, ებონიტი, ქარვა, ფაიფური, პლასტმასი, აბრეშუმი, კაპრონი, გეტინაქსი, მარმარილო, მინა, ქარსი, პარაფინი და სხვა.

თხევად დიელექტრიკებს მიეკუთვნებიან: მინერალური ზეთები, სინთეზური სითხეები ფისები, ლაქები, გამოხდილი წყალი და სხვა.

აირისებრ დიელექტრიკებს მიეკუთვნებიან: ჰაერი, წყალბადი, აზოტი და ინერტული გაზები: არგონი, ნეონი და სხვა.

ყველაზე უფრო გავრცელებულია მყარი დიელექტრიკების ჯგუფი. ელექტროსაიზოლაციო მასალების ელექტრული თვისებები ფასდება ელექტრული მახასიათებლებით; კუთრი მოცულობითი წინაღობა, კუთრი ზედაპირული წინაღობა, დიელექტრიკული შეღწევადობა, დიელექტრიკული შეღწევადობის ტემპერატურული კოეფიციენტი, დიელექტრიკული დანაკარგების კუთხის ტანგენსი, ელექტრული სიმტკიცე.

კუთრი მოცულობითი წინაღობა არის სიდიდე, რომელიც იძლევა შესაძლებლობას შევაფასოთ მასალის ელექტრული წინაღობა მასში დენის გავლის დროს. მის შებრუნებულ სიდიდეს ეწოდება კუთრი მოცულობითი გამტარობა.

კუთრი ზედაპირული წინაღობა არის სიდიდე, რომელიც საშუალებას იძლევა შევაფასოთ მასალის ელექტრული წინაღობა მის ზედაპირზე ელექტროდებს შორის დენის გავლის დროს. მის შებრუნებულ სიდიდეს ეწოდება კუთრი ზედაპირული გამტარობა.

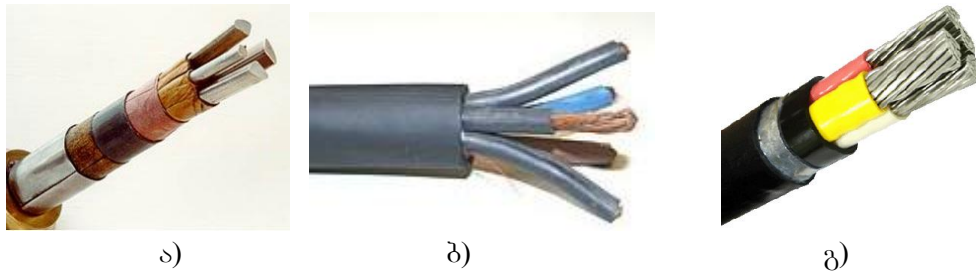
კუთრი წინაღობის ტემპერატურული კოეფიციენტი არის სიდიდე, რომელიც განსაზღვრავს ტემპერატურის ცვლილებით მასალის კუთრი წინაღობის ცვლილებას. ტემპერატურის გაზრდით დიელექტრიკების ელექტრული წინაღობა მცირდება, ანუ მათი ტემპერატურული კოეფიციენტი უარყოფითია.

დიელექტრიკული შეღწევადობა არის სიდიდე, რომელიც საშუალებას იძლევა შევაფასოთ მასალის უნარი შექმნას ელექტრული ტევადობა. ფარდობითი დიელექტრიკული შეღწევადობა შედის აბსოლუტური დიელექტრიკული შეღწევადობის სიდიდეში.

დიელექტრიკული შეღწევადობის კუთხის ტანგენსი განსაზღვრავს ცვლად დენზე მუშაობის დროს სიმძლავრის დანაკარგებს დიელექტრიკში.

ელექტრული სიმტკიცე არის სიდიდე, რომელიც საშუალებას იძლევა შევაფასოთ დიელექტრიკის უნარი წინააღმდეგობა გაუწიოს ელექტრული ძაბვით დაშლას.

**კაბელების ძარღვების (ნახ.4.1)** ელექტრული იზოლაციისათვის გამოიყენება გაუდენთილი საკაბელო ქაღალდი, რეზინა, პლასტმასი (პოლივინილქლორიდი, პოლიეთილენი, პოლივინილქლორიდის პლასტიკატი და სხვა).



ნახ.4.1. კაბელები ქაღალდის (ა), რეზინისა (ბ) და პლასტმასის (გ) იზოლაციით

საკაბელო ქაღალდი წარმოადგენს მაღალი ძაბვის კაბელებში გამოყენებულ ძირითად საიზოლაციო მასალას. კაბელზე დახვევის შემდეგ მას გაუღენტავენ ელექტროსაიზოლაციო ზეთით. კაბელის ძარღვზე ქაღალდის ლენტის დახვევის დროს ქაღალდი ექვემდებარება მექანიკურ დაჭიმვას. ამიტომ საკაბელო ქაღალდს უნდა გააჩნდეს საკმარისად მაღალი მექანიკური სიმტკიცე გაჭიმვისა და გადაღუნვის დროს.

საკაბელო ქაღალდი იწარმოება 35, 110 და 220 კვ ძაბვის ძალოვანი კაბელების ძარღვების იზოლაციისათვის.

ყველა სახის რეზინის დამახასიათებელი თვისებაა მათი დიდი ელასტიურობა, ანუ უნარი გაჭიმვისას მაქსიმალურად დაგრძელდეს და გამჭიმავი დატვირთვის მოხსნის შემდეგ ნარჩენი წაგრძელების გარეშე დაუბრუნდეს საწყის სიგრძეს.

ამასთანავე უნდა აღინიშნოს რეზინის მაღალი წყალმდეგობა, აირშეუღწევა და კარგი საიზოლაციო მახასიათებლები. ყველა რეზინის ძირითადი კომპონენტია კაუჩუკი. ნედლ რეზინს გააჩნია პლასტიკურობა, ადვილად დაეფინება და შემოეკვრება გამტარის შიშველ ძარღვს, რითაც ქმნის მის ძირითად იზოლაციას.

**პოლიეთილენი** არის მყარი გაუმჭირვალე თეთრი ან მოთეთრო-მონაცისფრო ფერის მასალა. შეხებისას რამდენადმე ცხიმოვანი. პოლიეთილენიდან მიღებული გამტარებისა და კაბელების იზოლაცია გამოირჩევა გახურებამდეგობითა (100°C) და მექანიკური სიმტკიცით. კაბელარხებისათვის დამზადებული პოლიეთილენის მილები იცავენ კავშირგაბმულობის ელექტრულ ხაზებს ჭუჭყის, წყლის მოხვედრისა და ცხოველების მიერ გადაღრნისაგან.

**პოლივინილქლორიდი** წარმოადგენს თეთრი ფერის ფხვნილს, რომლისგანაც ცხელი დაწნეხვით მიიღებენ მექანიკურად მტკიცე ნაკეთობებს (ფირფიტებს, მილებსა და სხვა), ზემოქმედებისადმი მდგრად მინერალურ ზეთებს, სხვადასხვა გამხსნელებს, ტუტეებსა და მჟავებს. ფხვნილისებრი პოლივინილ-ქლორიდიდან იღებენ მყარ, მტკიცე მასალა – ვინიპლასტს ფურცლების, მილების, ღეროების სახით, რომელთაც გააჩნიათ მაღალი მექანიკური სიმტკიცე და საიზოლაციო თვისებები.

პოლივინილქლორიდის ფხვნილის შერევით ზეთისმაგვარ სითხესთან – პლასტიკატთან მიიღება **პოლივინილქლორიდის პლასტიკატი**. იგი წარმოადგენს რულონებად დახვეულ მასალას, რომელიც ფართოდ გამოიყენება სამონტაჟო სადენების ძირითად იზოლაციად და აგრეთვე კაბელების დამცავი გარსაცმების დასამზადებლად.



ნახ.4.2. პოლივინილქლორიდის მასალისაგან დამზადებული საიზოლაციო მასალები

პოლივინილქლორიდის პლასტიკატი არის სხვადასხვა ფერის. მისგან ამზადებენ მოქნილ საიზოლაციო მილებსა და მწებარე საიზოლაციო ლენტებს (ნახ.4.2). ამ მასალის დამახასიათებელი თვისებებია ის, რომ ცეცხლიდან გამოტანის შემდეგ წყვეტს წვას.

თხევად საიზოლაციო მასალებს ყველაზე ხშირად გამოიყენებენ: ტრანსფორმატორებში, ამომრთველებში, შემყვანებში, კაბელებში ელექტრული იზოლაციისათვის და კონდენსატორებში ზეთით გაუღენთილი ქაღალდის სახით. მათ მიეკუთვნებიან სატრანსფორმატორო ზეთი, ლაქები, გამოხდილი წყალი და სხვა.

**დამახსოვრეთ!** სატრანსფორმატორო ზეთი ტრანსფორმატორებში გამოიყენება იზოლაციისათვის და გრაგნილების გავრილებისათვის.

თავიანთი დანიშნულების მიხედვით ლაქები იყოფა გამუღენთ, დამფარავ და მწებავ ლაქებად. გამუღენთი ლაქები გამოიყენება ელექტრული მანქანებისა და აპარატების გრაგნილების გასაუღენთად მათი ხვიების დამაგრების, გრაგნილების თბოგამტარობის კოეფიციენტის გაზრდისა და ტენმედულობის ამღლების მიზნით. დამფარავი ლაქები საშუალებას იძლევიან გრაგნილების, პლასტმასებისა და სხვა საიზოლაციო დეტალების ზედაპირების დაფარვით შეიქმნას ტენმედუგი და ზეთმედუგი ზედაპირები. მწებავი ლაქები გამოიყენება ქარსის ფურცლების ერთმანეთთან, ქაღალდთან და ქსოვილებთან შესაწებებლად, ქარსის საიზოლაციო მასალების მისაღებად.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. როგორ მასალებს ეწოდებათ დიელექტრიკები?
2. ჩამოთვალეთ მყარი,თხევადი და აირისებრი დიელექტრიკები.
3. რას განსაზღვრავს დიელექტრიკული შეღწევადობის კუთხის ტანგენსი?
4. რომელი მასალები გამოიყენება კაბელის ძარღვების ელექტრული იზოლაციისათვის?

**4.3. სპილენძის, ალუმინის და მათი შენადნობების სამონტაჟო გამტარები და კაბელები**

გამტარი მასალები (გამტარები) ეწოდება ნივთიერებებს, რომლებშიც ელექტრული ველის გაჩენის შემთხვევაში აღიძვრება ელექტრული დენი. გამტარი მასალები შეიძლება იყოს მყარი, თხევადი და აირისებრი. ელექტროტექნიკაში მყარ მასალად ყველაზე ხშირად გამოიყენება ლითონები და მათი შენადნობები,



აგრეთვე ნახშირბადი და მათი შენაერთების მოდიფიკაციები. ლითონური გამტარი მასალები იყოფა მცირე და დიდი კუთრი წინაღობის მასალებად. მცირე წინაღობის მასალები ხასიათდებიან მათში დენის გავლის დროს ელექტროენერგიის მცირე დანაკარგებით მათგან მზადდება: კაბელები, სადენები, ზონარები, გრაფნილები. დიდი წინაღობის მასალებში ხდება ელექტრული ენერგიის სითბოდ გარდაქმნა და ამიტომ მათგან ამზადებენ: რეოსტატებს, გამაცხელებელ ხელსაწყოებს, ვარვარა ნათურებსა და სხვა.

**დაიმახსოვრეთ!** თანამედროვე ელექტროტექნიკაში გამტარი მასალებიდან დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სპილენძს, ალუმინს, ფოლადს, ვოლფრამს, მოლიბდენს, პლატინას, ვერცხლს, ვერცხლისწყალსა და შენადნობებს: კონსტანტანს, მანგანინს, ნიქრომს, ფეხრალს და სხვა.

გამტარ მასალებში მნიშვნელოვანი როლი ენიჭებათ ნახშირსა და მისგან დამზადებულ ნაკეთობებს. ნახშირის ნაკეთობები გამოიყენება ელექტრული მანქანების ჯაგრისებად, რკალური ღუმელების ელექტროდებად, საკონტაქტო დეტალებად და სხვა.

გამტარი მასალებიდან მაღალი თბო- და ელექტროგამტარობით გამოირჩევა ვერცხლი, მაგრამ მისი სიძვირისა და იშვიათობის გამო, მას გამოიყენებენ მხოლოდ საპასუხისმგებლო კონტაქტებში, რადგან იგი არა მარტო იდეალური გამტარია, არამედ არ იჟანგება მუშაობის პროცესში და დროის მიხედვით არ უარესდება კონტაქტის თვისებები. უნდა აღინიშნოს, რომ ვერცხლის შემდეგ ელექტროგამტარობით მეორე და მესამე ადგილზეა სპილენძი და ალუმინი.

**სპილენძი** წარმოადგენს სხვადასხვა მინარევისაგან გასუფთავებულ მოწითალო-ნარინჯისფერ ლითონს  $1083^{\circ}\text{C}$  დნობის ტემპერატურით. მას გააჩნია კარგი მექანიკური თვისებები და პლასტიკურობა, რაც საშუალებას იძლევა მივიღოთ მისგან  $0,03-0,01$  მმ დიამეტრის სადენი და აგრეთვე თხელი ლენტები. სპილენძის გამტარი ძალიან მდგრადია ატმოსფერული კოროზიის მიმართ, რასაც განაპირობებს ოქსიდის თხელი ფენა, რომლითაც იგი იფარება ჰაერზე და რაც ხელს უშლის მასში ჟანგბადის შემდგომ შეღწევას.

წარმოება უშვებს სისუფთავის სხვადასხვა ხარისხის ექვსი მარკის სპილენძის გამტარს. სპილენძში მინარევებად გამოიყენება: ბისმუტი, სტიბიუმი, რკინა, ტყვია, თუთია, ნიკელი, გოგირდი და ჟანგბადი. გამტარი ნაკეთობების (საგრაფნილე და სამონტაჟო სადენებისა და კაბელების) დასამზადებლად გამოიყენება სპილენძი, რომელიც შეიცავს  $0,05-0,1\%$  მინარევეს.

მცირე დიამეტრის სპილენძის მავთულს გააჩნია დიდი დამშლელი ძაბვა და დიდი კუთრი ელექტრული წინაღობა. ამიტომ ძალიან მცირე დიამეტრის გამტარებისათვის, რომლებიც გამოიყენებიან მაღალ ( $300^{\circ}\text{C}$ ) ტემპერატურაზე სამუშაოდ, იყენებენ უჟანგბადო სპილენძისაგან დამზადებულ მავთულს, რომელიც გამოირჩევა დიდი სისუფთავით. ყველა მარკის სპილენძისათვის კუთრი წინაღობის ტემპერატურული კოეფიციენტია  $\alpha + 0,0043$   $1^{\circ}\text{C}$ .

**ალუმინი** წარმოადგენს სპილენძის შემდეგ მეორე გამტარ მასალას, რომელიც ასევე გამოირჩევა შედარებით კარგი გამტარობითა და ატმოსფერული კოროზიის

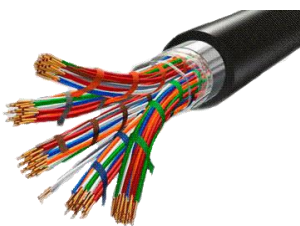
მიმართ მდგრადობით. ჰაერზე ალუმინი ძალიან სწრაფად იფარება ოქსიდის თხელი ფენით, რომელიც საიმედოდ იცავს მას ჟანგბადის შეღწევისაგან. ამავე დროს ამ აფსკს გააჩნია მნიშვნელოვანი სიდიდის ელექტრული წინააღობა. ამიტომ ალუმინის სადენების ცუდად დაცულ შეერთების ადგილებში შეიძლება იყოს დიდი გარდამავალი წინააღობები, რადგან ალუმინის სადენების სხვა ლითონების სადენებთან შეერთების ადგილებში ტენის მოხვედრისას შეიძლება წარმოიქმნას გალვანური წყვილი. ამ დროს ალუმინის სადენი დაიშლება ადრული ადგილობრივი გალვანური დენების მიერ. გალვანური წყვილის თავიდან აცილების მიზნით, საჭიროა შეერთების ადგილები გულდასმით დაცული უნდა იქნას ტენისაგან, მაგალითად, ლაქით დაფარვით. ალუმინის სადენები და დენგამტარი დეტალები ერთმანეთთან შეერთებულნი უნდა იქნენ ცივი ან ცხელი შედუღებით, აგრეთვე მირჩილვით, მაგრამ ამ დროს გამოყენებული უნდა იქნეს სპეციალური სარჩილი და ფლუსი.

**კაბელები** გამოიყენება ელექტროენერჯის გადაცემისა და განაწილებისათვის და აგრეთვე ელექტროდანადგარების სხვადასხვა ელემენტების შესაერთებლად. თავისი დანიშნულების მიხედვით კაბელები იყოფა ძალოვან და საკონტროლო კაბელებად.

***დაიმახსოვრეთ!** ძალოვანი კაბელები გამოიყენება ძალოვანი დანადგარების კვებისათვის, საკონტროლო კაბელები – კონტროლის, სიგნალიზაციის, დისტანციური მართვისა და ავტომატიკის წრედების შექმნისათვის.*

გარდა ამისა, არსებობს სპეციალური დანიშნულების კაბელები, მაგალითად, სამთო სამუშაოების, გემების, მოძრავი შემადგენლობისა და სხვა.

კაბელი შედგება ერთი ან რამდენიმე იზოლირებული დენგამტარი ძარღვისაგან რომელიც მოთავსებულია ჰერმეტიკულ (ლითონის ან არალითონის) გარსაცმებში, რომელთაც გარეთ ჩადებისა და ექსპლუატაციის პირობებიდან გამომდინარე შეიძლება ქონდეთ ჯავშნიანი ან დამცავი საფარი.



ა)



ბ)

**ნახ.4.3. საკონტროლო (ა) და ძალოვანი (ბ) კაბელები**

კაბელის ძირითად ელემენტებს წარმოადგენენ: დენგამტარი ძარღვები, იზოლაცია, გარსები, ჯავშნიანი და გარე საფარი. კაბელის დანიშნულებისა და ექსპლუატაციის პირობებიდან გამომდინარე მათ კონსტრუქციაში ზოგიერთი ელემენტი შეიძლება არ ჰქონდეს. დენგამტარი ძარღვები დამზადებულია სპილენძის-

საგან და ალუმინისაგან.

ნახ.4.3-ზე მოცემულია საკონტროლო და ძალოვანი კაბელების ერთერთი სახე.

კაბელის გარსაცმები შეიძლება იყოს ტყვიის, ალუმინის რეზინის, პლასტმასის. ისინი იცავენ დენგამტარი ძარღვების იზოლაციას სინათლის, ტენის, ქიმიური ნივთიერებების და გარემომცველი გარემოსა და სხვა ფაქტორებისაგან, აგრეთვე მექანიკური დაზიანებისაგან.

კაბელის დამცავი საფარი უზრუნველყოფს მათ საიმედოობასა და ხანგამძლეობას სხვადასხვა პირობებში ჩადების ექსპლუატაციისას. ამ პირობებიდან გამომდინარე კაბელი შეიძლება იყოს უჯავშნო ან ფოლადის ლენტებით დაჯავშნული, აგრეთვე სწორკუთხა ან მრგვალი კვეთის მოთუთი-ებული გამტარებით, რომელიც გარედან დაფარულია ბოჭკოვანი მასალების ან პლასტმასის დამცავი საფარით.

კაბელის გარსებად გამოიყენება შემდეგი აღნიშვნები: გარსაცმი – C (ტყვიის), A (ალუმინის), H (უწვი რეზინის), B (პოლივინილქლორიდის); დამცავი საფარი – B (ჯავშანი ლენტებისაგან), П (ჯავშანი ჩაკეტილი სადენებისაგან); გარე საფარის არარსებობისას – Г (შიშველი), აგრეთვე მასში შეიძლება იყოს ასო – მინიშნებები, რომლებიც უჩვენებენ სხვა ელემენტებს კონსტრუქციაში. მაგალითად, თუ მარკა იწყება O ასოთი, ის გვიჩვენებს, რომ კაბელში არის ცალკე ტყვიით დაფარული ძარღვი. წარმოების მიერ გამოშვებულია სხვადასხვა ტიპის კაბელები. სპილენძის ძარღვიანი (ფრჩხილებში ალუმინის ძარღვიანი) კაბელებია:

BBГ (ABBBГ) – პოლივინილქლორიდის იზოლაციითა და გარსაცმით;

ΠBBГ (AΠBBГ) – პოლიეთილენის იზოლაციითა და პოლივინილქლორიდის გარსაცმით;

BBB (ABBB) – პოლივინილქლორიდის იზოლაციითა და გარსაცმით, გარე საფარით, ფოლადის ლენტებით დაჯავშნული.

ΠBB (ΦΠBB) – პოლიეთილენის იზოლაციითა და პოლივინილქლორიდის გარსაცმით, გარე საფარი, დაჯავშნული ფოლადის ლენტებით.

ძალოვანი მაგისტრალური ქსელებისათვის ფართოდ გამოიყენება AIII<sub>B</sub> (AAIII<sub>B</sub>) მარკის ძალოვანი კაბელები, სპილენძის (ალუმინის) ძარღვით გაუღვნიტილი ქაღალდის იზოლაციით, ალუმინის გარსებში, პოლივინილქლორიდის შლანგებში, რომლებიც გაანგარიშებულია 1–10 კვ ძაბვაზე და ჩაიწყობა: ნაგებობებში, არხებში, გვირაბებში და მიწაში. ამ კაბელებს ალუმინის გარსაცმში, პოლივინილქლორიდის შლანგში, რომლებიც გაანგარიშებულია 1–10 კვ ძაბვაზე და ჩაიწყობა: ნაგებობებში, არხებში, გვირაბებში და მიწაში (ტრანშიში).

**დამახსოვრეთ!** გამტარი წარმოადგენს ერთ არაიზოლირებულ ძარღვს ან ერთ ან რამდენიმე იზოლირებულ ძარღვს, რომელსაც ჩადებისა და ექსპლუატაციის პირობებიდან გამომდინარე შეიძლება ჰქონდეთ არაალითონის გარსაცმი და მეტალის ან არამეტალის დამცავი საფარი.

გამტარები იყოფა იზოლირებულ (ნახ.4.4.ა) და არაიზოლირებულ (ნახ.4.4.ბ), დაცულ და არა დაცულ გამტარებად.

არაიზოლირებული (შიშველი) გამტარები ძირითადად გამოიყენება საჰაერო ხაზების მონტაჟისათვის. ისინი შეიძლება იყოს: ალუმინის, ფოლად-ალუმინის, სპილენძის ბრინჯაოსა და ფოლადის.

იზოლირებულ გამტარებს შეიძლება ჰქონდეთ მხოლოდ ალუმინისა და სპილენძის დენგამტარი ძარღვები. იზოლაციის მისაღებად გამოიყენება რეზინა და პლასტმასი.



ა)



ბ)

ნახ.4.4. იზოლირებული (ა) და შიშველი (ბ) სადენები

მექანიკური, სინათლისა და ტენის ზემოქმედებისაგან დაცვის მიზნით გამტარები დაფარულია რეზინის, პლასტმასის ან მეტალის ლენტით.

გამტარებს რომელთაც გააჩნიათ გარე დამცავი გარსაცმი ეწოდებათ დაცული, ხოლო რომელთაც არ გააჩნიათ – არადაცული. გამტარებს ასევე გააჩნიათ მსუბუქი დამცავი საფარი ქაღალდ – ბამბის ნართისაგან დამზადებული ლენტის სახით, გაუღენთილი სილამპლის საწინააღმდეგო შემაღენლობით.

ზონარი შედგება ორი ან მეტი იზოლირებული მოქნილი ან განსაკუთრებით მოქნილი დაგრეხილი ან პარალელურად ჩაწყობილი ძარღვებისაგან, რომელთაც ექსპლუატაციის პირობებიდან გამომდინარე, შეიძლება ჰქონდეთ ლითონის გარსაცმი და დამცავი სადენები. ზონარი სადენებისაგან განსხვავდება მრავალმავეთულიანი ძარღვების მოქნილობით.

ნახ.4.5-ზე ნაჩვენებია სხვადასხვა სახის ზონარები.



ნახ.4.5. სხვადასხვა სახის ზონარები

გამტარებისა და ზონარის მარკირებაში ასო A უჩვენებს დენგამტარი ძარღვის მასალას, ალუმინი (A ასოს არ არსებობის შემთხვევაში დენგამტარი ძარღვი სპილენძისაა), მეორე ასო II ნიშნავს გამტარს, მესამე იზოლაციის მასალას: P – რეზინი, B – პოლივინილქლორიდი, II – პოლიეთილენი. გამტარებსა და ზონარების მარკებში შეიძლება იყოს სხვა ასოებიც, მაგალითად O – შემონაქსოვი; T – მილში ჩადება; II – ბრტყელი ელემენტი გამყოფი ფუძით; Γ – მოქნილი და სხვა.

**დამახსოვრეთ!** გამტარები და კაბელები განსხვავდებიან როგორც ძარღვების რიცხვითა და კვეთით, ასევე ნომინალური ძაბვით.

ძალოვანი კაბელების ძარღვების რიცხვი შეიძლება იყოს 1-დან 4-მდე, ხოლო საკონტროლო კაბელებისა 4-დან ოცდაჩვიდმეტამდე. ძარღვების კვეთი შეიძლება

იყოს 0.75-დან 600 მმ<sup>2</sup>-მდე. სტანდარტული კვეთები: 0.5; 0.75; 1.0; 1.5; 2.5; 6.0; 10; 0; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 625; 800 მმ<sup>2</sup>. გამტარები მზადდება 380; 660 და 300 ვ ძაბვაზე, ხოლო კაბელები – 110-კვ ძაბვამდე ყველა სტანდარტულ ძაბვაზე.

ელექტროგაყვანილობის მონტაჟისათვის გამტარების გარდა გამოიყენება მცირე კვეთის კაბელები რეზინის ან პლასტმასის იზოლაციითა და დამცავი გარსაცმით АНПГ; АВПГ; АСПГ. ასევე შესაძლებელია სხვა შემადგენლობის მქონე საიზოლაციო საშუალებების გამოყენებაც.

### საკონტროლო კითხვები

1. რა დანიშნულება გააჩნიათ გამტარებსა და კაბელებს?
2. ჩამოთვალეთ თანამედროვე ელექტროტექნიკაში გამოყენებული გამტარი მასალები.
3. რა განსხვავებაა გამტარსა და კაბელს შორის?
4. რას უჩვენებს გამტარებისა და ზონარების მარკირებაში ასო А?

## 4.4. ელექტროტექნიკური ფოლადები, ფერიტები და სხვა მაგნიტოდიელექტრიკები

მასალებს, რომლებიც ურთიერთქმედებაში შედიან მაგნიტურ ველთან, ან სხვა ფიზიკურ მოვლენებთან (რაც გამოიხატება ფიზიკური ზომების, ტემპერატურის, გამტარობის ცვლილებით, ელექტრული პოტენციალის აღძვრითა და სხვა) **მაგნიტური მასალები** ეწოდებათ.

**დაიმახსოვრეთ!** მაგნიტურ მასალებს მიეკუთვნებიან ნივთიერებები, რომელთაც გააჩნიათ განსაზღვრული მაგნიტური თვისებები და გამოიყენებიან თანამედროვე ტექნოლოგიაში. მაგნიტური მასალები შეიძლება იყოს სხვადასხვა შენადნობები, ქიმიური ნაერთები, სითხეები და სხვა.

სიდიდეებს, რომელთა დახმარებითაც ფასდება მასალათა თვისებები, მაგნიტური მახასიათებლები ეწოდება. მათ მიეკუთვნება აბსოლუტური და ფარდობითი მაგნიტური შეღწევადობები, მაგნიტური შეღწევადობის ტემპერატურული კოეფიციენტი, მაგნიტური ველის მაქსიმალური ენერჯია და სხვა. ყველა მაგნიტური მასალა იყოფა ორ ჯგუფად: მაგნიტურად რბილი და მაგნიტურად მაგარი.

**მაგნიტურად რბილი** მასალების თვისებაა ჰისტერეზისზე მცირე დანაკარგები (ჰისტერეზისი არის სხეულში გარეშე დამამაგნიტებელი ველის ნარჩენი მაგნეტიზმი). მათ გააჩნიათ შედარებით დიდი მაგნიტური შეღწევადობა, მცირე კოერციტიული ძალა (მაგნიტური ველის დაძაბულობა, რომელიც ციკლური გადა-მაგნიტების პირობებში იწვევს ფერომაგნეტიკის ნულის ტოლ მაგნიტურ ინდუქციას) და გაუდენთვის დიდი ინდუქცია. ამ სახის მასალები გამოიყენება ტრანსფორმატორების, ელექტრული მანქანების და აპარატების, მაგნიტური ეკრანებისა

და სხვა მოწყობილობების დასამზადებლად, სადაც აუცილებელია ენერჯის მცირე დანაკარგებით დამაგნიტება.

**მაგნიტურად მაგარი** მასალები მახასიათებელია ჰისტერეზისზე დიდი დანაკარგები, გააჩნიათ დიდი კოერციტიული ძალა და ასევე დიდი ნარჩენი ინდუქცია. ეს მასალები დიდხანს ინარჩუნებენ მიღებულ მაგნიტურ ენერჯიას, ანუ ხდებიან მუდმივი მაგნიტური ველის წყაროები. ამიტომაც მათ იყენებენ მუდმივი მაგნიტების დასამზადებლად.

საფუძვლის მიხედვით მაგნიტური მასალები იყოფიან: ლითონურ, არალითონურ და მაგნიტოდიელექტრიკებად.

**ლითონურ მაგნიტურად რბილ** მასალებს მიეკუთვნებიან: სუფთა რკინა, ფურცლოვანი ელექტროტექნიკური ფოლადი, პერმალთი (რკინა-ნიკელის შენადნობები) და სხვა. **ლითონურ მაგნიტურად მაგარ** მასალებს მიეკუთვნებიან: ლეგირებული ფოლადები, რკინის, ალუმინისა და ნიკელის საფუძველზე ლეგირებულ კომპონენტებთან (კობალტი, სილიციუმი) ერთად მიღებული სპეციალური შენადნობები. **არალითონურ მაგნიტურ მასალებს** კი – ფერიტები.

**მაგნიტოდიელექტრიკები** წარმოადგენენ მაღალ ტემპერატურაზე დაწნეხილ კომპოზიციურ მასალას, რომელიც შესდგება 70-80% ფერომაგნიტური ფხენილისა და 30-20% ორგანული მაღალპოლიმერული დიელექტრიკისაგან. მაგნიტოდიელექტრიკებს გააჩნიათ დიდი კუთრი ელექტრული წინაღობა და მცირე დანაკარგები გრიგალურ დენებზე. ისინი გამოიყენებიან მაღალ სიხშირეებზე მაგნიტოგამტარების, ინდუქციური კოჭების გულარებისა და სხვათა დასამზადებლად.

**ელექტროტექნიკური ფოლადი** არის თხელფურცლოვანი მოვერცხლისფრო ლითონი, რომელიც გამოიყენება ელექტროტექნიკური მოწყობილობების: ტრანსფორმატორების, გენერატორების, ელექტროძრავების, ელექტრომაგნიტებისა და სხვათა მაგნიტოგამტარების დასამზადებლად.

მოთხოვნილი თვისებებიდან გამომდინარე ელექტროტექნიკური ფოლადი შეიცავს სხვადასხვა რაოდენობის სილიციუმს. წარმოების ტექნოლოგიიდან გამომდინარე ელექტროტექნიკური ფოლადი იყოფა ცივადნაგლინ და ცხლად ნაგლინ ფოლადებად. ხანდახან მალეგირებულ დამატებად იგი შეიძლება შეიცავდეს 0,5%-მდე ალუმინს. ელექტროტექნიკური ფოლადი გამოშვებულია ფურცლებისა და 0,05–1 მმ სისქის ვიწრო ლენტების სახით (ნახ.4.5). ელექტროტექნიკური ფოლადის ხარისხი ხასიათდება ელექტრომაგნიტური თვისებებით: კუთრი დანაკარგებით, კოერციტიული ძალითა და ინდუქციით; თვისებების იზოტროპიულობით (ლითონის თვისებების განსხვავება გლინვის მიმართულების გასწვრივ და განივ), ფურცლებისა და ზოლების გეომეტრული ზომებითა და ხარისხით; მექანიკური თვისებებით; აგრეთვე ელექტროსაიზოლაციო საფარის პარამეტრებით.

**დაიმახსოვრეთ!** ფოლადში კუთრი დანაკარგების შემცირება უზრუნველყოფს ენერჯის დანაკარგების შემცირებას, ხოლო ინდუქციის მაქსიმალური ამძლეობა იძლევა გაბარიტების შემცირების საშუალებას.

ელექტროტექნიკური ფოლადი ჩვეულებრივ მიეწოდება მომწვარ მდგომარეობაში.



ა)



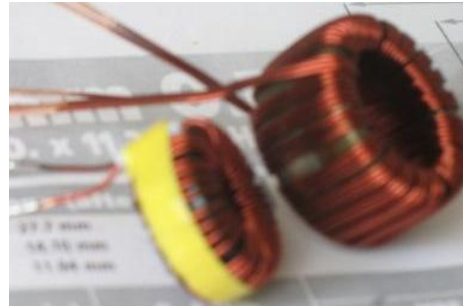
ბ)

ნახ.4.5. ელექტროტექნიკური ფოლადის: ა – ლენტები; ბ – რულონები

პერმალის წარმოადგენს 36-დან 80%-მდე ნიკელის შემცველობის რკინა ნიკელის შენადნობს. ამა თუ იმ მახასიათებლის გაუმჯობესების მიზნით მის შემადგენლობაში უმატებენ ქრომს, მოლიბდენს, სპილენძსა და სხვა. ყველა პერმალის დამახასიათებელი თვისებაა სუსტ მაგნიტურ ველებში მათი ადვილად დამაგნტების უნარი და კუთრი ელექტრული წინააღობის დიდი მნიშვნელობა. ნახ.4.6-ზე მოცემულია პერმალის ლენტა და მასზე დახვეული კოჭები.



ა)



ბ)

ნახ.4.6. პერმალის ლენტა (ა) და მასზე დახვეული კოჭები (ბ)

იგი მზადდება 0,02 მმ და უფრო ნაკლები სისქის ლენტების სახით. დიდი კუთრი წინააღობისა და სტაბილური მაგნიტური მახასიათებლების გამო ისინი გამოიყენებიან 200–500 კჰც სიხშირემდე, პერმალის ძალიან მგრძობიარეა დეფორმაციების მიმართ, რაც აუარესებს მის საწყის მაგნიტურ მახასიათებლებს და მის აღსადგენად საჭირო ხდება სპეციალური დამუშავება.

**ფერიტები** წარმოადგენენ არალითონურ მაგნიტურ მასალებს, რომლებიც დამზადებულია სპეციალურად შერჩეული ლითონების ჟანგეულების რკინის ჟანგთან შერევის გზით. ფერიტის სახელწოდება განისაზღვრება იმ ორვალენტური ლითონის სახელწოდებისაგან, რომლის ჟანგეულიც არის ფერიტის შემადგენლობაში. თუ ფერიტის შემადგენლობაში შედის თუთიის ჟანგი, მაშინ ფერიტს ეწოდება თუთიისა; თუ დამატებულია მარგანეცი, მაშინ – მარგანეცისა.

ტექნიკაში გამოიყენებიან ის რთული (შერეული) ფერიტები, რომელთაც მარტივ ფერიტებთან შედარებით გააჩნიათ მაგნიტური მახასიათებლების უფრო გამსხვავებული მნიშვნელობები და უფრო დიდი კუთრი წინააღობა. რთული ფერიტების მაგალითებია: ნიკელ-თუთიის, მარგანეც-თუთიისა და სხვა ფერიტები. ფერიტების სხვადასხვა სახეები მოცემულია ნახ.4.7-ზე.



**ნახ.4.7. ფერიტების სხვადასხვა სახეები**

ფერიტების დამუშავება შეიძლება მხოლოდ აბრაზიული ინსტრუმენტებით. ფერიტები წარმოადგენენ მაგნიტურ ნახევარგამტარებს. მათ იყენებენ მაღალი სიხშირის მაგნიტურ წრედებში, რადგანაც მათში დანაკარგები გრიგალურ დენებზე უმნიშვნელოა.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. როგორ მასალებს ეწოდებათ მაგნიტური?
2. რას წარმოადგენენ ფერიტები?
3. რა გამოყენება გააჩნია ელექტროტექნიკურ ფოლადს?
4. და თვისებებით ხასიათდებიან მაგნიტურად რბილი მასალები?

**შეფასების ინდიკატორები:**

**ელექტროსაიზოლაციო პლასტიკური და პოლიმერული დიელექტრიკები:**

- გამტარებისა და მათი შეერთებების დაიზოლირება ელექტროსაიზოლაციო ლენტებით;
- პოლიმერული გრანულებისაგან ელექტროსაიზოლაციო სხმული დეტალების დამზადება;
- სატრანსფორმატორო ზეთის შემოწმება.

**სპილენძის, ალუმინის და მათი შენადნობების სამონტაჟო სადენები და კაბელები:**

- სადენებისა და კაბელების განიკვეთის ანგარიში დატვირთვის დენის მიხედვით;
- სპილენძისა და ალუმინის სადენებისა და კაბელების სამონტაჟოდ მომზადება
- სპილენძისა და ალუმინის სადენებისა და კაბელების შერჩევა სტანდარტებისა და ნორმატიული დოკუმენტაციის მიხედვით.

**ელექტროტექნიკური ფოლადები, ფერიტები და სხვა მაგნიტოდიელექტრიკები:**

- სამშენებლო საქმეში გამოყენებული ელექტრული მანქანებისა და აპარატებისათვის ელექტროტექნიკური ფოლადების შერჩევა;
- ფერიტებისა და მაგნიტოდიელექტრიკების გამოყენება;



## თავი V. ელექტრული მანქანები სამშენებლო საქმეში

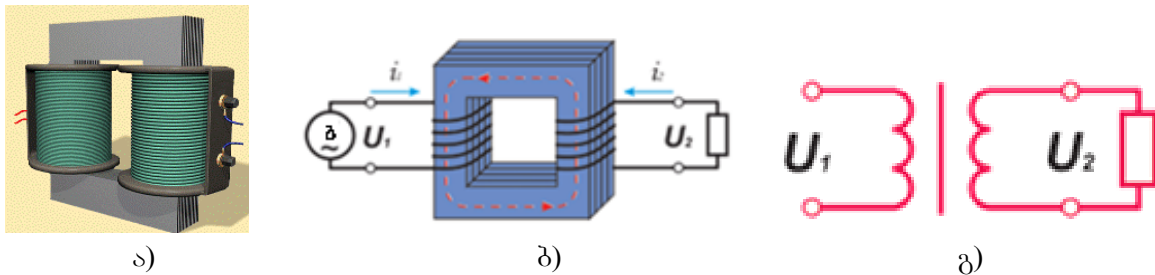
ამ თავში თქვენ გაეცნობით სამშენებლო საქმეში გამოყენებულ ელექტრომანქანებს; ერთფაზა და სამფაზა ტრანსფორმატორების მოწყობილობას, მოქმედების პრინციპს, კლასიფიკაციასა და მუშაობის რეჟიმებს; სამფაზა ასინქრონული ძრავების, მუდმივი დენის გენერატორებისა და ძრავების კონსტრუქციას, მოქმედების პრინციპსა და სახეობებს; ელექტროსამონტაჟო მექანიზმებს, ინსტრუმენტებსა და სამარჯვებს.

### 5.1 ტრანსფორმატორების მოწყობილობა, მოქმედების პრინციპი, კლასიფიკაცია და მუშაობის რეჟიმები

ტექნიკის ყველა დარგში, სადაც კი გამოიყენება ელექტროენერგია ხშირად საჭირო ხდება ავამადლოთ და დაედაბლოთ ამა თუ იმ ენერჯის წყაროს ძაბვა.

მუდმივი დენის წრედებში ძაბვა მაღლდება და დაბლდება პოტენციომეტრის საშუალებით. ცვლადი და იმპულსური დენის წრედებში გამოიყენება სპეციალური მოწყობილობები – ტრანსფორმატორები.

**დაიმახსოვრეთ!** ტრანსფორმატორების მოქმედების პრინციპი დაფუძნებულია ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენაზე და შემდეგში მდგომარეობს: ფოლადის გულარაზე (ნახ.5.1) დახვეულია ორი გრაგნილი. ერთ გრაგნილს, რომელიც შეერთებულია ცვლადი დენის წყაროსთან პირველადი გრაგნილი ეწოდება, მეორეს, რომელზეც შეერთებულია მომხმარებელი, ანუ დატვირთვა, ეწოდება მეორეული.



ნახ.5.1. ერთფაზა ტრანსფორმატორი (ა), მისი ელექტრომაგნიტური (ბ) და პრინციპული (გ) სქემა

ელექტრული დენი გაივლის რა პირველად გრაგნილში ქმნის მაგნიტურ ნაკადს, რომლის ძირითადი ნაწილი იკვრება ფოლადის გულარის გავლით და გადაკვეთს მეორეული გრაგნილის ხვებებს, ასევე დააინდუქცირებს მეორეულ გრაგნილში ინდუქციის ემძ-ს.

რადგანაც ცვლადი მაგნიტური ნაკადი ერთდროულად გადაკვეთს ორივე გრაგნილს, მათში დააინდუქცირებს ცვლად ე.მ.ძ-ებს: პირველად გრაგნილში – თვითინდუქციის ემძ-ს –  $E_1$ , ხოლო მეორეულ გრაგნილში ურთიერთინდუქციის ემძ-ს –  $E_2$ .

როგორც თითოეული ხვიის, ასევე გრაგნილის ე.მ.ძ, როგორც ცნობილია, და-მოკიდებულია მაგნიტური ნაკადის სიდიდესა და მაგნიტური ნაკადის ცვლილების სიჩქარეზე.

მაგნიტური ნაკადის ცვლილების სიჩქარე დამოკიდებულია მხოლოდ ცვლადი დენის სიხშირეზე, რომელიც მოცემული დენისათვის მუდმივი სიდიდეა. მოცემული ტრანსფორმატორებისათვის მუდმივია აგრეთვე მაგნიტური ნაკადის სიდიდეც.

ამიტომ განსახილველ ტრანსფორმატორში თითოეული გრაგნილის ემპ დამოკიდებულია მხოლოდ გრაგნილის ხვეების ოდენობაზე.

განვმარტოთ ფოლადის გულარის როლი ტრანსფორმატორში. ზემოთ ვახვე-ნეთ, რომ ტრანსფორმატორის ხვეებში დაინდუქცირებული ემპ დამოკიდებულია მაგნიტური ნაკადის სიდიდეზე, ანუ მაგნიტურ ინდუქციაზე. თავის მხრივ, ამა თუ იმ გარემოს მაგნიტური ინდუქცია დამოკიდებულია მაგნიტურ შეღწევადობაზე. ამიტომ მნიშვნელოვანი სიდიდის ემპ-ისა და სიმძლავრის მისაღებად ტრანსფორმატორის გულარის მასალად გამოიყენებენ მაღალი მაგნიტური შეღწევადობის მქონე მასალებს. ეს თვისებები გააჩნიათ სატრანსფორმატორო ფოლადს.

ზემოთქმულდან გამომდინარე შეიძლება ვთქვათ, რომ ნებისმიერი ტრანსფორმატორისათვის ძირითადი თანაფარდობა:  $E_1/E_2 = W_1/W_2 = K$ . ამ ფარდობას ტრანსფორმატორის ტრანსფორმაციის კოეფიციენტი ეწოდება.

ანუ ორივე გრაგნილის ემპ-ების თანაფარდობა ტოლია მათი ხვიათა რიცხვის თანაფარდობისა.

თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ტრანსფორმატორის ხვეებში ძაბვის ვარდნებს, მაშინ მართებულია შემდეგი ტოლობაც:  $U_1/U_2 = W_1/W_2 = K$ , ანუ ტრანსფორმატორის პირველადი ძაბვის ფარდობა მეორეულ ძაბვასთან ტოლია პირველადი და მეორეული გრაგნილის ხვიათა რიცხვის ფარდობისა.

**დაიმახსოვრეთ!** ტრანსფორმაციის კოეფიციენტი შეიძლება განსაზღვრული იქნეს, როგორც  $U_1/U_2$  ძაბვების ფარდობა მეორეულ გრაგნილზე დატვირთვის არ არსებობის დროს, ანუ ტრანსფორმატორის უქმი სვლისას. თუ ტრანსფორმატორის მეორეულ გრაგნილზე ჩართულია დატვირთვა, მაშინ ძაბვის ვარდნის უგულვებელყოფა არ შეიძლება და ტრანსფორმატორის ტრანსფორმაციის კოეფიციენტი განისაზღვრება ფორმულით:  $E_1/E_2 = W_1/W_2 = K$ .

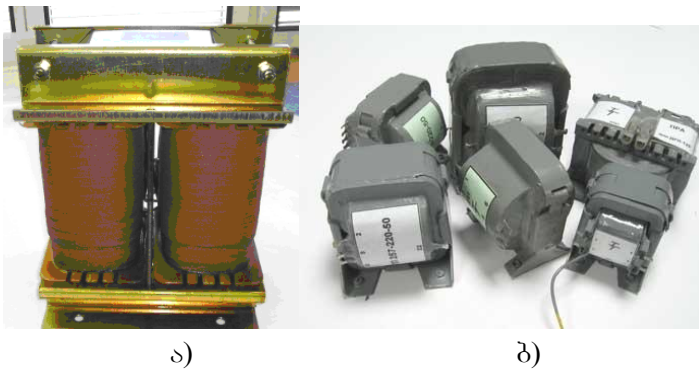
თუ ტრანსფორმატორის პირველად გრაგნილზე მიწოდებულია ქსელის ძაბვა, მაშინ მეორეულ გრაგნილზე მოხსნილი იქნება ქსელის ძაბვაზე იმდენჯერ მეტი, ან ნაკლები ძაბვა, რამდენჯერაც მეტი ან ნაკლებია მეორე გრაგნილის ხვიათა რიცხვი. თუ მეორეულ გრაგნილზე მოხსნილია პირველად გრაგნილზე ქსელთან მიწოდებულ ძაბვაზე მეტი ძაბვა, მაშინ ასეთ ტრანსფორმატორს ეწოდება ამამაღლებელი. პირიქით, თუ მეორეულ გრაგნილზე მოხსნილი ძაბვა ნაკლებია პირველად გრაგნილზე ქსელთან მიწოდებულ ძაბვაზე, მაშინ ტრანსფორმატორს ეწოდება დამადაბლებელი. თითოეული ტრანსფორმატორი შეიძლება გამოყენებული იქნეს, როგორც ამამაღლებლად, ასევე დამადაბლებლად.

**დაიმახსოვრეთ!** ტრანსფორმატორის ტრანსფორმაციის კოეფიციენტი ჩვეულებრივ ნაჩვენებია მის საპასპორტო მონაცემებში, როგორც მაღალი ძაბვის დაბალ ძაბვაზე ფარდობა, ანუ ის ყოველთვის მეტია ერთზე.

მეორეულ გრაგნილში დენის გაზრდით პროპორციულად გაიზრდება დენი პირველად გრაგნილში, ამ დროს ძაბვის ვარდნის შედეგად ასევე მცირდება პირველადი და მეორეული ძაბვები გრაგნილებზე.

ტრანსფორმატორის პირველად და მეორეულ გრაგნილებში განვითარებული სიმძლავრე არ შეიძლება იყოს პირველად გრაგნილში დახარჯულ სიმძლავრეზე მეტი, არამედ იქნება რამდენადმე მცირე (ტრანსფორმატორში დანაკარგების სიდიდით). ტრანსფორმატორში დანაკარგების სიმცირის გამო, ის შეიძლება უგულვებელყოთ და შეგვიძლია დავწეროთ ტოლობა:  $u_1 i_1 = u_2 i_2$ . აქედან  $u_1 / u_2 = i_2 / i_1 = K$ , ანუ დენები ტრანსფორმატორში ძაბვებისა და, შესაბამისად, ხვიათა რიცხვის უკუპროპორციულია. ეს ნიშნავს, რომ დენი იმ გრაგნილშია მეტი, რომლის ძაბვაც ნაკლებია და პირიქით. ამიტომ მაღალი ძაბვის გრაგნილს ჩვეულებრივ ამზადებენ უფრო წვრილი მავთულისაგან, ვიდრე დაბალი ძაბვისას. დანიშნულებიდან გამომდინარე ტრანსფორმატორები იყოფიან ერთფაზიანებად და სამფაზიანებად.

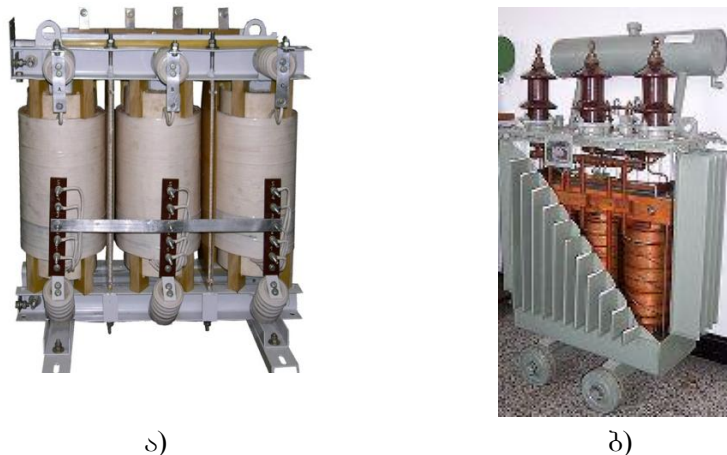
ერთფაზა ტრანსფორმატორები ორი ტიპისაა: ღეროვანი (ნახ.5.2.ა) და ჯავშნიანი (ნახ.5.2.ბ).



ნახ. 5.2. ერთფაზა ღეროვანი (ა) და ჯავშნიანი (ბ) ტრანსფორმატორები

ჯავშნიანი ტრანსფორმატორების კოჭები გარშემორტყმულია გულარებით (როგორც ჯავშანი) ღეროვან ტრანსფორმატორებში დაბალი ძაბვის გრაგნილი მოთავსებულია გულარასთან ახლოს, ხოლო მაღალი ძაბვის გრაგნილი, მისი უკეთესი იზოლაციის მიზნით, მოთავსებულია დაბალი ძაბვის გრაგნილის გარეთ. ასეთ გრაგნილებს ცილინდრულს უწოდებენ.

ელექტროენერჯის გადაცემის დროს გამოიყენება ძალოვანი სამფაზა ტრანსფორმატორები. სამფაზა ტრანსფორმატორს აქვს გულარა, რომელიც შედგება სამი ღეროსაგან, რომლის ზედა და ქვედა ბოლოები ჩაკეტილია ფოლადის უდლით. ამ ღეროებზე ერთი მეორეზე მოთავსებულია მაღალი და დაბალი ძაბვის გრაგნილები.



ნახ.5.3. სამფაზა ძალოვანი ტრანსფორმატორის გრაგნილების განლაგება (ა) და საერთო სახის ჭრილი (ბ)

### საკონტროლო კითხვები:

1. რა მოვლენაზეა დამყარებული დამყარებული ტრანსფორმატორის მოქმედების პრინციპი?
2. რომელ გრანინლს ეწოდება პირველადი და რომელს – მეორეული?
3. რას ეწოდება ტრანსფორმატორის ტრანსფორმაციის კოეფიციენტი?

## 5.2. სამფაზა ასინქრონული ძრავების კონსტრუქცია, მოქმედების პრინციპი და სახეობები

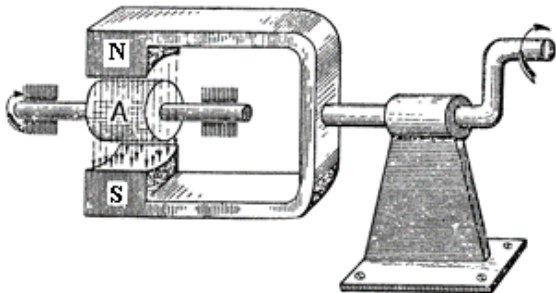
ელექტრულ მანქანებს, რომლებიც ცვლადი დენის ელექტრულ ენერგიას გარდაქმნიან მექანიკურ ენერგიად, ეწოდება ცვლადი დენის ძრავები.

უკანასკნელ წლებში წარმოების სხვადასხვა დარგსა და სოფლის მეურნეობაში ძალიან ფართო გამოყენება ჰპოვეს ე.წ. ასინქრონულმა ძრავებმა. მათ გამოიყენებენ ლითონსაჭრელი ჩარხების, ამწე-სატრანსპორტო მანქანების, ტრანსპორტიორების, ტუმბოების, ვენტილატორებისა და სხვათა ელექტროამძრავებად. მცირე სიმძლავრის ძრავებს გამოიყენებენ საყოფაცხოვრებო ტექნიკასა და ატომატიკის მოწყობილობებში.

დღეისათვის მცირე სიმძლავრეებზე გამოიყენებენ ერთფაზა, ხოლო დიდ სიმძლავრეებზე - სამფაზა ასინქრონული ძრავებს.

**დაიმახსოვრეთ!** ასინქრონული ძრავების მოქმედების პრინციპი დაფუძნებულია მბრუნავი მაგნიტური ველის გამოყენებაზე.

ცვლადი დენის ძრავას მოქმედების პრინციპის ასახსნელად ჩავატაროთ ასეთი ცდა (ნახ.5.3).



ნახ.5.3. მბრუნავი მაგნიტური ველის მისაღები მაკეტი

დავამაგროთ ნაღისებრი მაგნიტი ღეროზე ისეთნაირად, რათა შეიძლებოდეს სახელურით მისი ბრუნვა. მაგნიტის პოლუსებს შორის ღერძზე მოთავსებულია სპილენძის A ცილინდრი, რომელსაც შეუძლია თავისუფლად ბრუნვა. დავიწყოთ სახელურის ბრუნვა საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით, მაგნიტური ნაკადიც დაიწყებს ბრუნვას და ბრუნვისას გადაჰკვეთს სპილენძის A ცილინდრს. ცილინდრში აღიძვრება გრიგალური დენები, რომლებიც შექმნიან თავის საკუთარ მაგნიტურ ველს. ეს ველი ურთიერთქმედებს მუდმივი მაგნიტის მაგნიტურ ველთან, რის შედეგადაც მაგნიტი დაიწყებს ბრუნვას იმავე სიჩქარით და იმავე მიმართულებით, რომელი სიჩქარითაც და მიმართულებითაც მოძრაობს მაგნიტი. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, ცილინდრი წაიტაცება მუდმივი მაგნიტის მბრუნავი ველით.

დადგენილია, რომ ცილინდრის ბრუნვის სიჩქარე რამდენადმე ნაკლებია მაგნიტის ველის ბრუნვის სიჩქარეზე. სინამდვილეში, თუ ცილინდრი იბრუნებს

იგივე სიჩქარით, რა სიჩქარითაც ბრუნავს მუდმივი მაგნიტის მაგნიტური ველი, მაშინ ცილინდრის მაგნიტური ველით გადაკვეთა არ მოხდება და არ აღიძვრება გრიგალური დენები, რომლებიც განაპირობებენ ცილინდრის ბრუნვას.

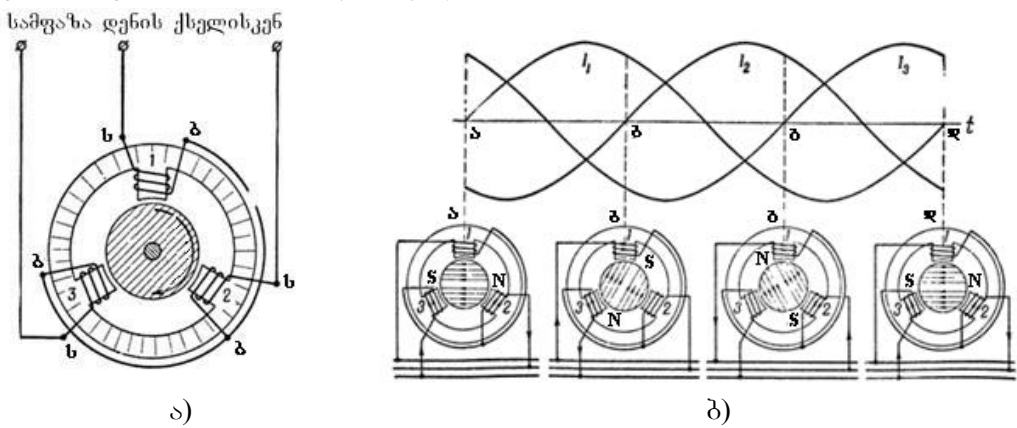
ასე რომ, მაგნიტური ველის ბრუნვის სიჩქარე არ ემთხვევა ცილინდრის ბრუნვის სიჩქარეს, ანუ როგორც ამბობენ, ცილინდრი მაგნიტურ ველთან ბრუნავს ასინქრონულად (არასინქრონულად). ამიტომ ასეთი ტიპის ძრავებმა მიიღეს სახელწოდება – ასინქრონული.

**დამახსოვრეთ!** მაგნიტური ველისა და ელექტროძრავას ბრუნვის სიჩქარეთა სხვაობის, ფარდობას მაგნიტური ველის ბრუნვის სიჩქარესთან, ელექტროტექნიკური მანქანების თეორიაში ეწოდება სრიალი.

სრიალი აღინიშნება  $S$  ასოთი და გამოისახება %-ში.  $S = (n - n_1) / n$ , სადაც  $n$  მაგნიტური ველის ბრუნვის სიჩქარეა, ბრ/წთ;  $n_1$  – ძრავას როტორის ბრუნვის სიჩქარე, ბრ/წთ.

ზემოთ მოყვანილ ცდაში ბრუნავი მაგნიტური ველი და მისით გამოწვეული ცილინდრის ბრუნვა მიღებულია მუდმივი მაგნიტის ბრუნვით. ამიტომ ასეთი მოწყობილობა არ წარმოადგენს ელექტროძრავას. უნდა ვაიძულოთ ელექტრული დენი შექმნას მბრუნავი მაგნიტური ველი და გამოვიყენოთ იგი როტორის დასაბრუნებლად.

ნახ.5.4,ა-ზე მოცემულია ასინქრონული ძრავას სქემა. წრიული ფორმის ფოლადის გულარის (სტატორის) პოლუსებზე მოთავსებულია სამი გრაგნილი, რომელიც ერთმანეთის მიმართ დაძრულნი არიან  $120^\circ$ -ით.



ნახ.5.4. ასინქრონული ძრავას სქემა (ა) და მბრუნავი მაგნიტური ველის მიღება (ბ)

გულარას შიგნით ღერძზე დამაგრებულია ლითონის ცილინდრი – ელექტროძრავას როტორი. თუ გრაგნილებს ერთმანეთთან შევაერთებთ ისე, როგორც ნახვენებია ნახ.5.4,ა-ზე და ჩავრთავთ სამფაზა დენის წრედში, მაშინ სამი პოლუსის მიერ შექმნილი საერთო მაგნიტური ველი აღმოჩნდება მბრუნავი. ნახ.5.4,ბ-ზე ნახვენებია ძრავას გრაგნილებში დენების ცვლილების გრაფიკები და მბრუნავი მაგნიტური ველის აღძვრის პროცესი, რასაც გვიჩვენებენ ისრები როტორის შიგნით.

დენის ცვლილების ერთი სრული პერიოდის განმავლობაში მაგნიტური ნაკადი აკეთებს სრულ ბრუნვას. მბრუნავი მაგნიტური ველი წაიტაცებს ცილინდრს და

ამგვარად მივიღებთ ასინქრონულ ძრავას. შევნიშნავთ რომ ნახ.5.4,ა-ზე საცდელი გრაფიკები შეერთებულია ვარსკვლავად. მაგრამ მბრუნავი მაგნიტური ველი იქმნება სამკუთხა შეერთების დროსაც. თუ ადგილებს შევუცვლით მეორე და მესამე ფაზების გრაფიკებს, მაშინ ველი საწინააღმდეგოდ შეიცვლის მიმართულებას. ბრუნვის მიმართულების შეცვლა შეიძლება ნებისმიერი ორი ფაზის გადართვით.

ჩვენ განვიხილეთ ასინქრონული ძრავის მოწყობილობა, რომელსაც სტატორზე გააჩნია სამი გრაგნილი. ამ შემთხვევაში მბრუნავი მაგნიტური ველი ორპოლუსაა და ერთ წამში შესრულებული ბრუნვათა რიცხვი ტოლია ერთ წამში დენის ცვლილების პერიოდების რიცხვისა. თუ სტატორის წრეხაზე განვაღებთ 6 გრაგნილს, მაშინ შეიქმნება ოთხპოლუსა მბრუნავი მაგნიტური ველი, ცხრა გრაგნილის განთავსების შემთხვევაში ველი იქნება ექვსპოლუსა.

$f = 50$  კვ სამფაზა დენის სიხშირის წრედში შესრულებული  $n$  ბრუნვათა რიცხვი იქნება:

ორპოლუსა სტატორში  $n = 50 \cdot 60 / 1 = 3000$  ბრ/წთ; ოთხპოლუსა სტატორში  $n = 50 \cdot 60 / 2 = 1500$  ბრ/წთ; როცა წყვილპოლუსთა რიცხვია  $p$ , მაშინ  $n = f \cdot 60 / p$  ბრ/წთ.

ამგვარად დადგენილია, რომ მაგნიტური ველის ბრუნვის სიჩქარე დამოკიდებულია ძრავას სტატორზე განლაგებული გრაგნილების რიცხვზე. როგორც ცნობილია, ძრავას როტორის ბრუნვის სიჩქარე იქნება რამდენადმე ნაკლები მაგნიტური ველის ბრუნვის სიჩქარეზე. ამასთანავე ეს განსხვავება ძალიან მცირეა. მაგალითად ძრავის უქმი სვლის დროს იგი შეადგენს მხოლოდ 3%-ს, ხოლო დატვირთული მდგომარეობაში 5–7%. მაშასადამე, ასინქრონული ძრავას როტორის ბრუნვის სიჩქარე დატვირთვის ცვლილებისას იცვლება ძალიან მცირე საზღვრებში, რაც წარმოადგენს მის უპირატეს თვისებას.

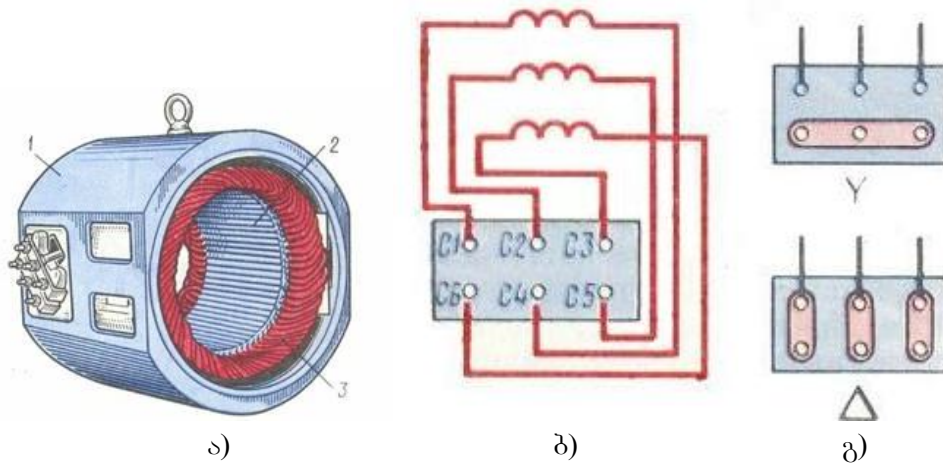
### ასინქრონული ძრავების კონსტრუქცია და სახეობები.

**დაიმახსოვრეთ!** ასინქრონული მანქანის უძრავ ნაწილს ეწოდება სტატორი, ხოლო მოძრავ ნაწილს – როტორი.

სტატორის ძირითადი დანიშნულება ძრავაში მბრუნავი მაგნიტური ველის შექმნაა. გრიგალურ დენებზე დანაკარგების შემცირების მიზნით სტატორის გულარა აკრეფილია ელექტრომაგნიტური ფოლადის თხელი დაშტამპული ფურცლებისაგან და ჩაწნეხილია სადგარში. ნახ.5.5,ა-ზე ნაჩვენებია აწყობილი სტატორის გულარა. სადგარი 1 მზადდება არამაგნიტური მასალისაგან თუჯის ან ალუმინისაგან. ელექტროტექნიკური ფოლადის ფურცლების 2 ზედაპირზე გაკეთებულია კილოები, რომლებშიც ჩალაგებულია სამფაზა გრაგნილი 3. სტატორის გრაგნილი ძირითადად მზადდება მრგვალი ან სწორკუთხა კვეთის სპილენძის (იშვიათად ალუმინის) იზოლირებული გამტარებისაგან.

სტატორის გრაგნილი შედგება სამი ცალკეული ნაწილისაგან, რომელთაც ფაზები ეწოდებათ. ფაზების საწყისები აღინიშნება  $C_1, C_2, C_3$  ასოებით, ხოლო ბოლოები –  $C_4, C_5, C_6$ -ით.

ფაზების საწყისები და ბოლოები გამოყვანილია სადგარზე დამაგრებულ საკლემზე (ნახ.3.5.ბ). სტატორის გრაგნილები შეიძლება შეერთებული იქნეს ვარსკვლავად ან სამკუთხედად (ნახ.5.5.გ). გრაგნილების შეერთების სქემის შერჩევა დამოკიდებულია ქსელის ხაზურ ძაბვასა და ძრავას საპასპორტო მონაცემებზე. სამფაზა ძრავას პასპორტში მოცემულია ქსელის ხაზური ძაბვა და სტატორის გრაგნილის შეერთების სქემა. მაგალითად, 660/380. მოცემული ძრავა უნდა ჩაერთოთ  $U_n = 660$  ვ ძაბვის ქსელში ვარსკვლავად, ხოლო  $U_n = 380$  ვ ძაბვის ქსელში – სამკუთხედად.

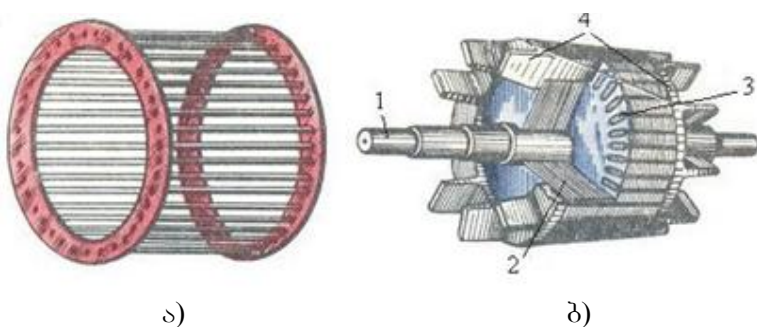


ნახ.5.5. ასინქრონული ძრავას სტატორი აწყობილ მდგომარეობაში (ა), ფაზების საწყისი და ბოლოები (ბ) და ვარსკვლავად და სამკუთხედად ჩართვის სქემები (გ)

ასინქრონული ძრავების სტატორი (ნახ.5.5.ა) მზადდება არაცხადი პოლუსებით. სტატორის შიგა ზედაპირი გლუვია.

სტატორის მსგავსად, როტორიც აკრეფილია დაშტამპული ფოლადის ფურცლებისაგან, რომელსაც გარე მხრიდან გააჩნია კილოები. კილოებში ჩაწყობილია როტორის გრაგნილი. როტორის გრაგნილები ორი სახისაა: მოკლედშერთული და ფაზური. ამიტომ, როტორის კონსტრუქციიდან გამომდინარე, ელექტრონული ძრავები იყოფა მოკლედშერთულ და ფაზურ როტორიან (საკონტაქტო რგოლებით) ძრავებად.

მოკლედშერთული როტორის გრაგნილი შედგება ღეროებისაგან 3, რომლებიც, ჩაწყობილია როტორის გულარას კილოებში. ეს ღეროები ტორსებიდან ერთმანეთთან შეერთებულია სტატორსე რგოლების დახმარებით (ნახ.5.6.ა). ასეთ გრაგნილს „ციყვის ბორბალი“ ეწოდება.



ნახ.5.6. „ციყვის ბორბალი“ (ა) და მოკლედშერთული როტორი ჭრილში (ბ)

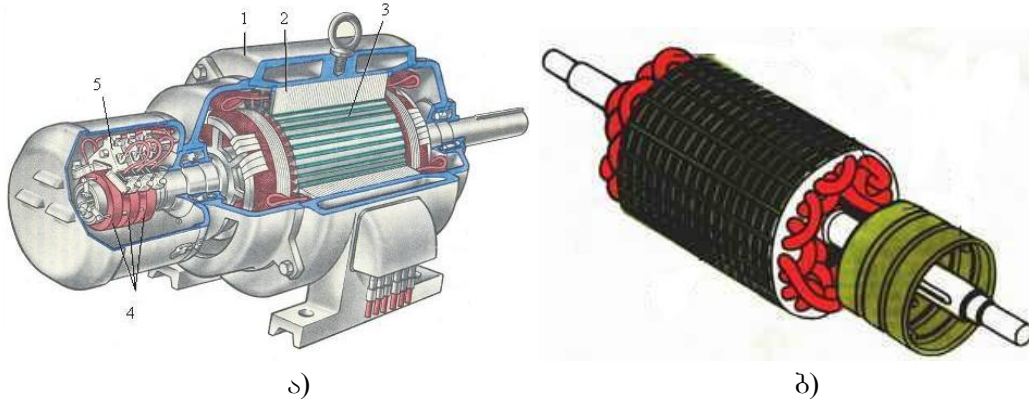
მოკლედშერთული როტორიან ელექტროძრავას არ გააჩნია მოძრავი კონტაქტები. ამის გამო ასეთ ძრავებს გააჩნიათ მაღალი საიმედოობა. როტორის გრაგნილი მზადდება სპილენძის, ალუმინის, თითბერისა და სხვა მასალებისაგან. ზოგიერთ ძრავებში „ციყვის

ბორბალი“ შეცვლილია სხმული როტორით, რომლის გრაგნილად გამოყენებულია როტორის ღრმულებში ჩასხმული ალუმინი.

**დაიმახსოვრეთ!** მოკლედშერთულ როტორიანი ძრავას გაშვება ხდება ორი ხერხით: 1) დენკვეთის საშუალებით სამფაზა ქსელის უშუალო ჩართვით სტატორთან; ეს ხერხი უმარტივესია და არ მოითხოვს ცალკე განხილვას. 2) სტატორის გრაგნილთან მოყვანილი ძაბვის დადაბლებით; ეს დადაბლება შეიძლება მიღებული იქნას სტატორის წრედში რეოსტატის შეყვანით ან სტატორის გრაგნილების გადართვით ვარსკვლავიდან სამკუთხედზე. ეს უკანასკნელი ითვლება დიდი სიმძლავრის ასინქრონული ძრავების გაშვების გავრცელებულ ხერხად.

გაშვების აღნიშნული ხერხი ვარგისია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ სტატორის ნორმალური მუშაობის რეჟიმში გათვლილია მისი გრაგნილების სამკუთხედებად შეერთებისას.

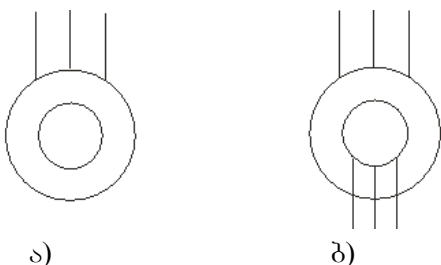
**ფაზური-როტორიანი ასინქრონული ძრავა** (საკონტაქტო რგოლებით) ჭრილში ნაჩვენებია ნახ.5.7.ა-ბ. მისი ძირითადი შემადგენელი ნაწილებია: სადგარი 1, სტატორის გრაგნილი 2, ფაზური როტორი 3, საკონტაქტო რგოლები 4 და მუსები 5.



ნახ.5.7. ფაზური-როტორიანი ასინქრონული ძრავა ჭრილში (ა) და ფაზური როტორი (ბ)

ფაზური როტორის გრაგნილი სტატორის გრაგნილის ანალოგიურად სამფაზაა. წვეილპოლუსთა იგივე რიცხვით. გრაგნილის ხეიები ჩალაგებულია როტორის გულარას კილოებში და შეერთებულია ვარსკვლავა სქემით. თითოეული ფაზის ბოლო შეერთებულია როტორის ლილვზე დამაგრებულ საკონტაქტო რგოლებთან და

მუსების გავლით გამოყვანილია გარე წრედში. საკონტაქტო რგოლები დამზადებულია თითბრის ან ფოლადისაგან. ისინი იზოლირებულია როგორც ერთმანეთისაგან, ასევე ლილვისაგანაც. მუსები დამზადებულია მეტალოგრაფიტისაგან, რომლებიც საკონტაქტო რგოლებთან მიჭერილია ძრავას კორპუსზე უძრავად დამაგრებული მუსსაჭერის ზამბარების დახმარებით. ნახ.5.8-ზე ნაჩვენებია მოკლედშერთული და ფაზური-როტორი-



ნახ.5.8. მოკლედშერთულ (ა) და ფაზური (ბ) როტორიანი ასინქრონული ძრავების პირობითი აღნიშვნები

ანი ასინქრონული ძრავების პირობითი აღნიშვნები.



ფაზურროტორიანი ასინქრონული ძრავები ჩვეულებრივ წარმოადგენენ დიდი სიმძლავრის ელექტროძრავებს და დაძვრისას მოითხოვენ დიდ ძალას. ამიტომ მათი ამუშავება ხდება მათ გრაგნილებთან რეოსტატის ჩართვით.

**საკონტროლო კითხვები:**

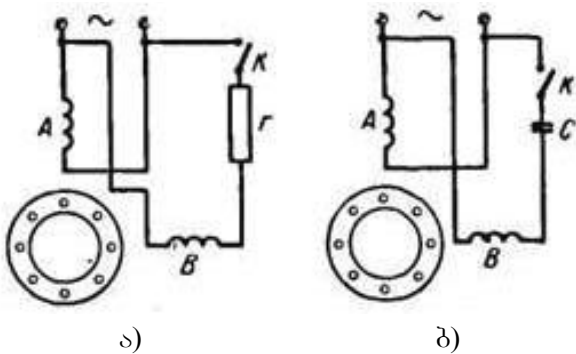
1. რას ეწოდება ელექტრული ძრავა?
2. რა მოვლენაზე არის დამოკიდებული ცვლადი დენის ელექტრული ძრავას მოქმედების პრინციპი?
3. რა ძირითადი ნაწილებისაგან შედგება ელექტრული ძრავა?
4. რას ეწოდება სრიალი?
5. რამდენი სახის არსებობს ასინქრონული ძრავა?
6. რამდენი ხერხით ხდება ასინქრონული ძრავას გაშვება?

**5.3. ერთფაზა ასინქრონული ძრავები და მათი მახასიათებლები**

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ერთფაზა ასინქრონული ძრავები წარმოადგენენ მცირე სიმძლავრის ელექტრულ მანქანებს, რომლებიც გამოიყენება საყოფაცხოვრებო და საწარმოო დანიშნულების სხვადასხვა სახის მექანიზმის ელექტროამძრავად. ერთფაზა ძრავების სიმძლავრე 5–10 კვტ-მდეა.

კონსტრუქციული შესრულებით ისინი სამფაზა მოკლედშერთულ როტორიანი ელექტროძრავების ანალოგიურია.

ერთფაზა ასინქრონულ ძრავებს სამფაზა ასინქრონული ძრავებისაგან განსხვავებით სტატორზე აქვთ ერთფაზა A გრაგნილი (ნახ.5.9). ამ გრაგნილს მუშა ანუ ძირითადი გრაგნილი ეწოდება.



ნახ.5.9. ერთფაზა ასინქრონული ძრავების გაშვების სქემა. გაშვში გრაგნილის წრედში ჩართულია წინაღობა (ა) და ტევადობა (ბ)

ერთფაზა ძრავას როტორს აქვს სამფაზა გრაგნილი რგოლებით ან მოკლედ შერთული გრაგნილი. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ერთფაზა დენი არ ქმნის მბრუნავ მაგნიტურ ველს, ამიტომ ერთფაზა ძრავებს არ აქვთ საწყისი ანუ გამშვები მბრუნავი მომენტი. გამშვები მომენტის შესაქმნელად ძრავას სტატორზე ათავსებენ მეორე ე.წ. გამშვებ B გრაგნილს, რომელიც მუშა გრაგნი-

ლის მიმართ სივრცეში განლაგებულია 90<sup>0</sup>-ით (ნახ.5.9) ორივე გრაგნილი იკვებება ერთფაზა დენის ქსელიდან და ორივე ჩართულია ცვლადი დენის წყაროსთან პარალელურად.

გრაგნილთა დენებს შორის დაახლოებით 90<sup>0</sup>-იანი ძვრის კუთხის შესაქმნელად გამშვები გრაგნილის მიმდევრობით ჩართულია წინაღობა (ნახ.5.9.ა) ან ტევადობა (ნახ.5.9.ბ).

გამშვები გრაგნილი ირთვება მხოლოდ გაშვების მომენტში და მას შემდეგ, რაც ძრავა განავითარებს ბრუნვის ნორმალურ სიჩქარეს, იგი K დენკვეთის საშუალებით გამოირთვება ქსელიდან. ყოველი გაშვების დროს საჭიროა კვლავ ჩაერთოს გამშვები გრაგნილები, რადგან სხვაგვარად როტორი ადგილიდან არ დაიძვრება. ამგვარად, ძრავა გაიშვება როგორც ორფაზა, მაგრამ მუშაობს როგორც ერთფაზა.

გამშვები ელემენტი განაპირობებს დენების დაძვრას ფაზაში გამშვებ და მუშა გრაგნილებში, რის გამოც იქმნება ორფაზა ველი. კონდენსატორის გამოყენება გამშვებ ელემენტად საშუალებას იძლევა ძრავადან მივიღოთ დიდი გამშვები მომენტი, ვიდრე მიიღება გამშვებ ელემენტად წინააღობის გამოყენების დროს. მცირე სიმძლავრის (0.5–30 ვტ) ერთფაზა ძრავებში გამშვები გრაგნილი წარმოადგენს მოკლედ შერთულ ხვიებს. ამ შემთხვევაში სტატორზე გვაქვს ცალსახად გამოსახული პოლუსები, რომელთა ნაწილი გარშემორტყმულია მოკლედ შერთული ხვიებით. ასეთ გრაგნილში დენი ინდუქცირდება მუშა გრაგნილით. ერთფაზა ძრავებს სამფაზა ძრავებთან შედარებით აქვთ შემდეგი უარყოფითი თვისებები: 1) საწყისი გამშვები მომენტის არ არსებობა; 2) მცირე გადატვირთვის უნარიანობა; 3) დაბალი მქკ ერთფაზა ასინქრონული ძრავები იმავე სიმძლავრის სამფაზა ასინქრონული ძრავებისაგან განსხვავდებიან გამშვები მომენტის დაბალი და გამშვები დენის მაღალი ჯერადობით.



ნახ.5.10. ერთფაზა ასინქრონული ძრავას ზოგიერთი სახე

ერთფაზა ასინქრონული ძრავების გამშვების მახასიათებლები (ნახ.5.10) ანალოგიური სიმძლავრის სამფაზა ასინქრონული ძრავების გაშვების მახასიათებლებთან შედარებით უარესია, რადგან ერთფაზა ძრავების გაშვების დროს გამშვები გრაგნილის მიერ აღძრული ელიფსური მბრუნავი მაგნიტური ველი იწვევს სამუხრუჭე ეფექტის გამოვლენას. სტატორის გამშვები და მუშა გრაგნილების ელექტრული წრედების პარამეტრების შერჩევის გზით შეიძლება უზრუნველყოთ გამშვების დროს წრიულად მბრუნავი მაგნიტური ველის აღძვრა, რაც შესაძლებელია ფაზაამძვრელი ელემენტის, კონდენსატორის გამოყენების დროს. რადგანაც როტორის დაძვრა იწვევს ძრავას წრედის პარამეტრების ცვლილებას, მბრუნავი მაგნიტური ველი წრიულიდან გადადის ელიფსურ ფორმაში, რაც აუარესებს ძრავას გამშვებ მახასიათებლებს. ამიტომ, როცა როტორის ბრუნვის სიჩქარე მიაღწევს ნომინალური სიჩქარის 80%-ს, მაშინ ძრავას სტატორის გამშვებ

გრაგნილს გამორთავენ ხელით ან ავტომატურად და ძრავა გადადის მუშაობის ერთფაზა რეჟიმში. გამშვები კონდენსატორის გამოყენების შემთხვევაში ერთფაზა ასინქრონული ძრავების საწყისი გამშვები მომენტის ჯერადობა 1,7–2,4, ხოლო გამშვები დენის ჯერადობა 3–5-ია.

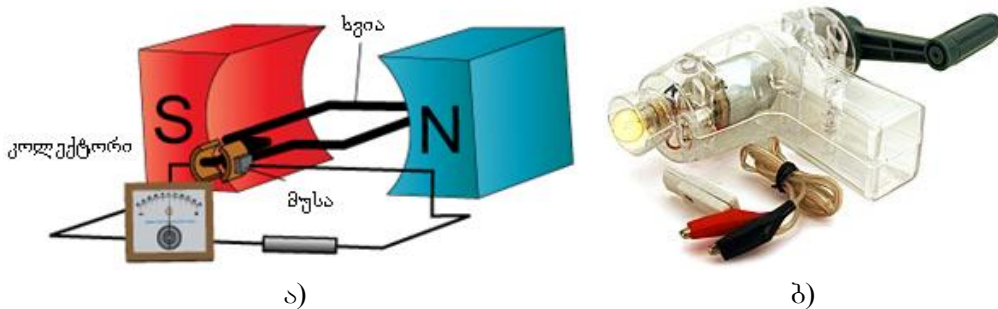
**საკონტროლო კითხვები:**

1. რამდენი გრაგნილი გააჩნიათ სტატორზე ერთფაზა ძრავებს?
2. რა უარყოფითი თვისებები გააჩნიათ ერთფაზა ძრავებს სამფაზა ძრავებთან შედარებით?
3. როდის ირთვება გაშვების გრაგნილი?

**5.4. მუდმივი დენის გენერატორები და ძრავები**

***დაიმახსოვრეთ!** მუდმივი დენის გენერატორი ეწოდება ელექტრულ მანქანას, რომელიც მექანიკურ ენერჯიას გარდაქმნის მუდმივი დენის ელექტრულ ენერჯიად. მუდმივი დენის გენერატორის მუშაობას საფუძვლად უდევს ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა, ანუ მაგნიტურ ველში მოძრავ გამტარში ემძ-ს ინდუქცირება.*

**მოქმედების პრინციპი.** ნახ.5.11.ა-ზე წარმოდგენილია მუდმივი დენის უმარტივესი გენერატორის სქემა, ხოლო ნახ.5.11.ბ-ზე – მაკეტი. მაგნიტის ჩრდილო და სამხრეთ პოლუსს შორის მოთავსებულია სპილენძის მავთულისაგან გაკეთებული ჩარჩო (ხვია). ხვიის ბოლოები შეერთებულია სპილენძის ორ იზოლირებულ ნახევარვარგოლთან, რომელთაგანაც დადებულია ორი უძრავი მუსა, რომელთა დახმარებით გენერატორი შეერთებულია გარე წრედთან. ეს ორი ნახევარვარგოლი წარმოადგენს უმარტივეს კოლექტორს, ხოლო თითოეული ნახევარვარგოლი – კოლექტორის ფირფიტას.



ნახ.5.11. მუდმივი დენის უმარტივესი გენერატორის სქემა (ა) და მაკეტი (ბ)

კოლექტორი მუსებითურთ მუდმივი დენის თითოეული გენერატორის განუყოფელი ნაწილია. მათი საშუალებით ხდება ინდუქცირებული ემძ-ის მუდმივად გარდაქმნა და გარე წრედთან ჩართვა.

**მუდმივი დენის გენერატორის მოწყობილობა.** მუდმივი დენის გენერატორი შედგება შემდეგი ძირითადი ნაწილებისაგან: მაგნიტური სისტემებისაგან, დუზი-

საგან (მუშა გრაგნილით), კოლექტორისაგან (მუსებითა და მუსების დამჭერებით) და დამხმარე მოწყობილობებისაგან. ნახ.5.12-ზე ნაჩვენებია მუდმივი დენის გენერატორი დაშლილ მდგომარეობაში.



ნახ.5.12. მუდმივი დენის გენერატორის ძირითადი დეტალები

**მუდმივი დენის გენერატორის აგზნება.** ელექტრომაგნიტის დახმარებით მძლავრი მაგნიტური ნაკადის შექმნის პროცესს აგზნება ეწოდება. გენერატორის აგზნებისათვის საჭიროა მის აგზნების გრაგნილში გავუშვათ დენი, რომელსაც აგზნების დენი ეწოდება. აგზნების ხერხის მიხედვით გენერატორი იყოფა ორ ძირითად ტიპად: **დამოუკიდებელი და თვითაგზნებიანი გენერატორები.**

**დამოუკიდებელ აგზნებიან გენერატორებში** აგზნების გრაგნილი იკვებება მუდმივი დენის ენერჯის წყაროდან (უმეტესად აკუმულატორის ბატარეიდან) ან მუდმივი დენის სხვა გენერატორიდან.

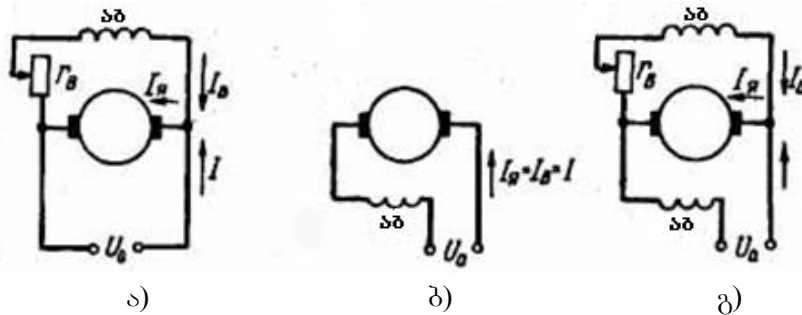
**თვითაგზნებიან გენერატორში** აგზნების გრაგნილი იკვებება თვით გენერატორიდან, ანუ თავის თავს თვითონ ადაგზნებს.

თვითაგზნებიანი გენერატორის მოქმედების პრინციპი დაფუძნებულია ნარჩენი მაგნიტიზმის მოვლენაზე. თვით რბილ სხმულ ფოლადსაც კი გააჩნია რაღაც ნარჩენი მაგნიტიზმი. ამიტომ პოლუსის გულარები, რომლებზეც განლაგებულია აგზნების გრაგნილი წარმოადგენენ ძალიან სუსტ მუდმივ მაგნიტებს. მაშასადამე, როცა გენერატორი არ მუშაობს, მისი მაგნიტური სისტემა ქმნის სუსტ მაგნიტურ ნაკადს. ღუზის დაბრუნებით გენერატორის მუსებზე აღიძვრება მცირე სიდიდის ემძ. თუ გენერატორის მუსებს შევავრთებთ აგზნების გრაგნილთან, მაშინ მასში აღიძვრება უმნიშვნელო სიდიდის აგზნების დენი. ეს დენი გააძლიერებს პოლუსების ნარჩენ მაგნიტურ ნაკადს, რითაც ღუზის ემძ იზრდება. ეს თავის მხრივ იწვევს აგზნების დენის გაზრდას. ასეთი თანმიმდევრობით პოლუსების მაგნიტური ნაკადი შეიძლება მივიდეს გაუღენთვამდე. ამგვარად, გენერატორი ადაგზნებს რა თავის თავს, იწყებს ნორმალური სიდიდის ემძ-ის შექმნას.

***დაიმახსოვრეთ!** გენერატორის გაშვებისას დაწვრილებით თვალყური უნდა ვადევნოთ, რათა მისი ბრუნვის მიმართულება სწორად იქნას შერჩეული. წინააღმდეგ შემთხვევაში აგზნების დენი შექმნის ნარჩენი მაგნიტიზმის საწინააღმდეგოდ მიმართულ მაგნიტურ ნაკადს, რის შედეგადაც პოლუსები განმაგნიტდება და გენერატორში არ დაინდუქცირდება ემძ.*

ამ მოვლენის თავიდან აცილების მიზნით გენერატორზე (უღელზე) გაკეთებულია ისარი, რომელიც გვიჩვენებს გენერატორის ღუზის ბრუნვის სწორ მიმართულებას.

ნახ.5.13-ზე ნაჩვენებია თვითაგზნებიანი გენერატორის სქემები.



ნახ.5.13. თვითაგზნებიანი გენერატორის სქემები: ა) პარალელურ აგზნებიანი; ბ) მიმდევრობით აგზნებიანი; გ) შერეულ აგზნებიანი

**მუდმივი დენის გენერატორის ემპ და ძაბვა.** გენერატორის მიერ ინდუქცირებული ე.მ.ძ განისაზღვრება ფორმულით  $E = C\Phi n$ , სადაც  $\Phi$  – მაგნიტური ნაკადია, ვბ;  $n$  – გენერატორის ღუზის ბრუნვის სიჩქარე, ბრ/წთ;  $Z$  – მუდმივი კოეფიციენტი, რომელიც მხედველობაში იღებს ღუზის ხვიათა რიცხვს, წყვილ-პოლუსა რიცხვს და სხვა მუდმივ სიდიდეებს, რომლებიც შეადგენენ მოცემული გენერატორის მახასიათებლებს.

გენერატორის მიერ ინდუქცირებული ემპ-ის ნაწილი იხარჯება ღუზის გრაგნილის წინაღობის დაძლევაზე, სხვაგვარად რომ ვთქვათ ძაბვა გენერატორის მომჭერებზე ნაკლებია ემპ-ზე გენერატორის შიგა წინააღობაზე ძაბვის ვარდნის სიდიდით და შეიძლება გაანგარიშებული იქნას ფორმულით:  $U = E - I_g \cdot R_g$ , სადაც  $U$  – ძაბვაა გენერატორის მომჭერებზე, ვ;  $E$  – ღუზის ემპ, ვ;  $I_g$  – ღუზის დენი, ა;  $R_g$  – ღუზის წინააღობა, ომი.

ფორმულა გვიჩვენებს, რომ ღუზაში დენის ცვლილება (რაც გამოწვეულია დატვირთვის ცვლილებით) იწვევს გენერატორში ძაბვის ვარდნის ცვლილებას და შესაბამისად იცვლება ძაბვა მის მომჭერებზე.

გენერატორის ემპ-ის სიდიდე და შესაბამისად მის მომჭერებზე ძაბვა შეიძლება შევცვალოთ ორი გზით: პოლუსების მაგნიტური ნაკადის ცვლილებით, ანუ აგზნების დენის ცვლილებითა და პირველადი ძრავას ღუზის ბრუნვის სიჩქარის ცვლილებით. ამასთანავე მეორე ხერხის გამოყენება დიდ სირთულეებთან არის დაკავშირებული და მას თითქმის არ გამოიყენებენ.

**მუდმივი დენის გენერატორის სიმძლავრე და მარგი ქმედების კოეფიციენტი (მქკ).** გენერატორის მიერ გარე წრედში გადაცემული სიმძლავრე შეიძლება გამოვთვალოთ ფორმულით:  $P = U \cdot I$ , სადაც  $I$  – გარე წრედში გამავალი დენია;  $U$  – გენერატორის მომჭერებზე მოდებული ძაბვა.

თუ გენერატორი გასცემს იმ სიმძლავრეს, რომელზედაც ის არის გათვლილი, ანუ დატვირთვა შეესაბამება პასპორტში ნაჩვენებს, ეს ნიშნავს რომ გენერატორი მუშაობს ნომინალური დატვირთვით ანუ ამბობენ, რომ გენერატორი გასცემს გარე წრედის ნომინალურ სიმძლავრეს. გენერატორის მიერ გარე წრედზე გაცემული

სიმძლავრე ყოველთვის ნაკლებია იმ სიმძლავრეზე, რომელიც იხარჯება გენერატორის ღუზის ბრუნვისათვის. ეს აიხსნება იმით, რომ გენერატორის შიგნით ადგილი აქვს ენერჯის დანაკარგებს. ამ დანაკარგებს მიეკუთვნება მექანიკური (ღუზის ლილვის ხახუნის საკისრებზე, კოლექტორის ხახუნის მუსებზე) და ელექტრული დანაკარგები (ღუზის, უდლის, პოლუსების ფოლადში და ბოლოს დანაკარგები ღუზის გამტარებსა და აგზნების გრაგნილში).

**დამახსოვრეთ!** გენერატორის სასარგებლო სიმძლავრის (ანუ იმ სიმძლავრის, რომელსაც იგი გასცემს გარეშე წრედში) ფარდობას გენერატორზე მოყვანილ სიმძლავრესთან, რომელიც საჭიროა მისი ღუზის დასაბრუნებლად ეწოდება გენერატორის მარგი ქმედების კოეფიციენტი (მქკ).

იგი აღინიშნება ბერძნული ასო  $\eta$  (ეტა)-თი და გამოისახება ფორმულით:  $\eta = P_{\text{სასარგ.}} / P_{\text{მოტ.}}$ . როგორც ამ გამოსახულებიდან ჩანს,  $\eta$  ყოველთვის ნაკლებია ერთზე.

თუ გენერატორი მუშაობს მთელი დატვირთვით, მაშინ მისი მქკ ტოლია 0,8–0,85 ანუ 80–85%-ის. გენერატორების გადატვირთვისას დასაშვებზე მეტად მცირდება მქკ., რადგან ამ დროს სწრაფად იზრდება დანაკარგები ფოლადში, სპილენძსა და ხახუნზე.

**მუდმივი დენის თვითაგზნებიანი გენერატორის ტიპები.** მუდმივი დენის თვითაგზნებიანი გენერატორები, აგზნებს გრაგნილის ჩართვის ხერხის მიხედვით, იყოფიან სამ ჯგუფად; მიმდევრობითი, პარალელური და შერეულ აგზნებიან გენერატორებად.

**პარალელური აგზნების დროს** აგზნების გრაგნილი პარალელურად არის შეერთებული ღუზის გრაგნილთან და გარე წრედთან (ნახ.5.13.ა). მძლავრი მაგნიტური ნაკადის მისაღების მიზნით, აგზნების დენის მცირე მნიშვნელობის დროს, ეს გრაგნილი დამზადებულია წვრილი კვეთის მავთულისგან ხვიათა დიდი რიცხვით. ამიტომ გააჩნია დიდი წინაღობა და აგზნების დენი შეადგენს ნომინალური დენის 2–3%.

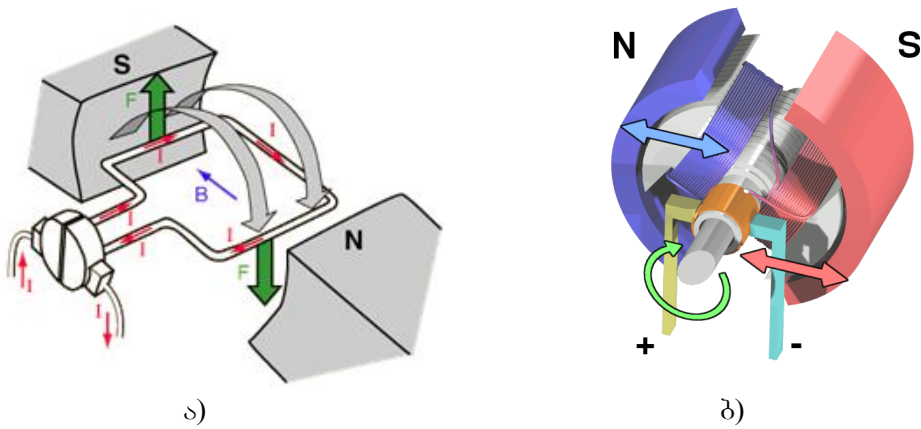
**მიმდევრობითი აგზნების დროს** გენერატორის აგზნების გრაგნილი ღუზის გრაგნილთან და გარე წრედთან შეერთებულია მიმდევრობით (ნახ.5.13.ბ). აგზნების გრაგნილი შედგება მსხვილი კვეთის მავთულისაგან მცირე ხვიათა რიცხვით და აქვს მცირე წინაღობა, მძლავრი მაგნიტური ნაკადი მიიღება იმიტომ, რომ ადგზნების გრაგნილში გადის დიდი (ღუზის) დენი. გახსნილი გარე წრედის დროს გენერატორს აგზნება არ შეუძლია, ამიტომ გენერატორის ასაგზნებად საჭიროა გარე წრედი ჩაირთოს მცირე წინაღობაზე.

**შერეულ აგზნებიან გენერატორს** აქვს ორი აგზნების გრაგნილი. ერთი ჩართულია პარალელურად, ღუზის გრაგნილთან და გარე წრედთან, ხოლო მეორე – მიმდევრობით (ნახ.5.13.გ).

პარალელურად ჩართული გრაგნილი გამოიყენება პოლუსების ძირითადი მაგნიტური ნაკადის შესაქმნელად, ხოლო მიმდევრობით ჩართული გრაგნილი გენერატორის მომჭერებზე დატვირთვის გაზრდისას მუდმივი სიდიდის ძაბვის შენარჩუნებისათვის.

**მუდმივი დენის ძრავები.** ისევე, როგორც ზემოთ აღნიშნული ასინქრონული ძრავები, მუდმივი დენის ძრავებიც ელექტრულ ენერგიას გარდაქმნიან მექანიკურ ენერგიად.

**მუდმივი დენის ძრავების მოქმედების პრინციპი.** თუ ნახ.5.11.ა-ზე მოყვანილ უმარტივეს გენერატორთან მივიყვანთ  $I$  დენს მუდმივი დენის წყაროდან (ნახ.5.14.ა), მაშინ დენიან გამტარსა და პოლუსების ნაკადის ურთიერთქმედების შედეგად ჩარჩო მოვა ბრუნვით მოძრაობაში. რომლის ბრუნვის მიმართულება განისაზღვრება ჩვენთვის ცნობილი მარცხენა ხელის წესით. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, მუდმივი დენის მანქანას შეუძლია მუშაობა როგორც გენერატორად (თუ ღუზას ვაბრუნებთ მაგნიტურ ველში) ასევე ძრავად (თუ ღუზაზე მოვიყვანთ მუდმივ დენს). მუდმივი დენის მანქანების ამ თვისებას – იმუშაოს როგორც გენერატორად, ასევე ძრავად, შექცევადობა ეწოდება.



ნახ.5.14. მუდმივი დენის უმარტივესი ძრავის სქემა (ა) და მაკეტი (ბ)

მარცხენა ხელის წესის გამოყენებით ადვილად შევნიშნავთ, რომ ძრავის ბრუნვის მიმართულების შესაცვლელად საჭიროა შევცვალოთ ღუზაში ან აგზნების გრაგნილში დენის მიმართულება.

**დაიმახსოვრეთ!** ღუზაში ან აგზნების გრაგნილში დენის ერთდროულად მიმართულების შეცვლა არ ცვლის ბრუნვის მიმართულებას. ჩვეულებრივ ღუზის ბრუნვის მიმართულების შეცვლა ხორციელდება ღუზაში დენის მიმართულების შეცვლით.

მუდმივი დენის გენერატორების მსგავსად, არსებობს სამი ტიპის ძრავა: მიმდევრობითი, პარალელური და შერეულ აგზნებისანი.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რას ეწოდება მუდმივი დენის გენერატორი?
2. რა ძირითადი ნაწილებისაგან შედგება მუდმივი დენის გენერატორი?
3. ჩამოთვალეთ მუდმივი დენის გენერატორის ძირითადი ნაწილები.
4. რას ეწოდება მანქანის შექცევადობა?
5. როგორ ხორციელდება ბრუნვის მიმართულების შეცვლა?
6. რას ეწოდება ელექტრული მანქანის მქკ?

## 5.5. ელექტროსამონტაჟო მექანიზმები, ინსტრუმენტები, სამარჯვები

ელექტროსამონტაჟო სამუშაოების შესრულების დროს სახელოსნოებსა და უშუალოდ სამონტაჟო ობიექტებზე გამოიყენებენ, როგორც საერთო სამშენებლო გამოყენების, ასევე სპეციალურ ელექტროსამონტაჟო მექანიზმებს, ინსტრუმენტებსა და სამარჯვებს.

ელექტროსამონტაჟო სამუშაოებში გამოყენებული მექანიზაციის საშუალებანი შეიძლება დაიყოს ხუთ ჯგუფად: 1) მექანიზირებული და ხელის ინსტრუმენტები, სამარჯვები და მცირე მექანიზაციის სხვა საშუალებანი (ელექტროფიცირებული, პნევმატური და პიროტექნიკური ინსტრუმენტები და მექანიზმები, საზეინკლო – სამონტაჟო და მჭრელი ინსტრუმენტები, სამონტაჟო ინვენტარი და სამარჯვები); 2) შედუღების მოწყობილობები (შედუღების ტრანსფორმატორები და მუდმივი დენის გენერატორები, გახით შედუღებისა და ჭრის მოწყობილობები); 3) სპეციალიზებული ავტომატები და ავტომისაბმელები, მოძრავი სახელოსნოები; 4) ლითონგადამამუშავებელი ჩარხები და მექანიზმები (მაკრატლები, წნეხები, სალტეებისა და მიღების მოსადუნი, ვალცები, ფურცელგადასაკეცები; საბურღი, საჩორტნი, საღესი, საზეინკლო, საფრეზი და სარანდი ჩარხები); 5) სამონტაჟო მექანიზმები დატვირთვა-გადმოტვირთვისა და სამონტაჟო სამუშაოებისათვის (ავტო ამწეები, ჰიდრო-ამწეები და ტელესკოპური ანძები, საბურღი მანქანები, ტალეები და ჯალამბრები და სხვა).

ამ თავში ჩვენ განვიხილავთ მხოლოდ ელექტროფიცირებულ მექანიზმებს: ელექტროდრელს, სჭვალსახრახნისს, ელექტროჩაქუნსა და პერფორატორს.

**ელექტროდრელი** (ნახ.5.15.ა) ყველაზე უფრო მასიურად გავრცელებული ელექტროინსტრუმენტია. ნებისმიერ მშენებლობაზე, სახლში, ქარხანაში და სადაც კი ადამიანი რამეს აკეთებს თავისი ხელებით, არის ელექტროდრელი. თანამედროვე ელექტროდრელი ეს არ არის უბრალოდ ელექტროძრავა და ბურღი. ევოლუციამ დაამატა მასში ფაქიზი ელექტრონული მართვა, სინქარის რეგულირება, რევერსი (ბრუნვის მიმართულების შეცვლა), დამცავი ქუროები, ანტივიბრაციული სისტემები და სხვა.



ნახ.5.15. ელექტროდრელი (ა) და მისი ძირითადი ნაწილები (ბ)

იგი წარმოადგენს ხელის მანქანას ელექტროაძრავით, რომელიც გამოიყენება სხვადასხვა მასალებში ნახვრეტების გასაბურღად, სჭვალებისა და ხრახნების ჩახ-



რახნვისა და ამოხრახნვისათვის მის კორპუსში ჩამონტაჟებულია ელექტროძრავა (ნახ.5.15.ბ), რომელიც რედუქტორის გავლით შეერთებულია კორპუსთან. გარდა ამისა, კორპუსზე დამაგრებული მასრა მუშა საცმების დასამაგრებლად. სახელურზე დამაგრებულია ამომრთველი და ჩართული მდგომარეობის ფიქსატორი.

**სჭვალსახრახნი** (ნახ.5.16.ა) ელექტროდრელთან ერთად დღეისათვის წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე პოპულარულ საყოფაცხოვრებო ელექტროინსტრუმენტს. იგი შეუცვლელია მთელი რიგი სამონტაჟო და სარემონტო სამუშაოების შესრულებისას. მან დაიკავა საპატიო ადგილი როგორც პროფესიონალური მუშის, ასევე საოჯახო საქმეების არსენალში. ამ ხელსაწყოს ძირითადი დანიშნულებაა სჭვალეების (ნახ.5.16.ბ) ჩახრახნვა და ამოხრახნვა. გარდა ამისა, ეს ხელსაწყო გამოიყენება მცირე დიამეტრის ნახვრეტების გასაბურღად.



ა)



ბ)

ნახ.5.16. სჭვალსახრახნი (ა) და სჭვალეები (ბ)

ამ ხელსაწყოს მოქმედების პრინციპი ძალიან მარტივია – ელექტროძრავას რედუქტორის საშუალებით მოქმედებაში მოჰყავს ლილვი მასრით, რომელშიც ჩამაგრებულია საჭირო საცმი.

სჭვალსახრახნის კვება ხდება როგორც აკუმულატორის ბატარეით, ასევე ქსელიდან. აკუმულატორის ბატარეით კვება იძლევა ისეთ ადგილებში მუშაობის საშუალებას, სადაც არ არის ელექტროენერჯია, ან თავიდან გვაცილებს

დამაგრძელების გამოყენების აუცილებლობას. მაგრამ ამასთანავე არ უნდა დაგვავიწყდეს, რომ აკუმულატორის ბატარეა ექვემდებარება დამუხტვას. დამუხტვის დრო შეადგენს 3–5 საათს. ამიტომ უწყვეტი მუშაობის შესასრულებლად საჭიროა გვექონდეს რამდენიმე ბატარეა.

**ელექტროჩაქუჩი და პერფორატორი.** ელექტროჩაქუჩი (ნახ.5.16.ა) წარმოადგენს დარტყმითი მოქმედების ხელის მექანიკურ ინსტრუმენტს, რომელშიც მუშა მექანიზმი ასრულებს ძრავიდან უკუქცევით – წინსვლით მოძრაობას, ხოლო ინსტრუმენტის მობრუნება ხდება სახელურის ბრუნვით. იგი გამოიყენება გზის საფარის, აგურისა და ქვის წყობების, ბეტონისა და სხვა სამშენებლო კონსტრუქციების დასანგრევად, სამთამადნო კომბინატებში.

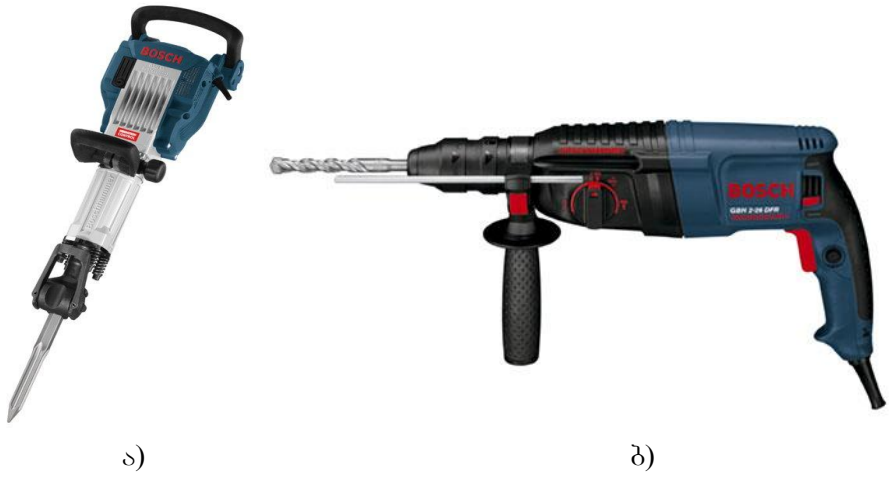
**დაიმახსოვრეთ!** ელექტროჩაქუჩს აქვს ერთი არსებითი ნაკლი. როტორის ხანგრძლივი მუშაობის დროს წარმოიშვება ნაპერწკლები, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს თვითააღება. ამიტომ იგი არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მომავალ საფრთხის ხანძარ და ფეთქებად საშიშ ობიექტებზე.

მაგარ მასალებთან მუშაობის დროს უმჯობესია გამოვიყენოთ პერფორატორი. პერფორატორისაგან განსხვავებით ელექტროჩაქუჩს აქვს მხოლოდ მუშაობის ერთი რეჟიმი – ამოტეხვა.

**პერფორატორი** (ნახ.5.16.ბ) – ეს არის დრელი დარტყმითი მექანიზმით, რომელშიც გამოყენებულია დარტყმის ფორმირების ელექტრომაგნიტური ან ელექტრო-

პნევმატური პრინციპი. ეს ხელსაწყო, პირველ რიგში, გამოიყენება სანგრევი სამუშაოების დროს და თავისი ფუნქციებით ძალიან ჰგავს ელექტროდრელს. ამის გამო ბევრი მომხმარებელი ვერ ხედავს განსხვავებას მათ შორის. განსხვავება კი საკმაოდ არსებითია.

პერფორატორის მუშა ორგანოები შეიძლება იყოს ბურღი, ღოჯი, გვირგვინა, საჩხვლეტი. მოცემული ინსტრუმენტის მუშაობის პრინციპის თავისებური სპეციფიკიდან გამომდინარე, ბურღები განსხვავდებიან ჩვეულებრივ დრელებში გამოყენებული ბურღების სპირალური ფორმისაგან. მუშა ორგანოების ძირითადი განსხვავება გამოიხატება მსუბუქად შეცვლილ ბოლო ნაწილში („კუდში“) (ნახ.5.17.ა).



ნახ.5.16. ელექტროჩაქუჩი (ა) და პერფორატორი (ბ)

მჭრელი ინსტრუმენტის ასეთი ჩასმის ტიპი საჭიროა ბურღის საკუთარი ღერძის გასწვრივ მოძრაობის უზრუნველსაყოფად დარტყმის პროცესში. ჩვეულებრივი ბურღის დასაყენებლად პერფორატორზე გამოყენებულია გადამყვანები.

პერფორატორის ძირითადი განსხვავება დარტყმითი დრელისაგან არის დარტყმის ფორმირების პრინციპი. დარტყმით დრელში ბურღის რხევა ფორმირებულია ხრუტუნა მექანიზმით, ხოლო პერფორატორში ეს პროცესი მიმდინარეობს ელექტრომაგნიტური და ელექტროპნევმატური მექანიზმებით.

ელექტრომაგნიტური დარტყმა ფორმირდება ორი ელექტრომაგნიტური კოჭას საშუალებით, რომლებიც უზრუნველყოფენ გულარას უკუქცევით-წინსვლით მოძრაობას. გულარა თავის მხრივ დარტყმას გადასცემს ბურღის ტორსულ ნაწილს, ამის გამო ჩვენ შეგვიძლია თვალი ვადევნოთ პერფორატორის მოქმედებას.



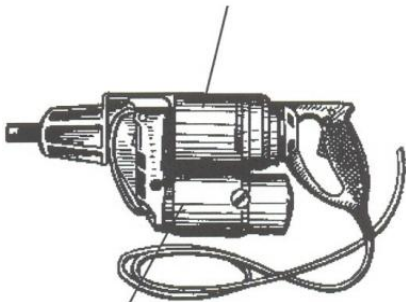
ნახ.5.17. პერფორატორის ერთერთი საცმი (ა) და პერფორატორის ჭრილი (ბ).

ელექტროპნევმატური მექანიზმი თავისი მოქმედების პრინციპით განსხვავდება ელექტრომაგნიტურისაგან. უფრო მაღალი თვალსაჩინოებისათვის განვიხილოთ ნახ.5.17.ბ-ზე მოცემული პნევმატური პერფორატორი ჭრილში.

გადაბმულობა ელექტროძრავას დარტყმით მოქმედებას გადასცემს საჰაერო ბალიშის საშუალებით, სადაც დარტყმითი მოქმედება გარდაიქმნება დგუშის წრფივ მოძრაობად. დარტყმითი დგუში მოძრაობს ძალიან მაღალი სიჩქარით და გადასცემს ენერგიას მფრინავ დგუშს, რომელიც თავის მხრივ ზემოქმედებს მასრაზე. პერფორატორები მუშაობის პრინციპის მიხედვით არის ერთ, ორ და სამ რეჟიმიანი. პირველის დროს გვაქვს ჩვეულებრივი ბურღვა, სადაც გვაქვს დრელთან სრული ანალოგია; მეორე რეჟიმში გვაქვს ბურღის წრიული ბრუნვა და დარტყმითი მოძრაობები; მესამეში კი ხორციელდება მხოლოდ დარტყმა, ბრუნვის გარეშე.

**ელექტრომაგნიტობურღი** გამოიყენება ბეტონის, აგურისა და გრანიტის ფუძეების საბურღად (ნახ.5.18).

დარტყმითი მოქმედების სინქრონული ელექტრომაგნიტური ძრავა



ბრუნვითი მოქმედების ძრავა

ნახ.5.18. ელექტრომაგნიტობურღი

დარტყმით-ბრუნვითი მოქმედების ელექტრომაგნიტობურღი არის დარტყმითი და ბრუნვითი მოქმედების ორი დამოუკიდებელი ელექტროძრავა. ორივე ძრავა ერთმანეთთან ბლოკირებულია.

ძრავის მუშაობის დროს საცემელი უწყვეტად მოძრაობს მიმართველ მილისში და ურტყამს შპინდელის ბოლოს წუთში 3000-ჯერ. ელექტრომაგნიტობურღის კვება ხორციელდება დამამდაბლებელი ტრანსფორმატორიანი და გამმართველიანი სპეციალური გარდამქმნელიდან.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რამდენ ჯგუფად იყოფა ელექტროსამონტაჟო სამუშაოებში გამოყენებული მექანიზაციის საშუალებანი?
2. რას წარმოადგენს ელექტროდრელი?
3. რა არსებითი ნაკლი გააჩნია ელექტროჩაქუნს?
4. რა განსხვავებაა ელექტროჩაქუნსა და პერფორატორს შორის?

**შეფასების ინდიკატორები:**

**ტრანსფორმატორები:**

- ტრანსფორმატორების დაშლა-აწყობა;
- ძალოვანი, საზომი და ტექნოლოგიური დანიშნულების ტრანსფორმატორების ჩართვა.

**სამფაზა ასინქრონული ძრავები:**

- სამფაზა ასინქრონული ძრავის დაშლა-აწყობა;
- როტორის გამოღება და საკისრების მოხსნა;
- ასინქრონული ძრავების გაშვება და რევერსირება

**ერთფაზა ასინქრონული ძრავები:**

- ელექტრული ძრავების გაშვება;
- ხელის ელექტროსაბურღი მანქანის გამოყენება;
- კონდენსატორული ძრავების ქსელთან მიერთება;
- კოლექტორული ძრავების კოლექტორის მოწესრიგება და გაშვება.

**მუდმივი დენის გენერატორები და ძრავები:**

- მუდმივი დენის მანქანის დაშლა-აწყობა;
- ღუზის გამოღება და საკისრების მოხსნა;
- მუდმივი დენის ძრავის ჩართვა და რევერსირება.

**ელექტროსამონტაჟო მექანიზმები, ინსტრუმენტები, სამარჯვები:**

- ელექტრული დრელის დაშლა-აწყობა;
- ელექტროჩაქუნის, პერფორატორის, ელექტრობურღისა და სჭვალსახრახნის გამოყენება.

## თავი VI. ელექტროსამონტაჟო სამუშაოებში გამოყენებული საზომი ხელსაწყოები, ინსტრუმენტები, მძანინჯები და მოწყობილობები

ამ თავში თქვენ გაეცნობით ელექტროსაზომ ხელსაწყოებს, მათ კლასიფიკაციას, ჯგუფებსა და მოქმედების პრინციპებს; საერთო მოთხოვნებს ელექტროსაზომი ხელსაწყოების მიმართ; აღნიშვნებს ხელსაწყოს სკალაზე; საზომი ხელსაწყოების წრედში ჩართვის სქემებსა და ცდომილების სახეებს; ელექტრული სიდიდეების, მანძილის, გაბარიტული ზომების, კუთხისა და ღრეხოს სიდიდის საზომი ხელსაწყოსა და ინსტრუმენტების გამოყენების ხერხებსა და წესებს; ელექტროსამონტაჟო კედლებსა და ჭერზე მოსანიშნ მოწყობილობებს; მონტაჟის, კაბელებისა და გამტარების ძარღვების დაბოლოებებისა და შეერთების დროს გამოყენებულ ინსტრუმენტებსა და სამარჯვებს; სიმაღლეზე ასაწევ და სამუშაო მოწყობილობებს.

### 6.1. ელექტროსაზომი ხელსაწყოები

ელექტროსაზომმა ხელსაწყოებმა ფართო გამოყენება ჰპოვეს სხვადასხვა სახის ელექტრომოწყობილობის აწყობის, რეგულირებისა და ექსპლუატაციის დროს. ელექტროსაზომი ხელსაწყოების დანიშნულება სხვადასხვა ელექტრული სიდიდის გაზომვაა. მაგრამ ყველაზე უფრო ხშირად გვხვდება ძაბვის გაზომვა წრედის ორ წერტილს შორის, სქემის ელემენტების წინააღობისა და სქემის ამა თუ იმ უბანზე გამავალი დენის ძალის გაზომვა.

**ელექტროსაზომი ხელსაწყოების კლასიფიკაცია.** არსებობს ელექტროსაზომი ხელსაწყოების კლასიფიკაციის სხვადასხვა პრინციპი.

***დაიმახსოვრეთ!** თავისი დანიშნულების მიხედვით ელექტროსაზომი ხელსაწყოები ძირითადად 6 ჯგუფისაა: დენის ძალის, ძაბვის, წინააღობის, სიმძლავრის, სიხშირისა და კომბინირებული (დენის ძალისა და ძაბვის საზომი – ამპერვოლტმეტრი; დენის ძალის, ძაბვისა და წინააღობის საზომი – ავომეტრი და მულტიმეტრი) საზომი ხელსაწყოები.*

დენის ძალის გასაზომად გამოიყენება ხელსაწყოები: ამპერმეტრი (სკალაზე აღნიშნულია A-თი), მილიამპერმეტრი (mA), მიკროამპერმეტრი ( $\mu$ A).

ძაბვა იზომება ვოლტმეტრით (V), მილივოლტმეტრით (mV), მიკროვოლტმეტრით ( $\mu$ V).

ელექტრული წრედის რაიმე ელემენტის წინააღობა იზომება ომმეტრით ( $\Omega$ ). თუ წრედის წინააღობა ძალიან დიდია, მაშინ ის შეიძლება გაიზომოს მეგაომმეტრით (M $\Omega$ ).

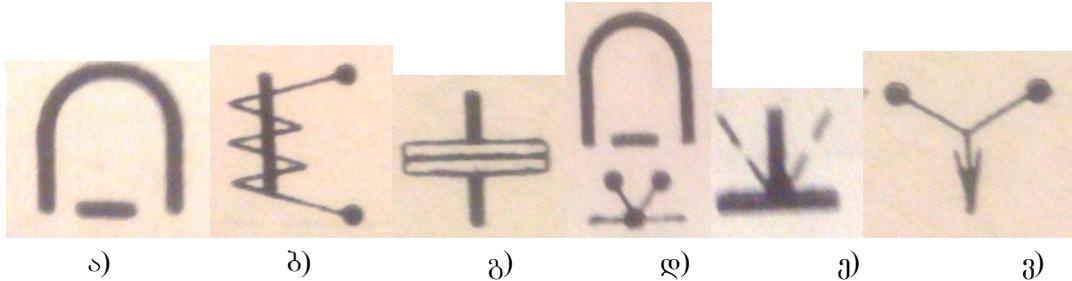
მცირე სიმძლავრეების გასაზომად გამოიყენება მილივატმეტრი (mW), საშუალოებისათვის – ვატმეტრი (W) და დიდისათვის – კილოვატმეტრი (KW).

ცვლადი დენის წრედში სიხშირე იზომება სიხშირეზომებით (Hz).

თავისი მოქმედების პრინციპის მიხედვით ელექტროსაზომი ხელსაწყოები იყოფა შემდეგი სახის სისტემებად (ჯგუფებად):

**მაგნიტოელექტრული სისტემის** ხელსაწყოები (ნახ.6.1.ა) უძრავი ჩარჩოთი ან მოძრავი მაგნიტით. მათი მოქმედების პრინციპი დაფუძნებულია მუდმივი მაგნიტისა და დენიანი კოჭას მაგნიტური ველების ურთიერთქმედებაზე.

**ელექტრომაგნიტური სისტემის** ხელსაწყოების მოქმედება (ნახ.6.1.ბ) დაფუძნებულია კოჭას თვისებებზე მიიზიდოს ფოლადის გულარა კოჭაში დენის გავლის დროს.



ნახ.6.1. საზომი ხელსაწყოების სისტემის აღნიშვნა ხელსაწყოების ფარზე

**ელექტროდინამიური სისტემის** ხელსაწყოების (ნახ.6.1.გ) მოქმედების პრინციპი დაფუძნებულია ორი დენიანი კოჭას მაგნიტური ველების ურთიერთქმედებაზე.

**თერმოელექტრული სისტემის** ხელსაწყოები (ნახ.6.1.დ) წარმოადგენენ თერმოწვეილებისა და მგრძნობიარე მაგნიტოელექტრული სისტემის ხელსაწყოების ერთობლიობას.

**ვიბრაციული სისტემის** ხელსაწყოების (ნახ.6.1.ე) მოქმედება დაფუძნებულია ცვლადი მაგნიტური ველის მოქმედებით ლითონის ფირფიტის რეზონანსში მოყვანის მოვლენაზე.

**თბური სისტემის** ელექტროსაზომ ხელსაწყოებში (ნახ.6.1.ვ) გამოყენებულია მათთვის თვისება დაგრძელდეს მასში დენის გავლის დროს.

**საერთო მოთხოვნები ელექტროსაზომი ხელსაწყოების მიმართ.**

ელექტროსაზომ ხელსაწყოებს წაყენებათ შემდეგი ძირითადი მოთხოვნები:

- მოცემული გაზომვის სიზუსტის უზრუნველყოფა;
- ხელსაწყოების სკალაზე გასაზომი სიდიდის უშუალო ათვლის შესაძლებლობა;
- მინიმალური მოხმარებული სიმძლავრე;
- სიმარტივე და მოხერხებულობა;
- ჩვენების დამოუკიდებლობა გარე ფაქტორებზე (ტემპერატურაზე, ტენიანობაზე, მაგნიტურ და ელექტრულ ველებზე და სხვა);
- სკალის თანაბრობა;
- მუშაობის ხანგრძლივობა.

**აღნიშვნები ხელსაწყოების სკალაზე.**

***დაიმახსოვრეთ!** გაზომვებისათვის ხელსაწყოს სწორად ასარჩევად საჭიროა ვიცოდეთ საზომი ხელსაწყოების ფარზე გამოტანილი პირობითი აღნიშვნები, რომელთა მიხედვითაც შეიძლება განისაზღვროს ხელსაწყოების დანიშნულება, მისი სისტემა, გასაზომი სიდიდის გვარობა, გაზომვის დროს ხელსაწყოების ნორმალური მდგომარეობა და სხვა ძირითადი მახასიათებლები.*

დანართში 1 მოცემულია ელექტროსაზომ ხელსაწყოებზე მოყვანილი ძირითადი პირობითი აღნიშვნები. ვისარგებლოთ ამ ცხრილით და შევადგინოთ ნახ.6.2-ზე მოცემული ხელსაწყოს დაწვრილებითი დახასიათება.



ნახ.6.2. მიკროამპერმეტრის სკალა

ნახ.6.2-ზე მოცემულია M265M ტიპის მიკროამპერმეტრი ( $\mu\text{A}$ ), მაგნიტოელექტრული სისტემის, გამოიყენება მუდმივი დენის გასაზომად (-), გაზომვის ზღვარი 0–50 მკა, გაზომვის დროს ხელსაწყო უნდა იდგეს ვერტიკალურ მდგომარეობაში (1), საზომი წრედი იზოლირებულია კორპუსისაგან და გამოცდილია 2 კვ ძაბვაზე, სიზუსტის კლასი 1,5, სახელმწიფო სტანდარტი ГОСТ 8711-78, საქარხნო №16180.

**საზომი ხელსაწყოს სკალები.** ხელსაწყოს სკალა ეს არის დანაყოფების რიგი, რომელიც ყველაზე ხშირად გამოსახულია წრის რკალზე. სკალის დანაყოფთან მდებარე რიცხვები, ხელსაწყოს დანიშნულებიდან გამომდინარე შეესაბამებიან გასაზომი სიდიდის მნიშვნელობას. ათვლა სწარმოებს ხელსაწყოს სკალაზე ისრის მდებარეობის მიხედვით.

**დაიმახსოვრეთ!** რიცხვი, რომელიც მდებარეობს სკალის უკანასკნელ დანაყოფზე, გვიჩვენებს ხელსაწყოს გაზომვის ზღვარს, ანუ იმ სიდიდის მაქსიმალურ მნიშვნელობას, რომელიც შეიძლება გაიზომოს მოცემული ხელსაწყოთი.  
გასაზომი სიდიდის იმ მნიშვნელობას, რომელიც შეესაბამება სკალის ერთ დანაყოფს, დანაყოფის ფასი ეწოდება.

საზომი ხელსაწყოს დანაყოფის ფასის განსაზღვრისათვის საჭიროა გაზომვის ზღვარი გაიყოს ხელსაწყოს დანაყოფთა რიცხვზე.



ა)



ბ)

ნახ.6.3. საზომი ხელსაწყოების სკალები: თანაბარი (ა) და არათანაბარი (ბ)

საზომი ხელსაწყოს სკალა შეიძლება იყოს თანაბარი (ნახ.6.3.ა) და არათანაბარი (ნახ.6.3.ბ). თანაბარ სკალაზე ყველა დანაყოფი ტოლია და ამიტომ გასაზომი სიდიდე აითვლება უფრო ზუსტად, ვიდრე არათანაბარი სკალის შემთხვევაში.

**ცნება საზომი ხელსაწყოს ცდომილებისა და სიზუსტის კლასის შესახებ.**

დენის ძალა, ძაბვა, სიმძლავრე და სხვა სიდიდეები შეუძლებელია გაიზომოს ზუსტად. გაზომვების დროს ყოველთვის გარდაუვალია რაღაც შეცდომა – ცდომილება. განასხვავებენ საზომ ხელსაწყოთა აბსოლუტურ, ფარდობით და დაყვანილ ცდომილებებს.

აბსოლუტური ცდომილება  $\Delta A$  წარმოადგენს სხვაობას ხელსაწყოს  $A$  ჩვენებასა და გასაზომი სიდიდის ნამდვილ  $A_0$  მნიშვნელობა შორის:

$$\Delta A = A - A_0$$

ფარდობითი ცდომილება  $\gamma$  წარმოადგენს აბსოლუტური ცდომილების ფარდობას გასაზომი სიდიდის ნამდვილ მნიშვნელობასთან, გამოსახულს პროცენტებში:

$$\gamma = X \cdot 100\%$$

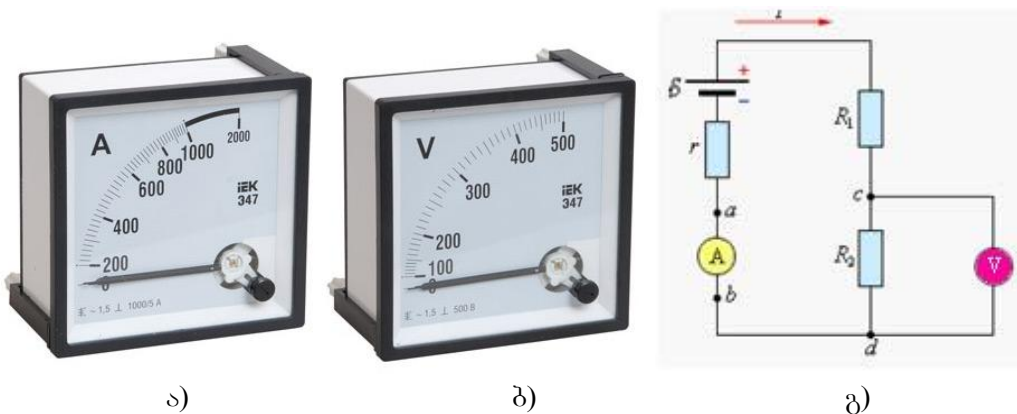
დაყვანილი ფარდობითი ცდომილება  $\gamma_{\text{დაყვ.}}$  წარმოადგენს აბსოლუტური ცდომილების ფარდობას მოცემული ხელსაწყო სკალის ზედა ზღვართან  $A_{\text{ზღვ.}}$  გამოსახულს პროცენტებში:

$$\gamma_{\text{დაყვ.}} = \frac{\Delta A}{A_{\text{ზღვ.}}} \cdot 100\%$$

დაყვანილ ფარდობით ცდომილებას ნორმალურ პირობებში ეწოდება ძირითადი დაყვანილი ცდომილება.

**დაიმახსოვრეთ!** სახელმწიფო სტანდარტის მიხედვით ისრიანი ხელსაწყოები სიზუსტის კლასის მიხედვით იყოფიან 8 კლასად: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 და 4,0.

ხელსაწყო სიზუსტის კლასი რიცხობრივად განსაზღვრავს ძირითად დაყვანილ ცდომილებას, გამოსახულს პროცენტებში. ეს ნიშნავს, რომ მაგალითად, 0,5 სიზუსტის კლასის ხელსაწყოთი გაზომვების ჩატარებისას სკალის ნებისმიერ მუშა ნაწილში ძირითადი დაყვანილი ცდომილება არ აღემატება 0,5 % -ს.



ნახ.6.4. ამპერმეტრი (ა), ვოლტმეტრი (ბ) და მათი ელექტრულ წრედში პირდაპირი ჩართვის სქემა (გ)

საზომი ხელსაწყოების ელექტრულ წრედში ჩართვის სქემები. დენის ძალის საზომი ხელსაწყო – ამპერმეტრი (ნახ.6.4.ა) ელექტრულ წრედში ირთვება მიმდევრობით, ხოლო ძაბვის საზომი ხელსაწყო ვოლტმეტრი (ნახ.6.4.ბ) – პარალელურად (ნახ.6.4.გ).

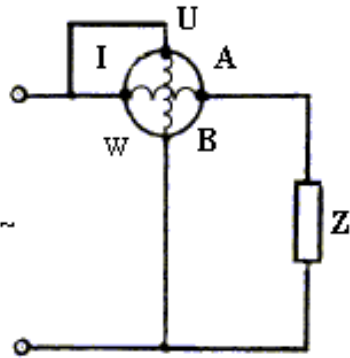
**დაიმახსოვრეთ!** სიმძლავრის გასაზომად მუდმივი დენის წრედში გამოიყენება ამპერმეტრ-ვოლტმეტრის მეთოდი (ნახ.6.4.გ). საკმარისია გავზომოთ დენი და ძაბვა და სიმძლავრე განისაზღვრება მათი ნამრავლით:  $P = U \cdot I$ . მაგრამ ამპერმეტრისა და ვოლტმეტრის მეთოდი ვარვისია სრული და აქტიური სიმძლავრის გასაზომად ცვლადი დენის წრედში, როცა დატვირთვა სუფთა აქტიური ხასიათისაა.



ყველაზე ხშირად სიმძლავრის გაზომვა ხორციელდება ერთი ხელსაწყოთი – ვატმეტრით (ნახ.6.5.ა). ვატმეტრი არის ელექტროდინამიური სისტემის ხელსაწყო და



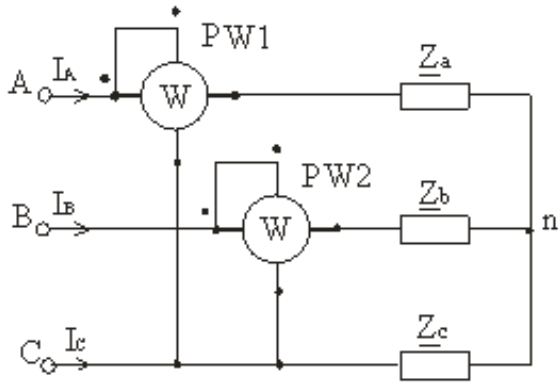
ა)



ბ)

ნახ.6.5. ვატმეტრი (ა) და მისი ერთფაზა წრედში ჩართვის სქემა (ბ)

გააჩნია ორი საზომი ელემენტი ორი კოჭას სახით: მიმდევრობითი და პარალელური. პირველ კოჭაში მიედინება დატვირთვის პროპორციული დენი, ხოლო მეორეზე მოდებულია ქსელის ძაბვა. მოძრავი ნაწილის მობრუნების კუთხე პროპორციულია კოჭებში დენისა და ძაბვის ნამრავლისა:  $\alpha = kUI$ . ნახ.6.4.ბ-ზე ნაჩვენებია ერთფაზა წრედში ვატმეტრის ჩართვის სქემა.



ნახ.6.6. სამფაზა წრედში აქტიური სიმძლავრის ორი ვატმეტრით გაზომვის სქემა

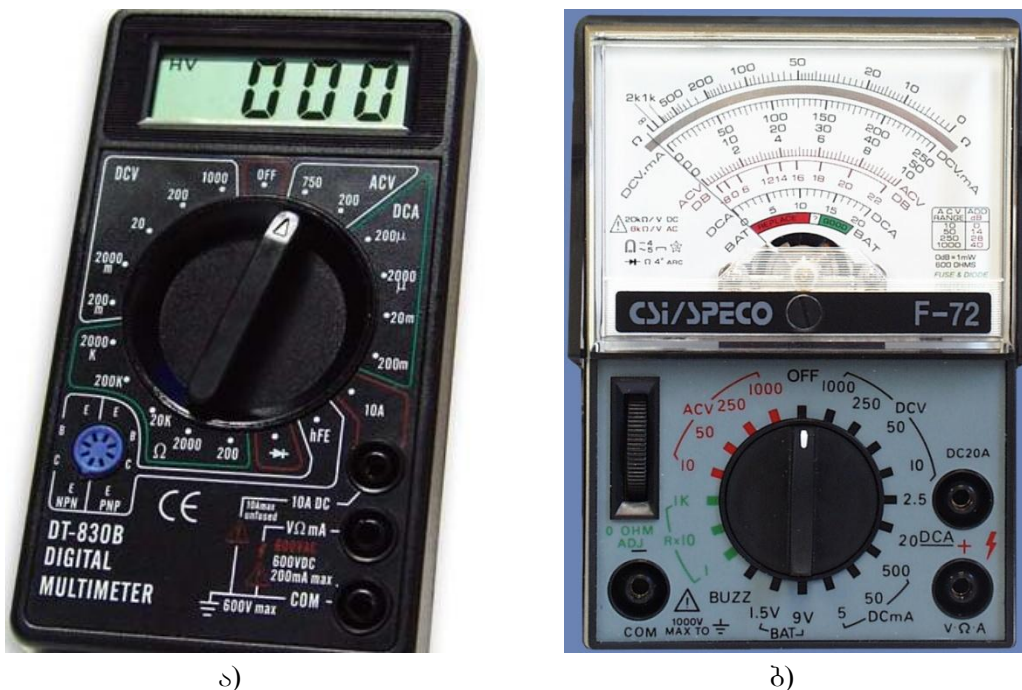
**სიმძლავრის გაზომვა სამფაზა წრედებში.** სამფაზა წრედებში სიმეტრიული და არასიმეტრიული დატვირთვისა და მიმღებების ნებისმიერი შეერთების დროს ფართოდ არის გავრცელებული აქტიური სიმძლავრის ორი ვატმეტრით გაზომვის სქემა (ნახ.6.6), სადაც ვატმეტრის დენის გრაგნილები ჩართულია ხაზურ  $I_A$  და  $I_B$  სადენებში, ხოლო ძაბვის კოჭები – შესაბამისად, ხაზურ ძაბვებზე  $U_{AC}$  და  $U_{BC}$ .

**საკონტროლო კითხვები:**

1. ძირითადად რამდენი ჯგუფის ელექტროსაზომი ხელსაწყოები გვხვდება?
2. რა ხელსაწყოთი იზომება ელემენტის წინაღობა?
3. რაზე არის დამოკიდებული ელექტრომაგნიტური სისტემის ხელსაწყოების მოქმედების პრინციპი?
4. როგორ განისაზღვრება დანაყოფის ფასი?
5. რას წარმოადგენს აბსოლუტური ცდომილება?
6. როგორ ირთვებიან წრედში ამპერმეტრი და ვოლტმეტრი?
7. ჩამოთვალეთ შტანგენფარგლის ძირითადი შემადგენელი ნაწილები.

## 6.2. ელექტრომონტაჟის დროს გამოყენებადი საკონტროლო-საზომი ხელსაწყოები

**მულტიმეტრი.** ყველა ადამიანს უნდა შეეძლოს საზომი ხელსაწყოებით სარგებლობა. როგორც აღვნიშნეთ, საზომი ხელსაწყოების მრავალი სახესხვაობა არსებობს, მათ შორის ვოლტ-ამპერ-ომმეტრი უნივერსალური ხელსაწყოა (შემოკლებით „ტესტერი“). ყველა მათგანის დაწვრილებით განხილვა შეუძლებელია. ამიტომ ჩვენ აქ დაწვრილებით განვიხილავთ მხოლოდ ყველაზე უფრო გავრცელებულ და ადვილად ხელმისაწვდომ DT-830 B ტიპის მულტიმეტრს (ნახ.6.7.ა). ამ მულტიმეტრს ციფრული მულტიმეტრი ეწოდება. გარდა ამისა, არსებობენ ანალოგიური მულტიმეტრებიც (ნახ.6.7.ბ).



ნახ.6.7. მულტიმეტრები: ციფრული (ა) და ანალოგიური (ბ)

DT-830 B ტიპის მულტიმეტრი შედგება შემდეგი ძირითადი ნაწილებისაგან: თხევადკრისტალიანი დისპლეი (ტაბლო);

ტრანზისტორების შესამოწმებელი პანელი. იგი მიეკუთვნება 4hFe სექტორს. მასზე ნაჩვენებია, რომელ ბუდეში ტრანზისტორის რომელი ფეხი უნდა ჩაისვას. მოწმდება N-P-N და P-N-P ტიპის ტრანზისტორების გარღვევა, გაწყვეტა და გადასვლის წინაღობის დიდი გადახრები სტანდარტული მნიშვნელობებიდან.

**საცეცების ჩასართველი ბუდეები:**

**COM** - განკუთვნილია უარყოფითი პოლარობის საცეცისათვის;

**VΩmA** - განკუთვნილია დადებითი პოლარობის საცეცისათვის მცირე დენების დროს.

**10 A** - განკუთვნილია დიდი სიდიდის (10 ა-მდე) მუდმივი დენის გასაზომად.

მრავალპოზიციანი გადამრთველი, რომელიც დაყოფილია სექტორებად:

OFF/ON – მულტიმეტრის კვების ამომრთველი, რომლითაც ხორციელდება მულტიმეტრის ჩართვა (ON) და გამორთვა (OFF).

DCV – მუდმივი ძაბვის გაზომვა (ვოლტმეტრი). ამ სექტორში გაზომვა 0–500 ვ დიაპაზონში. სექტორი დაყოფილია 5 დიაპაზონად: 200 მვ; 2000 მვ; 20 ვ; 200 ვ; 500 ვ.

**დაიმახსოვრეთ!** გადამრთველის მდგომარეობაში „500“ ვოლტი, ტაბლოზე, ზედა მარცხენა კუთხეში, აინთება გამაფრთხილებელი HV, რაც იმის მანიშნებელია, რომ ჩართულია გაზომვის ყველაზე მაღალი ზღვარი და ძაბვის საშიში მნიშვნელობის შესაძლო გამოჩენის გამო უნდა ვიყოთ ძალიან ფრთხილად.

ჩვეულებრივ, გაზომვების ჩატარებისას გადამრთველის გადართვა უნდა მოვახდინოთ დიაპაზონის დიდი მნიშვნელობებიდან მცირესაკენ.

მაგალითად, მანქანის აკუმულატორის ძაბვის გაზომვისას ვიცით, რომ მისი მნიშვნელობა 12 ვ-ია, ამიტომ აკუმულატორის ძაბვის შემოწმებისას გადამრთველს ვაყენებთ მდგომარეობაში „20“ ვ.

თუ გადამრთველს დავაყენებთ მდგომარეობაში „2000“ მვ, მაშინ ხელსაწყო შეიძლება გამოვიდეს მწყობრიდან, ხოლო თუ დავაყენებთ მდგომარეობაში „200“ ან, მაშინ ხელსაწყოს ჩვენება იქნება ნაკლებად ზუსტი.

როდესაც ცნობილი არ არის გასაზომი ძაბვის მნიშვნელობა, მაშინ გადამრთველს ვაყენებთ მდგომარეობაში „500“ ვ და ვაწარმოებთ გაზომვას. თუ გაზომვის შედეგი არ აღემატება ქვედა მდგომარეობის მნიშვნელობას და საჭიროა გაზომვის დიდი სიზუსტე, მაშინ გადამრთველი უნდა გადავრთოთ იმ ქვედა მდგომარეობაში, რომლის მნიშვნელობა, მეტობით აღებული, უფრო ახლოა გაზომვის შედეგთან.

ეს ხელსაწყო მოსახერხებელია განსაკუთრებით მუდმივი ძაბვის გაზომვისას, რადგან არ მოითხოვს პოლარობის აუცილებელ დაცვას. თუ პოლარობის საცეცები („+“ – წითელი, „-“ – შავი არ ემთხვევა გასაზომი ძაბვის პოლარობას, მაშინ ტაბლოს მარცხენა ნაწილში გამოჩნდება ნიშანი „-“, ხოლო ჩვენება შეესაბამება გაზომვის სიდიდეს.

ACV – ცვლადი ძაბვის გაზომვა (ვოლტმეტრი). ამ სექტორს აქვს გაზომვის ორი დიაპაზონი: 200 ვ და 500 ვ. გაზომვის თანმიმდევრობა და გადამრთველის მდგომარეობის დაყენება ხდება წინა სექტორის ანალოგიურად.

DCA – მუდმივი დენის გაზომვა (ამპერმეტრი). ეს სექტორი წარმოადგენს მუდმივი დენის მილიამპერმეტრს და გამოიყენება მხოლოდ მცირე დენების გასაზომად. მას გააჩნია 4 სექტორი: 200 მკა; 2000 მკა; 20 მა და 200 მა.

**დიდი სიდიდის მუდმივი დენი 10 A – დენის გაზომვა.** ამ სექტორში ინსტრუქციის მიხედვით, გაზომვა მიმდინარეობს რამდენიმე წამის განმავლობაში. გაზომვისას საცეცი უნდა გადავაადგილოთ მეორე ბუდიდან ბუდე 10 A -ში.

**დიოდი** – დიოდების შემოწმება. გაზომვის პრინციპი დამყარებულია ომმეტრის მუშაობის პრინციპზე. ამ სექტორს გააჩნია ერთი მდგომარეობა. თუ დიოდი გარღვეულია, მაშინ წინაღობა ძალიან მცირეა, ხოლო თუ დიოდი გაწყვეტილია, მაშინ წინაღობა უსასრულოდ დიდია.



$\Omega$  – წინაღობების შემოწმება. წინაღობების შემოწმების სექტორს აქვს 5 დიაპაზონი: 200 ომი; 2000 ომი; 20 კომი; 200 კომი; 2000 კომი ანუ შეუძლია გაზომოს წინაღობა 1 ომიდან 2000000 ომამდე (2 მომი). წინაღობის გაზომვის დროს ხელსაწყო ცდომილება საკმაოდ დიდია. სანამ გაზომვას დავიწყებთ საჭიროა ხელსაწყო საცეცების ბოლოები ერთმანეთთან შევახოთ. ამ დროს ხელსაწყო გვიჩვენებს საცეცების სადენების წინაღობას, ანუ მცირე წინაღობების გაზომვის დროს, მიღებულ შედეგს, უნდა გამოვაკლოთ საცეცების სადენების წინაღობის მნიშვნელობა.

ნახ.6.8. ნათურის წინაღობის შემოწმება მულტიმეტრით

თან. დაუშვათ ხელსაწყომ აჩვენა 0.9 ომი. წინაღობის ეს მნიშვნელობა უნდა გამოვაკლოთ გაზომვის შედეგს. გაზომვით ნათურის წინაღობა და მივიღეთ 70.8 ომი.

$$70.8 - 0.9 = 69.9 \text{ ომი.}$$

*დაიმახსოვრეთ! თუ ტაბლოს მარცხენა კუთხეში ნახვენებია 1-ანი, მაშინ გასაზომი წინაღობის სიდიდე უფრო მეტია, ვიდრე გადამრთველის მდგომარეობის შესაბამისი წინაღობა. თუ 1-ანი გამოსახულია გადამრთველის მდგომარეობაში 2000 კომი, მაშინ წრედი გაწყვეტილია.*

**И4352** ტიპის კომბინირებული საკონტროლო-საზომი ხელსაწყო (ტესტერი) (ნახ.6.9.ა).



ა)



ბ)

ნახ.6.9. ტესტერი (ა) და მეგერი (ბ)

ეს ხელსაწყო განკუთვნილია ძაბვის, დენის ძალისა და წინაღობის გასაზომად. აქვს: ელექტრულ გადატვირთვებისგან ავტომატური დაცვა; 7 დიაპაზონი მუდმივი და ცვლადი ძაბვის გასაზომად - 6, 30, 60, 150, 300, 600, 900 ვ;

8 დიაპაზონი ცვლადი დენის ძალის გასაზომად მილიამპერებში - 1, 5, 6, 15, 60, 150, 600, 1500, 6000 მა; 7 დიაპაზონი მუდმივი დენის ძალის გასაზომად მილიამპერებში - 6, 15, 60, 150, 600, 1500, 6000 მა; 5 დიაპაზონი წინაღობის კილომეგაომებში გასაზომად - 0,2; 3, 30, 300, 3000 კომი.

**ЭС 0202 2-Г ტიპის მეგაომეტრი ანუ მეგერი (ნახ.6.9.ბ)** გამოიყენება ელექტრული გამტარების, კაბელების, გასართების, ტრანსფორმატორების, ელექტრული მანქანების გრაგნილების და სხვა მოწყობილობების იზოლაციის წინააღობის გასაზომად. აგრეთვე, საიზოლაციო მასალების ზედაპირული და მოცულობითი წინააღობის გასაზომად. მას აქვს მეგაომებში გაზომვის 5 დიაპაზონი: 0-20, 1-20, 10-200, 100-2000, 1000-20000 მომი;

ხელსაწყოს ექსპლუატაცია ხდება გარემო ჰაერის  $-30^{\circ}$ -დან  $+40^{\circ}$ -მდე და 90%-იან ფარდობით ტენიანობის დროს; გაზომვათა დასაშვები ცდომილებაა პლუს-მინუს 2,5%; გართულ კლემებზე ნომინალური ძაბვაა 100, 500 და 1000 ვ.

**ჩამიწების წინააღობის საზომი Ф 4103-M1 (M 416-ის შემცველი) (ნახ.6.10.ა).** ჩამიწების წინააღობის გამზომი **Ф 4103-M1** განკუთვნილია ჩამიწების წინააღობის, აქტიური წინააღობის და გრუნტის კუთრი წინააღობის დასადგენად.



ა)



ბ)

**ნახ.6.10. ჩამიწების წინააღობის საზომი Ф 4103-M1 (ა) და თანამედროვე ციფრული ჩამიწების წინააღობის საზომი KEW 4101A c (ბ)**

**Ф 4103-M1**-ს აქვს ომებში წინააღობის გაზომვის 10 დიაპაზონი 0–0,3 ომიდან 0–15 კომამდე. ხელსაწყოს ექსპლუატაცია ხდება გარემო ჰაერის ტემპერატურაზე -  $25^{\circ}$ -დან  $+60^{\circ}\text{C}$ -მდე და 95%-იანი ფარდობითი ტენიანობის დროს, გაზომვათა დასაშვები ცდომილებაა  $\pm 2\%$ .

ნახ.6.10.ბ-ზე ნაჩვენებია თანამედროვე ციფრული ჩამიწების წინააღობის საზომი **KEW 4101A c**, რომლის გაზომვის დიაპაზონია 0-1200 ომი  $\pm 3\%$ .

**ელექტროსაზომი მარწუხი И4505M (ნახ.6.11.ა)** განკუთვნილია დენის ძალისა და ძაბვის გასაზომად, წრედის გაუწყვეტავად, 50–60 ჰერცი სიხშირისა და 600 ვ-მდე ძაბვის მქონე ცვლადი დენის ქსელში. აგრეთვე წინააღობის გასაზომად მუდმივი დენის წრედში. აქვს: დენის გაზომვის 5 დიაპაზონი: 0-10; 0-25; 0-100; 0-500 ა; 0-1000 ა; ძაბვის გაზომვის 2 დიაპაზონი: 0-300; 0-600 ვ; წინააღობის გაზომვის დიაპაზონი 0–2 კომი; ხელსაწყოს ექსპლუატაცია შესაძლებელია გარემო ტემპერატურის  $-30^{\circ}$ -

დან  $+50^{\circ}\text{C}$ -მდე და 98%-იანი ფარდობითი ტენიანობის დროს; სიზუსტის კლასი – 2,5.



ნახ.6.11. ელექტროსაზომი მარწუხები: ანალოგიური (ა) და ციფრული (ბ) და მარწუხით დენის გაზომვის ხერხი

ნახ.6.11.ბ-ზე მოცემულია M-266 ტიპის თანამედროვე ციფრული ელექტროსაზომი მარწუხი. ხოლო ნახ.6.11.გ-ზე ელექტროსაზომი მარწუხით გამტარში დენის გაზომვის ხერხი.

**საკონტროლო კითხვები:**

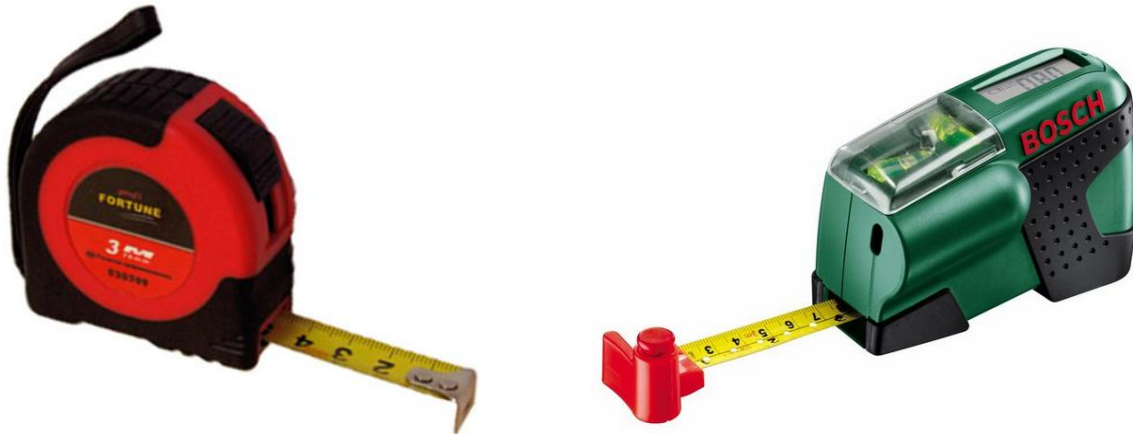
1. რა ძირითადი ნაწილებისაგან შედგება მულტიმეტრი?
2. რისთვის არის განკუთვნილი ელექტროსაზომი მარწუხი?
3. რისი მანიშნებელია ტაბლოზე, ზედა მარცხენა კუთხეში ანთებული გამაფრთხილებელი HV?
4. რისთვის გამოიყენება მეგერი?
5. სად ვაყენებთ ხელსაწყოს გადამრთველს, როცა ცნობილი არ არის გასაზომი სიდიდის მნიშვნელობა?

**6.3. მანძილის, გაბარიტული ზომების, კუთხისა და ღრეჩოს სიდიდის საზომი ინსტრუმენტები**

რაიმე სახის გაზომვების საწარმოებლად გამოიყენებენ სხვადასხვაგვარ საზომ ინსტრუმენტებს. მათ მიეკუთვნება: რულეტი, სახაზავი, კუთხემზომი, კარაკინი, შიგამზომი.

**რულეტი** არის სიგრძის საზომი ინსტრუმენტი. იგი წარმოადგენს მეტალის ან პლასტმასის ლენტს, რომელზეც დატანილია დანაყოფები მილიმეტრებში. იგი დახვეულია კოჭაზე და მოთავსებულია ლითონის ან პლასტმასის მრგვალ ბუდეში (ნახ.6.12.ა). თანამედროვე რულეტები თვითახვევადია. ფიქსაციისათვის მათ გააჩნიათ ფიქსატორი. რულეტების ტიპური სიგრძე 3-5 მეტრია. გვხვება აგრეთვე 7, 10 და 25-მეტრიანი რულეტები. მცირე სიგრძის რულეტებს აქვთ ზამბარიანი ახვევის მექანიზმი, ხოლო დიდი სიგრძისას – ხელით ასახვევი. უმცირესი

დანაყოფი 1 მმ-ის ტოლია. რულეტი მოხერხებულია იმითაც, რომ საზომი ლენტის ბოლოზე გააჩნია სპეციალური სამაგრი, რომლითაც იგი მაგრდება გასაზომი საგნის კიდეზე. ეს საშუალებას აძლევს ერთ ადამიანს დამოუკიდებლად გაზომოს 2 მ-ზე მეტი ზომის საგნები. უკანასკნელ ხანებში წარმოების მიერ გამოშვებულია ელექტრონული რულეტები (ნახ.6.12.ბ).



ა) ბ)  
ნახ.6.12. მექანიკური (ა) და ელექტრონული (ბ) რულეტები

*დაიმახსოვრეთ! მიკრომეტრი არის უნივერსალური ინსტრუმენტი, რომელიც გამოიყენება მცირე სიდიდის სხეულების ხაზოვანი ზომების დიდი სიზუსტით (2 მკმ) დასადგენად.*

არსებობს მექანიკური (ნახ.6.13.ა) და ელექტრონული (ნახ.6.13.ბ) მიკრომეტრები. მათი მოქმედების პრინციპი დაფუძნებულია ხრახნის გადაადგილებაზე ღერძის გასწვრივ მისი უძრავ ქანში ბრუნვის დროს.

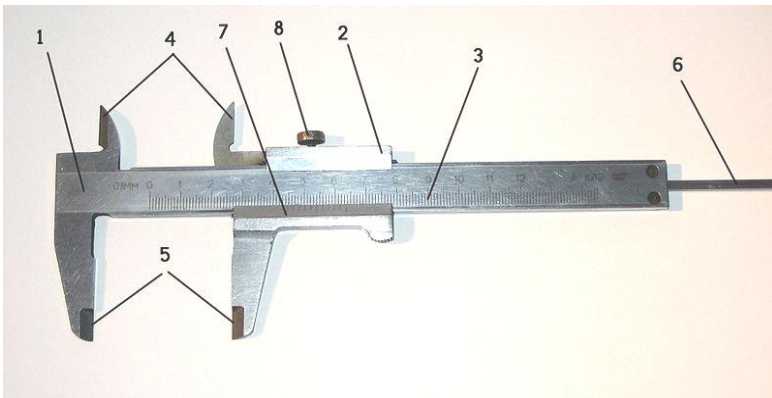
გადაადგილება პროპორციულია ღერძის გარშემო ხრახნის მობრუნების კუთხისა. სრული ბრუნვები აითვლება მიკრომეტრის ღეროზე დატანილ სკალაზე, ხოლო ბრუნვის ნაწილები – დოლურაზე მოცემულ წრიულ სკალაზე. ოპტიმალურად ითვლება ხრახნის გადაადგილება ქანში, მხოლოდ 25 მმ სიგრძეზე, რადგან უფრო მეტ სიგრძეზე ზუსტი ბიჯით ძნელია ხრახნის დამზადება. ამიტომ მიკრომეტრებს ამზადებენ სხვადასხვა ტიპ-ზომებით: 0 - 25 მმ; 25 – 50 მმ და ა.შ.



ა) ბ)  
ნახ.6.13. მექანიკური (ა) და ელექტრონული (ბ) მიკრომეტრები

**შტანგენფარგალი** (ნახ.6.14) წარმოადგენს ერთერთ ზუსტ უნივერსალურ საზომ ინსტრუმენტს, რომელიც გამოიყენება სხეულთა გარე და შიგა ზომების,

ხვრელების დიამეტრისა და სიღრმეების, დეტალების სისქეების მაღალი სიზუსტით განსაზღვრისათვის რამდენიმე მილიმეტრიდან რამდენიმე დეციმეტრამდე.



ნახ.6.14. შტანგენფარგალი

შტანგენფარგალის ძირითადი შემადგენელი ნაწილებია: შტანგა – 1; მოძრავი ჩარჩო – 2; შტანგის სკალა – 3; ტუჩები შიგა გაზომვისათვის – 4; ტუჩები გარე გაზომვისათვის – 5; სიღრმის გასაზომი სახაზავი – 6; ნონიუსი – 7; ჩარჩოს მოსაჭერი ხრახნი – 8.

შტანგენფარგალი იყოფა შემდეგ სახეობებად: ნონიუსიანი (ნახ.6.15.ა); ციფერბლატიანი (ნახ.6.15.ბ), რომელსაც გააჩნია ციფრული ჩვენება სწრაფი ათვლისათვის; ციფრული (ნახ.6.15.გ), მას გააჩნია ელექტრული ინდიკაცია სწრაფი ათვლისათვის.



ა)



ბ)



გ)

ნახ.6.15. შტანგენფარგლის სახეები: ა – ნონიუსიანი; ბ – ციფერბლატიანი; გ – ციფრული

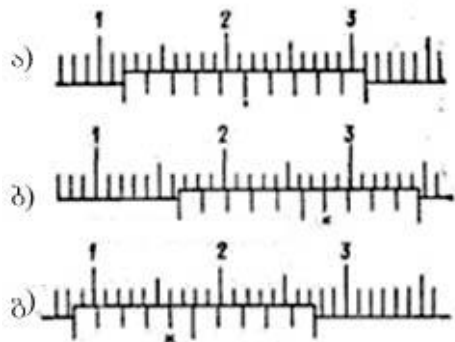
**დაიმახსოვრეთ!** გაზომვის დროს შტანგისა და ნონიუსის სკალების მიხედვით შტანგენფარგალზე ათვლის თანმიმდევრობა ასეთია: 1. ითვლიან მთელი მილიმეტრების რიცხვს. ამისათვის შტანგის სკალაზე პოულობენ ხაზს, რომელიც მარცხნიდან უახლოესია ნონიუსის ნულოვან ხაზთან და იმახსოვრებენ მის რიცხვით მნიშვნელობას; 2. ითვლიან მილიმეტრების ნაწილს. ამისათვის ნონიუსის სკალაზე პოულობენ ხაზს, რომელიც უახლოესია ნულოვან დანაყოფთან და ემთხვევა შტანგის სკალის ხაზს. ამ ხაზის რიგით ნომერს ამრავლებენ ნონიუსის სკალის დანაყოფის ფასზე 0,1 მმ-ზე. 3. ითვლიან შტანგენფარგლის მაჩვენებლის მთლიან სიდიდეს, რისთვისაც კრებენ მთელი მილიმეტრებისა და მილიმეტრის ნაწილებს.

განვიხილოთ მაგალითები. 1) თუ მაგალითად, რაიმე დეტალის გაზომვის დროს ნონიუსის სკალის ნულოვანი ხაზი ზუსტად დაემთხვა შტანგის სკალის მე-12 ხაზს (ნახ.6.16.ა), მაშინ ეს ნიშნავს, რომ მოცემული დეტალის ზომა არის 12 მმ; 2) თუ ნონიუსის სკალის ნულოვანი ხაზი არ ემთხვევა შტანგის სკალის რომელიმე ხაზს (ნახ.6.16.ბ), მაშინ პირველ რიგში შენიშნავენ თუ შტანგის სკალის

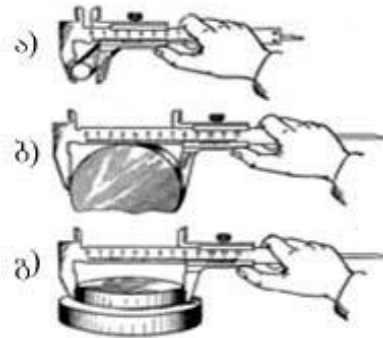


რომელი ხაზი უკვე გაიარა ნონიუსის ნულოვანმა ხაზმა. ნახ.6.16.ბ-ზე ასეთია მე-16 ხაზი. ამის შემდეგ უყურებენ ნონიუსის სკალის რომელი ხაზი ემთხვევა ყველაზე უკეთ შტანგის სკალის რომელიმე ხაზს. ნახ.6.16.ბ-ზე ასეთია მე-6 ხაზი. ეს ნიშნავს, რომ შტანგენფარგლის ჩვენებაა  $16+6 \times 0,1=16,6$  მმ; 3) ნახ.6.16.გ-ზე შტანგენფარგლის ჩვენება შეესაბამება ზომას 8,4 მმ.

მცირე დიამეტრის დეტალების შტანგენფარგლით გაზომვა ნაჩვენებია ნახ. 6.17.ა-ზე. შტანგენფარგლით გაზომვების დროს შტანგენფარგლის შტანგა არ უნდა ეხებოდეს გასაზომი დეტალის ზედაპირს. თუ შტანგენფარგალი აღმოჩნდება ნახ.6.17.ბ მდგომარეობაში, მაშინ გაიზომება არა დეტალის დიამეტრი, არამედ ქორდა. დიდი დიამეტრის დეტალების გაზომვის დროს შტანგენფარგლის სწორასდ გამოყენების ხერხი ნაჩვენებია ნახ.6.17.გ-ზე.



ნახ.6.16. შტანგენფარგლის ჩვენების



ნახ.6.17. შტანგენფარგლით გაზომვის ხერხები: სწორი (ა, გ); არასწორი (ბ)

**სახაზავი** – ყველაზე მარტივი და გავრცელებული ინსტრუმენტია. იგი წარმოადგენს ფირფიტას, რომელსაც მინიმუმ, ერთი მხარე სწორი აქვს და გამოიყენება დეტალების საზომი ზომებისა და მანძილების გასაზომად. სახაზავები მზადდება 18-დან 40 მმ-მდე სიგანის, გაზომვის ზღვართ 150, 300, 500 და 1000 მმ. მას შეიძლება ჰქონდეს ერთი ან ორი სკალა (ნახ.6.18). სახაზავის უმცირესი დანაყოფის ფასია 1 მმ.



ა)



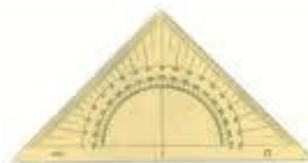
ბ)

ნახ.6.18. ერთსკალიანი (ა) და ორსკალიანი (ბ) სახაზავები

სახაზავი შეიძლება იყოს სამკუთხა (ნახ.6.19.ა,ბ) და დასაკეცი სახით (ნახ.6.19.გ) – ლითონის, ხის და პლასტმასის. სახაზავებს, რომელთა ზომები 1000 და მეტი მილიმეტრია, ეწოდებათ მეტრი.



ა)



ბ)



გ)

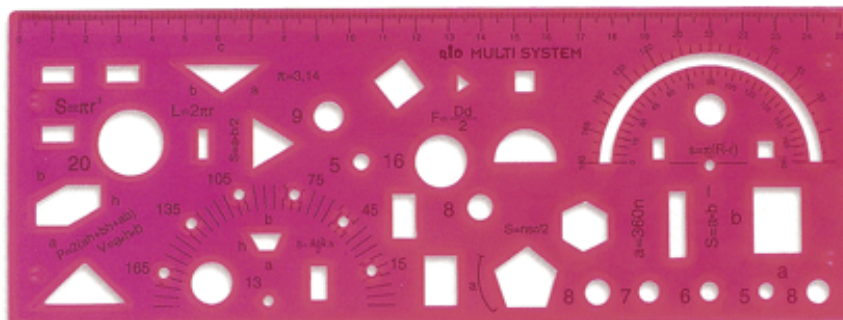
ნახ.6.19. სამკუთხა (ა, ბ) და დასაკეცი სახაზავები

დასაკეცი მეტრები მზადდება 1000 მმ სიგრძისა (გაშლილ მდგომარეობაში). ისინი შედგებიან ერთმანეთთან შეერთებული 10 დრეკადი ფირფიტისგან (ნაწილი-სგან), ნაწილების სიგანე 10-12, ხოლო სისქე 0,4-0,6 მმ.

**სახაზავი-ტრაფარეტი** (ნახ.6.20) გამოიყენება ესკიზების შესასრულებლად. სახაზავი საშუალებას იძლევა ესკიზებზე სწრაფად იქნეს დატანილი გასანათებელი არმატურის ზომები, აგრეთვე გასანათებელი აპარატურის დამაგრების ადგილები.

**დამახსოვრეთ!** სახაზავი-ტრაფარეტის გამოყენება არამარტო ამალეებს შრომის წარმადობას, არამედ მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ესკიზების ხარისხს.

სახაზავი მზადდება გამჭვირვალე პლასტმასისგან სისქით 1-1,5 მმ.



ნახ.6.20. სახაზავი – ტრაფარეტი

**ტელესკოპური სახაზავი** (ნახ.6.21.) – განკუთვნილია ტრასების სიგრძის გასაზომად. შედგება სამი სექციისგან. პირველი ჩასმულია მეორეში, მათ შეუძლიათ ერთიმეორის მიმართ გადაადგილება. მესამე სექცია მიერთებულია ღერძზე. მას აქვს ტრანსპორტირი და საშუალებას იძლევა გაიზომოს ტრასების კუთხეები. სახაზავი მზადდება ალუმინის შენადნობისგან, მისი საერთო მასაა 0,9 კგ.



ნახ.6.21. ტელესკოპური სახაზავი (ა) და ლაზერული მანძილმზომი (ბ)

ბოლო დროს ფართოდ გამოიყენება მაღალტექნოლოგიური ლაზერული შორსმზომები. ნახ.20-ზე მოცემულია მსოფლიოში ერთერთი ყველაზე პატარა ლაზერული მანძილმზომი BOSCH DLE 50. მას გააჩნია გაზომვის მაღალი სიზუსტე 0,05–50 მ მანძილების დიაპაზონში ( $\pm 1,5$  მმ/მ) და ფუნქციათა მდიდარი კრებული. მას შეუძლია გაზომოს ფართობი მოცულობა, სიგრძე. აქვს შეკრების, გამოკლების, გაზომვის შედეგების შენახვისა და განმეორებითი გამოძახების ფუნქციები.

შეუძლია გაზომვა უწყვეტ რეჟიმში; განსაზღვროს მინიმალური და მაქსიმალური მანძილები. გაზომვის მაქსიმალური დრო 4 წმ-ია.

**კუთხესაზომის** დანიშნულებაა ნაკეთობის გარე კუთხეების გაზომვა. იგი შედგება ფუძისაგან, რომელიც წარმოადგენს ნახევარ-დისკს და დაგრადუირებულია გრადუსებში. ფუძის ღერზე დაყენებულია სახაზავი ნონიუსით, რომელიც მაგრდება საჭირო მდგომარეობაში ქანჩით. გარდა მექანიკურისა (ნახ.6.22.ა) არსებობს აგრეთვე ელექტრონული (ნახ.6.22.ბ) და ლაზერული კუთხემზომები (ნახ.6.22.გ).

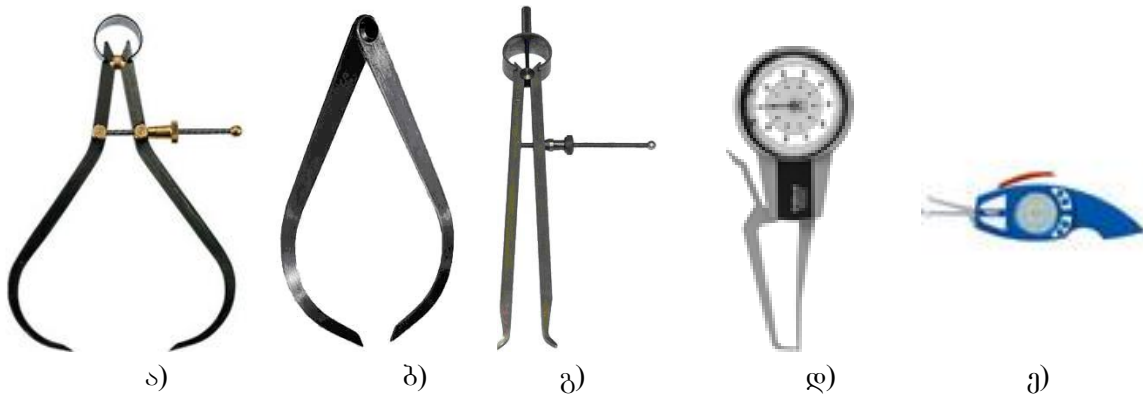


ნახ.6.22. მექანიკური (ა), ელექტრონული (ბ) და ლაზერული (გ) კუთხემზომები

**დაიმახსოვრეთ!** კარაკინი ერთი მხრივ შეიძლება განვიხილოთ, როგორც სახაზავი ფარგალი, რომლის ფეხებს შორის კუთხე ყენდება და ფიქსირდება მიკრომეტრული ხრახნით.

მისი საშუალებით შეიძლება შემოვსახოთ 2–80 მმ დიამეტრის წრესაზი. მეორე მხრივ, შეიძლება განვიხილოთ, როგორც საზომი, რომელიც გამოიყენება მრგვალი კვეთის დეტალების გარე დიამეტრის დასადგენად. არსებობს კარაკინის სხვადასხვა ტიპები – 5-დან 300 მმ-მდე გაზომვის შესაძლებლობით.

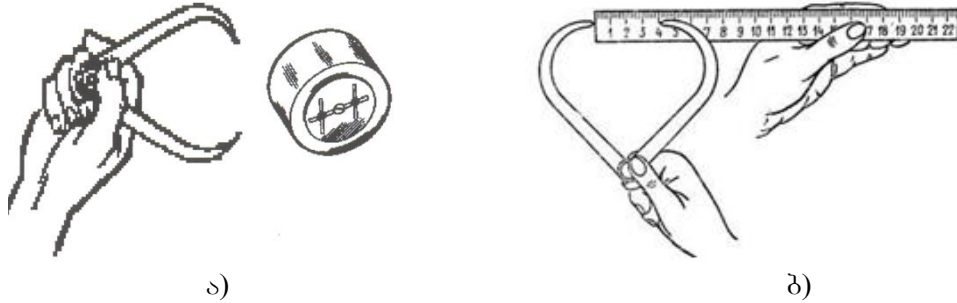
დღეისათვის წარმოებულია კარაკინები: 1) დეტალების გარე დიამეტრებისა და წრფივი ზომების გასაზომად (ნახ.6.23.ა,ბ); 2) დეტალების შიგა დიამეტრის გასაზომად (ნახ.6.23.გ).



ნახ.6.23. გარე (ა,ბ) და შიგა დიამეტრის (გ) საზომი, ციფრული (დ) და ელექტრონული (ე) კარაკერები

უკანასკნელ ხანებში წარმოების მიერ გამოშვებულია: ციფერბლატიანი (ნახ.6.23.დ) და ელექტრონული (ნახ.6.23.ე) კარაკერები.

როზეტის დასაყენებლად და ხვრელის დიამეტრის დასადგენად საჭიროა გავშალოთ კარაკინის ფეხები როზეტის დიამეტრზე მეტ სიდიდეს, დავადლოთ კარაკინი როზეტს და მოვზიდოთ მისი ფეხები ისე, რომ ფეხების ბოლოები ეხებოდნენ როზეტის ზედაპირს (ნახ.6.24.ა).

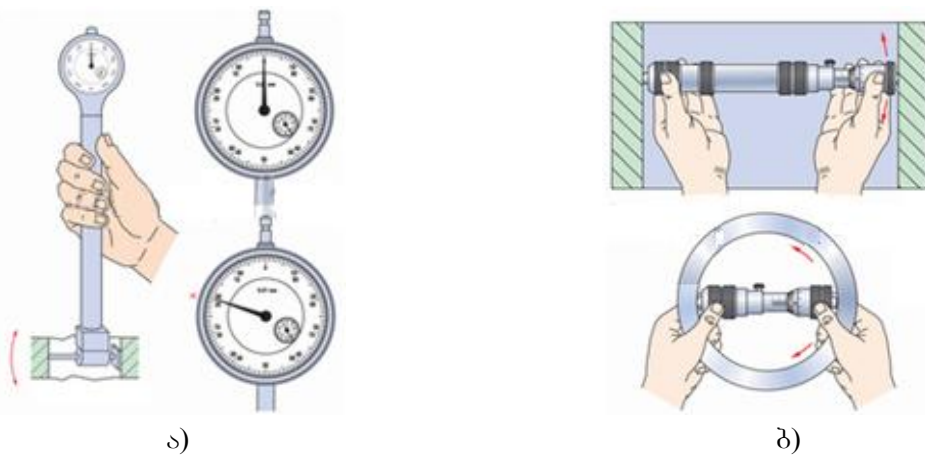


ნახ.6.24. როზეტის დიამეტრის დადგენა (ა) და ზომის წაკითხვა (ბ)

შემდეგ, მდგომარეობის შენარჩუნებით, კარაკინი უნდა დავადლოთ გაშლილი ფეხებით სახაზავს და ამოვიკითხოთ ზომა (ნახ.6.24.ბ).

**დაიმახსოვრეთ!** შიგსაზომი განსაკუთრებით ზუსტი ხელსაწყოა ხვრელების, ღრმულებისა და შიგა ზედაპირების ზომების გასაზომად.

ფართო გავრცელება ჰპოვა ინდიკატორულმა და მიკრომეტრულმა შიგსაზომებმა. ინდიკატორული შიგსაზომი (ნახ.6.25.) საშუალებას იძლევა გაიზომოს ხვრელის დიამეტრი 6 მმ-დან ზევით. ინსტრუმენტის დანაყოფის ფასი შეადგენს 0,01 მმ, ხოლო ცდომილება 0,15–0,025 მმ. ასეთი შიგსაზომი შედგება ორი ნაწილისაგან: საზომი მოწყობილობისა და საათის ტიპის ინდიკატორისაგან. მასზე დატანილია ორი სკალა: დიდი, დანაყოფის ფასით 0,01 მმ, რომელზეც ისრის ერთი სრული ბრუნე შეესაბამება 1 მმ-ს და პატარა სკალა, რომელიც გვიჩვენებს დიდი ისრის ბრუნვათა რიცხვს, ანუ მილიმეტრებს.

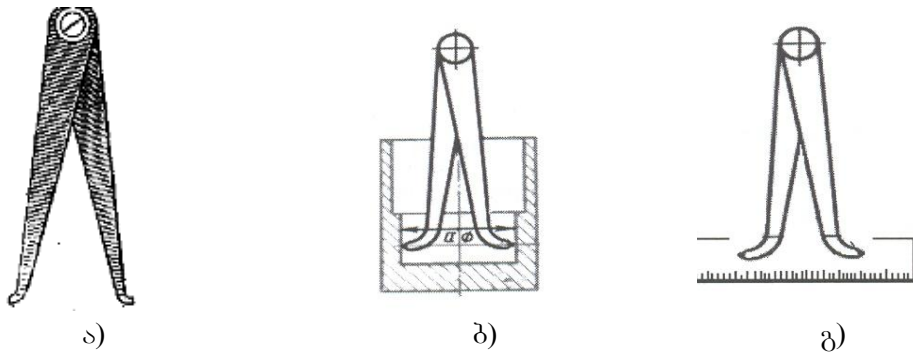


ნახ.6.25. ინდიკატორული (ა) და მიკრომეტრული (ბ) შიგსაზომები

მიკრომეტრული შიგსაზომი (ნახ.6.25.ბ) შედგება დეროსაგან, რომელშიც ჩაწნეხილია სფერული საზომი დაბოლოებები, მიკრომეტრული ხრახნისაგან, მიკრომეტ-

რულ ხრახნთან ხისტად დაკავშირებული დოლისაგან, ხუფისაგან, რომელიც ამაგრებს დოლს მიკრომეტრულ ხრახნზე, დამცავი ხუფისა და საჩერისაგან.

ამ ინსტრუმენტის გამოყენებისას ისინი უნდა დავაყენოთ ზუსტად გასაზომი ხვრელის ცენტრის ღერძის პერპენდიკულარულად.



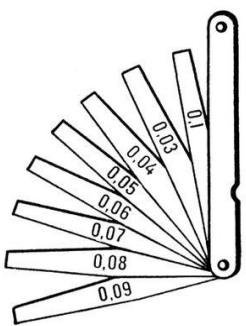
ნახ.6.26. მარტივი შიგსაზომი (ა), ხვრელის დიამეტრის განსაზღვრა (ბ) და წაკითხვა (გ)

განხილული ინსტრუმენტები გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როცა საჭიროა დეტალებისა და ხვრელების ზომები განისაზღვროს მილიმეტრის მეასედი სიზუსტით. სხვა შემთხვევაში გამოიყენება ნახ.6.26.ა-ზე მოცემული შიგსაზომი.

**დაიმახსოვრეთ!** ხვრელის დიამეტრის დასადგენად შიგამზომი უნდა შევიყვანოთ ხვრელში და გავშალოთ ფეხების ბოლოები (ნახ.6.26.ბ).

შემდეგ, მდგომარეობის შენარჩუნებით, შიგამზომი დავადლოთ სახაზავს და ამოვიკითხოთ ზომა (ნახ.6.26.გ).

**ღრეჩოსაზომი ანუ საზომი საცეცები** გამოიყენება სიბრტყეებს შორის ღრეჩოების კონტროლისათვის. მას აქვს განსაზღვრული სისქის ფირფიტების სახე (ნახ.6.27.) და მზადდება მასალისაგან, რომლის სისქე 0,02 მმ-დან 1 მმ-მდეა.



ნახ.6.27. ღრეჩოსაზომი

გამოშვებულია სხვადასხვა სისქის ფირფიტების კრებული სახით.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რისთვის გამოიყენება რულეტი?
2. რომელი ხელსაწყო გამოიყენება მცირე სიდიდის სხეულების ხაზოვანი ზომების დიდი სიზუსტით (2 მკმ) დასადგენად?
3. როგორია ათვის თანმიმდევრობა შტანგენფარგალზე?
4. რისთვის არის განკუთვნილი ტელესკოპური სახაზავი?
5. რას წარმოადგენს კუთხესაზომი?
6. როგორ მოვიქცეთ ხვრელის დიამეტრის შიგსაზომით გაზომვის დროს?

## 6.4. ელექტროსამონტაჟო კედლებზე, იატაკსა და ჭერზე მოსანიშნი მოწყობილობები

ელექტროსამონტაჟო სამუშაოების შესრულებისას მოსანიშნ ინსტრუმენტებს განეკუთვნება ფარგალი, ტრაფარეტი, გონიო და საწერტელი.

**ფარგალი** წარმოადგენს ინსტრუმენტს, რომელიც გამოიყენება წრეხაზებისა და რკალების შემოსახაზავად (ნახ.6.28.) იგი შეიძლება გამოყენებული იქნეს აგრეთვე, მანძილების გასაზომად, მაგალითად რუკაზე. ჩვეულებრივ ფარგალი მზადდება ლითონისაგან და შედგება სახსართო შეერთებული ორი ნაწილისაგან. ერთი ნაწილის ბოლოში მოთავსებულია ნემსი, ხოლო მეორის – საწერი საგანი (მაგალითად, ფანქრის წვერი) (ნახ.6.28.ა). საზომ ფარგალს ორივე წვერზე აქვს ნემსები (ნახ.6.28.ბ,გ). თავის მხრივ ფარგალი არსებობს მარტივი (ნახ.6.28.ა), რკალიანი (ნახ.6.28.ბ), ზამბარიანი (ნახ.6.28.გ) და ხრახნიანი (ნახ.6.28.დ).

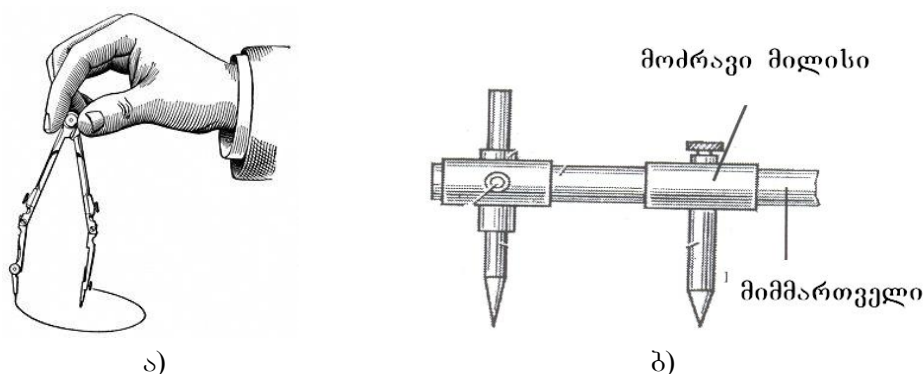
**დამახსოვრეთ!** წრის მოსანიშნად ფარგლის ერთი ფეხი უძრავად ეყნდება დეტალის ნავარაუდევ ცენტრში, ხოლო მეორეს დატრიალებით შემოიხაზება წრეხაზი.

მაგარი ლითონის შტანგის სახის ფარგლები, რომლებიც დამაგრებულია მილისში, როგორც მიმმართველში და განკუთვნილია დიდი დიამეტრის წრეების მოსანიშნად. მიუხედავად დიდი ზომებისა, ასეთ ფარგლებს გაზომვის საკმაოდ დიდი სიზუსტე აქვთ.



ნახ.6.28. ფარგლის სახეები: მარტივი (ა), რკალიანი (ბ), ზამბარიანი, ხრახნიანი (დ)

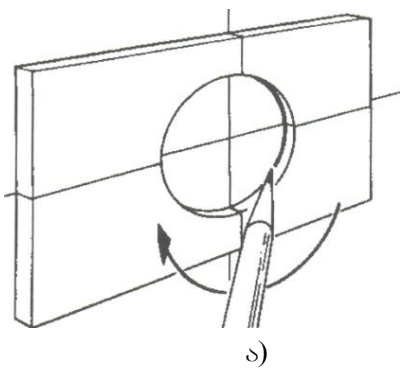
წრის მოსანიშნად ფარგლის ერთი ფეხი უძრავად ეყნდება დეტალის ნავარაუდევ ცენტრში, ხოლო მეორის დატრიალებით შემოიხაზება წრეხაზი (ნახ.6.29.ა).



ნახ.6.29.ა.ფარგლით მონიშვნა: მცირე (ა) და დიდი (ბ) დიამეტრის წრეხაზების

მაგარი ლითონის შტანგის სახის ფარგლები, რომლებიც დამაგრებულია მილისში როგორც მიმართველში, განკუთვნილია დიდი დიამეტრის წრეების მოსანიშნად (ნახ.6.29.ბ). მიუხედავად დიდი ზომებისა, ასეთ ფარგლებს გაზომვის საკმაოდ დიდი სიზუსტე აქვთ.

**ტრაფარეტი** არის სამარჯვი, რომელიც გამოიყენება სხვადასხვა ზედაპირებზე დიდი რაოდენობის იდენტური სიმბოლოებისა (ასოებისა) და სხვადასხვაგვარი ფიგურების დასატანად. იგი წარმოადგენს ქაღალდის ან გამჭირვალე ფირის ფურცელს, რომელზეც ამოჭრილია რამდენიმე სეგმენტი და რომლებიც ქმნიან საწყის გამოსახულებას. ტრაფარეტის დამზადებისას სურათი დაიყოფა იმგვარ სეგმენტებად, რომ დახატვისას ტრაფარეტი არ დაიხეს.



ABCDEFGHIJKLMNO  
PQRSTUVWXYZÀÁÊË  
abcdefghijklmno p q  
r s t u v w x y z ù ú û ü ö ø Æ  
1234567890(\$£€.,!?)

ნახ.6.30. ასოების ტრაფარეტი (ა) და ხვრელის მონიშვნა ტრაფარეტით (ბ)

ნახ.6.30.ა-ზე მოცემულია ასოების ტრაფარეტი. ელექტრომემონტაჟეები ტრაფარეტებს გამოიყენებენ რთული კონფიგურაციის ხვრელების მოსანიშნად. ხვრელის კონტურის მონიშვნა დამოკიდებულია მის ფორმაზე. ტრაფარეტით მონიშვნა კეთდება გადამკვეთი ხაზების დახაზვით, რომლებიც აჩვენებენ კედლის კოლოფის მდებარეობას და შემდეგ ტრაფარეტის ხვრელის შიდა მხრიდან შემოავლებენ ფანქარს (ნახ.6.30.ბ).

**გონიო** განკუთვნილია მართი კუთხის მოსანიშნად და გასაზომად. გონიო (ნახ.6.31.ა) შედგება მართკუთხა კალაპოტისაგან და მასში ჩასმული დანაყოფებიანი ან უდანაყოფო ხის ან ლითონის სახაზავისაგან.

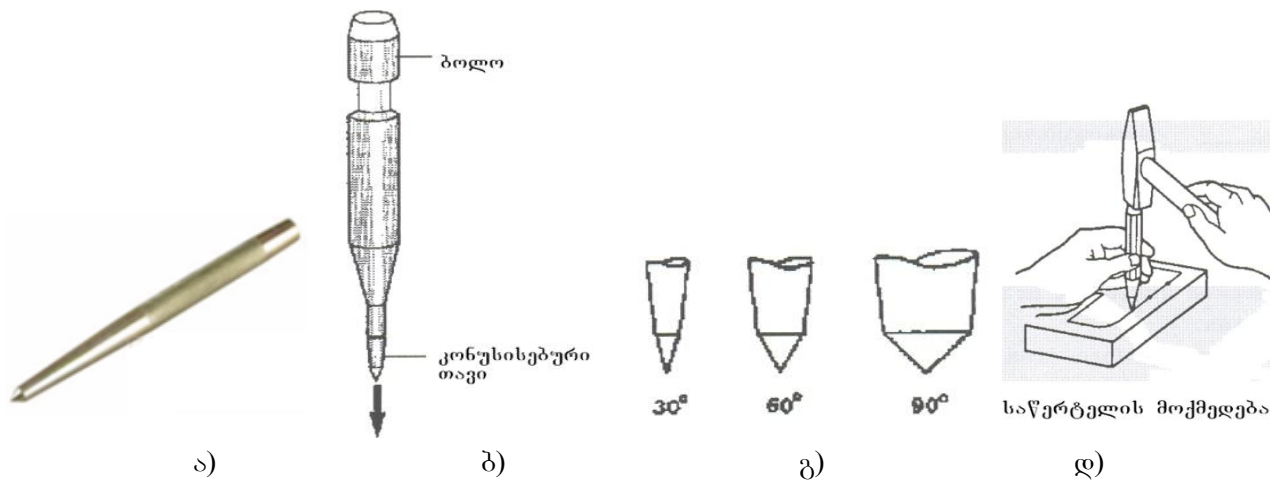
მომიჯნავე კედლებს შორის მართი კუთხის შესამოწმებლად გონიოს შიდა წახნაგებით ადებენ მომიჯნავე მოსანიშნ ხაზებს (ნახ.6.31.ბ). თუ ხაზები ემთხვევა გონიოს გვერდებს, მართი კუთხე დაცულია.



ნახ.6.31. გონიო

**დაიმახსოვრეთ! საწერტელი ხელის საზეინკლო ინსტრუმენტია, რომელიც განკუთვნილია ნამზადის ზედაპირზე მცირე ღრმულების ანუ „წერტილების“ მოსანიშნად.**

საწერტელი მზადდება მაღალხარისხოვანი ინსტრუმენტული ფოლადისგან. იგი წარმოადგენს წრიული განივკვეთის ღეროს (ნახ.6.32.ა) ის ასევე შეიძლება იყოს ზამბარიანი (ნახ.6.32.ბ) 100-დან 175 მმ-მდე სიგრძის. საწერტელი შედგება შემდეგი ნაწილებისგან: მომრგვალებული ან კონუსისებური თავი; კვადრატული, მრგვალი ან ექვსწახნაგა ბოლო; 30, 60 ან 90-გრადუსიანი კუთხით წამახვილებული გამოწვრილები წვერი (ნახ.6.32.გ). ღრმული კეთდება, როცა საწერტელს ოდნავ ურტყამენ ჩაქუჩს (ნახ.6.32.დ).



ნახ.6.32. ჩვეულებრივი (ა) და ზამბარიანი (ბ) საწერტელი; საწერტელის ბოლოები (გ) და საწერტელის მოქმედება (დ)

არსებობს აგრეთვე ორწვერიანი საწერტელი. ის ავტომატურად ნიშნავს ერთმანეთისგან ტოლი მანძილებით დაშორებულ წერტილებს. ერთ-ერთი წვერს დააყენებენ ადრე ჩაღრმავებულ ნიშნულში, რომელიც გამოიყენება მიმმართველად.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. ჩამოთვალეთ მოსანიშნი ინსტრუმენტები.
2. რისთვის გამოიყენება ფარგალი?
3. რას წარმოადგენს და რისთვის გამოიყენება ტრაფარეტი?
4. რომელი ხელსაწყოა განკუთვნილი კუთხეების მოსანიშნად და გასაზომად?



## 6.5. მონტაჟის დროს გამოყენებული ინსტრუმენტები და სამარჯვები

**პიროტექნიკური ინსტრუმენტები და მექანიზმები.** ელექტროსამონტაჟო სამუშაოების შესრულებისას გამოიყენებენ ინსტრუმენტებსა და მექანიზმებს, რომლებიც მოქმედებაში მოჰყავს დენთის აფეთქების შედეგად გამოყოფილ ენერგიას. მათ მიეკუთვნება სამშენებლო-სამონტაჟო დამბაჩა, პორიტექნიკური სვეტი და სამშენებლო სამონტაჟო წნეხი.

სამშენებლო-სამონტაჟო დამბაჩა (ნახ.6.33.ა) გამოიყენება რკინის გამოწრობილი დიუბელების ჩასარჭობად ბეტონის, აგურის და რკინის საყრდენებზე, ელექტროტექნიკური და სხვა მოწყობილობის ამ საყრდენებზე დასამაგრებლად.

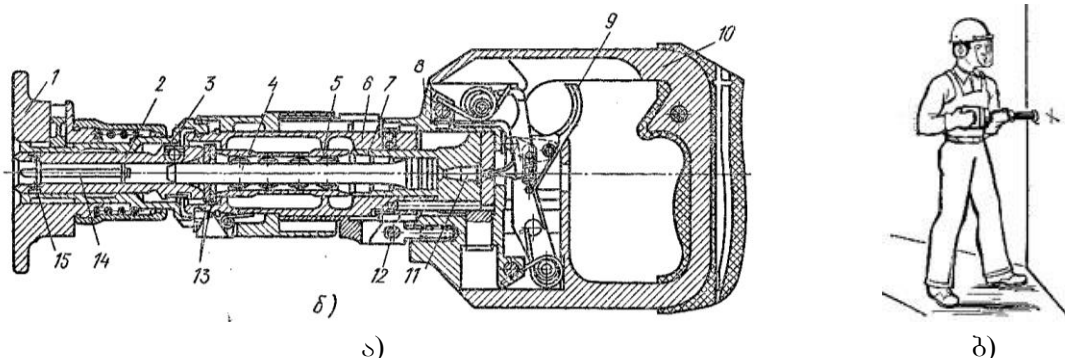
ასეთი ინსტრუმენტების უპირატესობაა: მაღალი მწარმოებლურობა, ავტონომიურობა, დაბალ ტემპერატურაზე მუშაობის შესაძლებლობა, საკმაოდ ადვილი და მოსახერხებელი მომსახურება.

დამბაჩით მუშაობის დროს ჩვეულებრივ გამოიყენება დიუბელი – ლურსმნები (ნახ.6.33.ბ) სიგრძით 27-100 მმ, დიამეტრით: 3,7;4,5;6,8 მმ.



ნახ.6.33. სამშენებლო-სამონტაჟო დამბაჩა (ა), დენთიანი მასრა (ბ) და სხვადასხვა სახის დიუბელი (გ, დ, ე)

ნახ.6.34.ა-ზე მოცემულია ПЛ-52 ტიპის დგუშიანი დამბაჩის აგებულება და მუშაობის პრინციპი. დამუხტულ მდგომარეობაში მისი შემადგენელი ნაწილებია: 1-ზამბარიანი მიმბჯენი; 2. მიმმართველი; 3. ბუნიკი; 4. დგუში; 5.-გამკვეთი; 6 – ქურო; 7 – ლულა; 8 – კოლოფი; 9 – გამში ბერკეტი; 10 – სახელური; 11 – ვაზნა; 12 – შემაერთებელი დერძი; 13 – ამორტიზატორი; 14 – დიუბელი; 15 - ბურთულიანი ფიქსატორი.



ნახ.6.34. ПЛ- 52 ტიპის დგუშიანი დამბაჩის აგებულება (ა) და ელექტროსამონტაჟო სამუშაოები დამბაჩის გამოყენებით (ბ)

დიუბელი ჩასატყედად თავსდება ლულის არხში უშუალოდ ჩასატყედეელი ზედაპირის სიახლოვეს (წინ). ვაზნის (11) და დიუბელს (14) შორის განთავსებულია

დგუში (4). ვაზნაზე ჩახმახის წვეტის (3) დარტყმისას ააღდება დენთი, დენთის გაზი ზემოქმედებს დგუშზე, ის იწყებს მოძრაობას ლულის არხში (7) და ურტყამს დიუბელს, რომელიც დარტყმის ძალის ზემოქმედებით ერჭობა სამშენებლო საყრდენში. წარმოებს არა დიუბელის გასროლა, არამედ ჩარჭობა, ანალოგიურად, ლურსმნის ჩაქუჩით ჩარჭობისა.

**დაიმახსოვრეთ!** დამბახის გამოყენებისას მნიშვნელოვანია ვაზნის შერჩევა მისი მუხტის სიმძლავრის მიხედვით, რომელიც უნდა შეესაბამებოდეს სამშენებლო საყრდენისა და გასახვრეტი დეტალის მასალას.

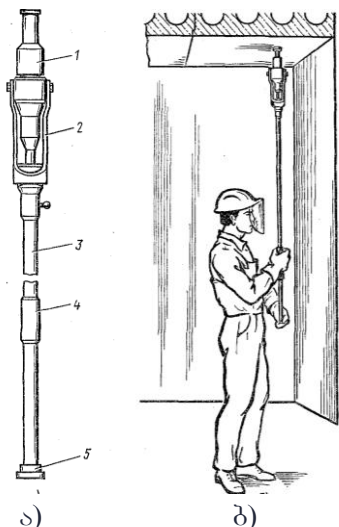
სამშენებლო-სამონტაჟო დგუშიანი დამბახისათვის გამოიყენება დიუბელები, რომლებზეც ჩამოცმულია საყელური (რგოლი) დიუბელის ჩარჭობისას ცენტრის შენარჩუნების მიზნით.

ელექტროსამონტაჟო სამუშაოების შესრულება დამბახის გამოყენებით ნაჩვენებია ნახ.6.34.ბ-ზე.

**პიროტექნიკური დარტყმითი სვეტი** (ნახ.6.35.ა) გამოიყენება ჭერის ღრუ რკინა-ბეტონის პანელებით გადახურვისას, მათში ნახვრეტების გასაკეთებლად. ნახვრეტი კეთდება სახვრეტელათი, რომელიც გადაადგილდება სვეტის ლულაში დენთის გაზების მოქმედების შედეგად. ენერჯის წყაროდ გამოიყენება დენთიანი მასრები. სვეტის ლულა შეერთებულია კორპუსთან, რომელშიც ჩამონტაჟებულია სარტყამ-გამშვები მექანიზმი. ზამბარის ზემოქმედებით სარტყამი გახვრეტს მასრის კაფსულას, ხდება გასროლა დენთის გაზების წნევით და სახვრეტელა მისწრაფვის წინ და გადახურვის ფილაში ხვრეტს ნახვრეტს.

**დაიმახსოვრეთ!** პიროტექნიკურ სვეტს აქვს მარტივი და საიმედო სარტყამ-გამშვები მექანიზმი და ბლოკირება, რაც გამორიცხავს შემთხვევითი გასროლის შესაძლებლობას.

სახვრეტელას კონსტრუქციაში გათვალისწინებულია ამორტიზაციის რაციონალური სქემა, აგრეთვე მქრობი მოწყობილობა, რაც ამცირებს გასროლის ხმას.



მუშა, რომელიც იყენებს ამ სვეტს განიცდის უმნიშვნელო დაწოლას (ნახ.6.35.ბ).

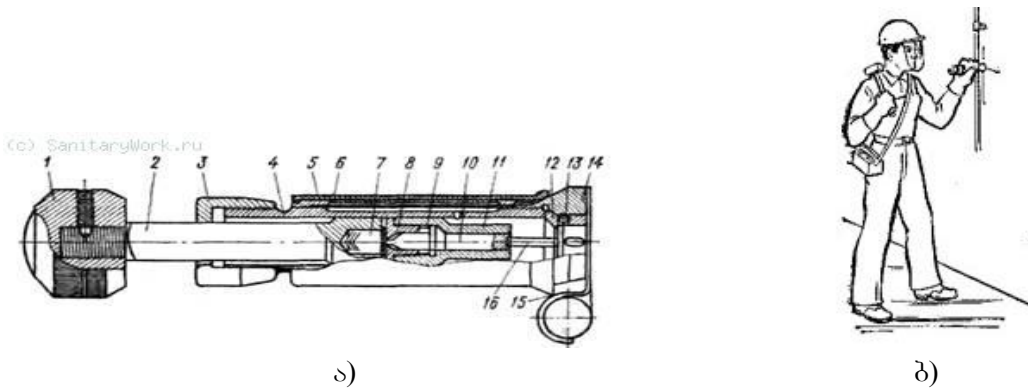
პიროტექნიკური სვეტი (ნახ. 6.35.ა) შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან: 1 – პიროტექნიკური თავი; 2 – თავის ამორტიზაციისა და მობრუნების კვანძი; 3 – შტანგა; 4 – ქურო; 5 – საქუსლე.

თავში შედიან: მიმმართველი ცილინდრი, სახვრეტელა დგუშით, ლულა ვაზნით, ჩამკეტი ქანჩი სავაზნეს ჩასაკეტად. შტანგა 3 წარმოადგენს სარტყამ-გამშვებ მექანიზმში მოთავსებულ მილს. გასროლა ხდება ქურო 4 დახმარებით, რომელიც დაკავშირებულია სარტყამ-გამშვები მექანიზმის საწევთან.

ნახ.6.35. პიროტექნიკური სვეტი (ა) და მისი საშუალებით ნახვრეტის გაკეთება გადახურვის ფილაში (ბ)

პიროტექნიკური სამართული გამოიყენება ბეტონისა და აგურის საფუძვლებზე დიუბელების ჩასარჭობად ელექტროგაყვანილობის, მცირე მასის ელექტროდანადგარებისა და ნაკეთობების დამაგრების მიზნით.

პიროტექნიკური სამართულის პრინციპული სქემა ნაჩვენებია ნახ.6.36-ზე.

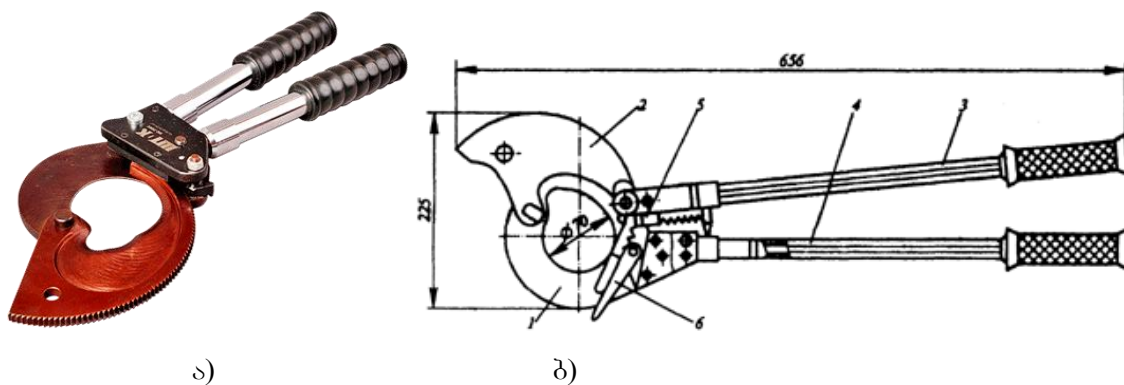


ნახ.6.36. პიროტექნიკური სამართული ОДП-4-ის პრინციპული სქემა (ა) და ელექტრომონტაჟის შესრულება მისი საშუალებით (ბ)

იგი შედგება შემდეგი ძირითადი ნაწილებისაგან: 1 – საბოლოო ქანჩი; 2 – დასამუხტი ჭოკი; 3 – ჩამკეტი ქანჩი; 4 – კორპუსი; 5 – გარსაცმი; 6- მაყუჩი; 7 – ვაზნა; 8 – დგუშის ქანჩი; 9 – სარტყამის რეზინის საყელური; 10 – სარტყამი; 11 – დგუში; 12 – მილისი; 13 – ბურთულა ფიქსატორი; 14 – მილტუჩა; 15 – ჩანგალი; 16 – დიუბელი.

სამართული მუშაობს სამშენებლო – სამონტაჟო დამბაჩის ანალოგიურად. ელექტრომონტაჟის შესრულება მისი საშუალებით ნაჩვენებია ნახ.6.36.ბ-ზე.

სექტორული მაკრატლები გამოიყენებიან სპილენძისა და ალუმინის ძარღვიანი კაბელებისა და გამტარების გადასატრელად (ნახ.6.37). მაკრატლები შედგებიან შემდეგი ძირითადი ნაწილებისაგან: ორი სექტორული – უძრავი 1 და მოძრავი 2 კბილებიანი დანისაგან, ორი სახელურისაგან – მოძრავი 3 და უძრავი 4 და ორი საკეტელასაგან – მიმწოდი 5 და მაფიქსირებელი 6.



ნახ.6.37. სექტორული მაკრატელის ერთერთი სახე (ა) და მისი ძირითადი შემადგენელი ნაწილები (ბ)

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რას მოჰყავს მოქმედებაში პიროტექნიკური ინსტრუმენტები და მექანიზმები?
2. რა ძირითადი ნაწილებისაგან შედგება სამონტაჟო დამბაჩა?

3. სად გამოიყენება პიროტექნიკური დარტყმითი სვეტი?
4. რისთვის გამოიყენება სექტორული მაკრატელი?

### 6.6. კაბელებისა და გამტარების ძარღვების დაბოლოებებისა და შეერთებისათვის გამოყენებული ინსტრუმენტები და სამარჯვები

კაბელებისა და გამტარების ძარღვების ბოლოებიდან იზოლაციის მოსახსნელად გამოიყენება სპეციალური მარწუხები, რომლის ერთერთი სახე მოცემულია ნახ.6.38.ა-ზე, ხოლო მცირე განივკვეთის (1,5–10 მმ<sup>2</sup>) სადენებისა და კაბელების ძარღვების დაბოლოებების ბუნიკებთან შესაერთებლად გამოიყენება წნეხ-მარწუხი (ნახ.6.38.ბ).



ნახ.6.38. იზოლაციის მოსახსნელი მარწუხი (ა) და წნეხ-მარწუხი (ბ) და ხელის წნეხი (გ)

**დაიმახსოვრეთ!** დიდი განივკვეთის (16–240 მმ<sup>2</sup>) კაბელებისა და გამტარების ძარღვების ბუნიკებთან შესაერთებლად გამოიყენება ხელის წნეხი (ნახ.6.38.გ) და ხელის ჰიდრაულიკური წნეხი (ნახ.6.39.ა).



ნახ.6.39. ხელის ჰიდრაულიკური წნეხი პუანსონებთან და მატრიცებთან ერთად (ა) და ამ ხელსაწყოთი კაბელების ძარღვებზე გაკეთებული დაბოლოება (ბ)

სხვადასხვა განივკვეთის ძარღვებზე ბუნიკების გასაკეთებლად არჩევენ შესაბამის პუანსონს და მატრიცას. დასაწნეხად წნეხში ათავსებენ პუანსონს და მატრიცას. მათში დებენ კაბელის ძარღვზე წამოცმულ ბუნიკს და ხურავენ სარქველს. ამის შემდეგ ტუმბოს სახელურს ამოძრავებენ მანამ, სანამ პუანსონის კინტი არ შევა შეხებაში მატრიცასთან. შემდეგ ხსნიან სარქველს, რის შედეგადაც ღუპში

პუანსონთან ერთად ბრუნდება საწყის მდგომარეობაში, ხსნიან დაწნეხილ ბუნიკს და შეერთებაც მზადაა (ნახ.6.39.ბ).

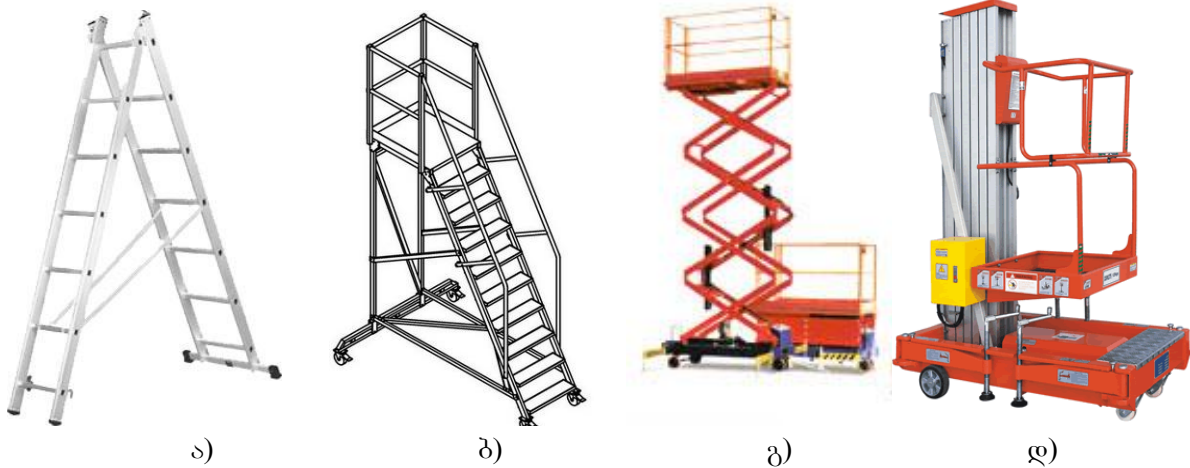
**საკონტროლო კითხვები:**

1. რომელი ხელსაწყო გამოიყენება კაბელებისა და გამტარების ძარღვების ბოლოებიდან იზოლაციის მოსახსნელად?
2. რას არჩევენ სხვადასხვა განივკვეთის ძარღვებზე ბუნიკების გასაკეთებლად?

**6.7. სიმაღლეზე ასაწევი და სამუშაო მოწყობილობები**

სიმაღლეზე ასაწევად და სამუშაოდ გამოიყენება სხვადასხვა სახის მოწყობილობები: კიბე - ტრანსფორმა, კიბე - სადგომით, ამწე მაკრატელა აწვეით, ტელესკოპური ამწე და სხვა.

კიბე ტრანსფორმა (ნახ.6.40.ა) არის უნივერსალური დანიშნულების და შეიძლება გამოყენებული იქნეს როგორც პწკალა ან მისადგმელი კიბე. აგრეთვე როგორც სამუშაო ფიცარნაგი.



ნახ.6.40. კიბე – ტრანსფორმა (ა) და კიბე – სადგომით (ბ), ამწე მაკრატელა აწვეით (გ) და ტელესკოპური ამწე (დ)

დიდი საიმედოობით ხასიათდება გადასაადგილებელი კიბე-სადგომი (ნახ.6.40.ბ), რომლის გამოყენების სფერო შეუზღუდავია.

ამწე მაკრატელა აწვეით (ნახ.6.40.გ) ამ ტიპის ამწეებს შეუძლიათ აწევა 4 მ-დან 18 მ-მდე. ამწე შედგება ელექტროძრავას, კალათის, ჰიდრაულიკური დომკრატისა და ურიკისაგან. სამუშაო დასადგომი იწევა ჰიდრაულიკური დომკრატით, ხელით (სახელურით) ან ელექტროძრავით, გადაადგილდება ხელით, ურიკის ბორბლებზე.

ტელესკოპური ამწე (ნახ.6.40.დ) გამოიყენება ადამიანების ასაწევად 10 მ სიმაღლეზე საინჟინრო სისტემების მონტაჟის დროს. ისინი განსაკუთრებით მოსახერხებელია დიდი ფართობისა და მაღალი ჭერის მქონე შენობებში.

### **საკონტროლო კითხვები:**

1. ჩამოთვალეთ სიმაღლეზე ასაწევი და სამუშაო მოწყობილობები.
2. რა სიმაღლეზე შეუძლია აწევა ამწე მაკრატელას?
3. როდის არის მოსახერხებელი ტელესკოპური ამწეს გამოყენება?

### **შეფასების ინდიკატორები:**

#### **ელექტრომზომი ხელსაწყოები:**

- ელექტრული დენისა და ძაბვის გაზომვა.
- სიმძლავრის გაზომვა;
- ელექტრული წინაღობის გაზომვა.

#### **მანძილის, კუთხის, ღრეჩოსა და სხვა გეომეტრიული ზომების საზომი ინსტრუმენტები:**

- შტანგენფარგლის, მიკრომეტრის, რულეტის, დასაკეცი მეტრისა და სხვა ინსტრუმენტების გამოყენება;
- კუთხის საზომის, შიგმზომებისა და საცეცების გამოყენება.

#### **ელექტროსამონტაჟო კედლებზე, იატაკსა და ჭერზე მოსანიშნი მოწყობილობები:**

- მონიშვნის სამუშაოების ინსტრუმენტების გამოყენება;
- შაბლონების დამზადება;
- სარტყამი პიროტექნიკური სვეტის დამუხტვა და ჭერში ხვრეტების გაკეთება.

#### **კაბელებისა და გამტარების ძარღვების დაბოლოებებისა და შეერთებისათვის გამოყენებული ინსტრუმენტები და სამარჯვები**

- სექტორული მაკრატლებისა და წნეხ-მარწუხების გამოყენება;
- ხელის ჰიდრაულიკური წნეხის გამოყენება.

#### **სიმაღლეზე ასაწევი და სამუშაო მოწყობილობები**

- კიბე ტრანსფორმის, ამწე მაკრატელასა და ტელესკოპური ამწეს გამოყენება.

**თავი VII. ბანათების გაყვანილობაში გამოყენებული სანათები,  
ამომრთველები, რობოტები, მანაწილეველი კოლოფები და სხვა  
მოწყობილობები**

ამ თავში თქვენ გაეცნობით ელექტრული მოწყობილობების პირობით აღნიშვნებს ელექტრულ და არქიტექტურულ სქემებზე; თანამედროვე ელექტრული სანათების, ამომრთველების, რობოტების, გამანაწილებელი კოლოფებისა და ფარების კონსტრუქციას; ლუმინესცენციური და ენერგოდამზოგი ნათურების მოწყობილობასა და მუშაობის პრინციპებს; ელექტროსამონტაჟო მიღებსა და საკაბელო არხებს; გამტარების სამონტაჟო სამარჯვებს; დისტანციურ შექრეგულატორებს, განათებისა და მოძრაობის გადამწოდებს.

**7.1. ელექტრული მოწყობილობების პირობითი აღნიშვნები ელექტრულ და არქიტექტურულ სქემებზე**

ელექტრული სქემა ეს არის ნახაზი, რომელზეც ნაჩვენებია ელექტრული წრედის ცალკეულ ელემენტებს შორის კავშირის გამარტივებული და თვალსაჩინო გამოსახულება, შესრულებული ელემენტების პირობითი გრაფიკული გამოსახულების გამოყენებით, რომელიც საშუალებას იძლევა გავიგოთ მოწყობილობის მოქმედების პრინციპი. სამშენებლო და მანქანათმშენებლობის ნახაზებისაგან განსხვავებით ელექტრული სქემები სრულდება მასშტაბის დაუცველად, ხოლო დანადგარების შემადგენელი ნაწილების სივრცითი განლაგება არ გაითვალისწინება ან გაითვალისწინება მიახლოებით.

შეგახსენებთ, რომ ნებისმიერი ელექტრული წრედი შედგება ენერჯის წყაროებისა და მომხმარებლებისაგან. გარდა ამისა ელექტრულ წრედში შედიან აპარატები მთლიანად წრედის ან ცალკეული ელემენტების და მომხმარებლების ჩართვა-გამორთვისათვის, საზომი ხელსაწყოები, დაცვის მოწყობილობები და სხვა აპარატები.

ელექტრულ სქემაზე მოწყობილობის ელემენტების გრაფიკულ აღნიშვნებსა და მათ შემაერთებელ ხაზებს განლაგებენ ისეთნაირად, რომ უზრუნველყონ ნათელი წარმოდგენა ნაკეთობის სტრუქტურაზე და მისი შემადგენელი ნაწილების ურთიერთმოქმედებაზე.

მოწყობილობაში შემავალი ელემენტების სახეების მიხედვით არსებობს კინემატიკური, ჰიდრაულიკური, პნევმატური, ელექტრული და სხვა სახის სქემები. ჩვენთვის საინტერესოა ელექტრული და ნაწილობრივ პნევმატური სქემები.

**დამახსოვრეთ!** თავისი დანიშნულების მიხედვით ელექტრული სქემები იყოფა შემდეგ სახეებად: სტრუქტურული, ფუნქციონალური, პრინციპული, შეერთების, ჩართვის, საერთო და განლაგებისა.

ჩვენთვის ყველაზე უფრო საინტერესოა პრინციპული ელექტრული სქემები.

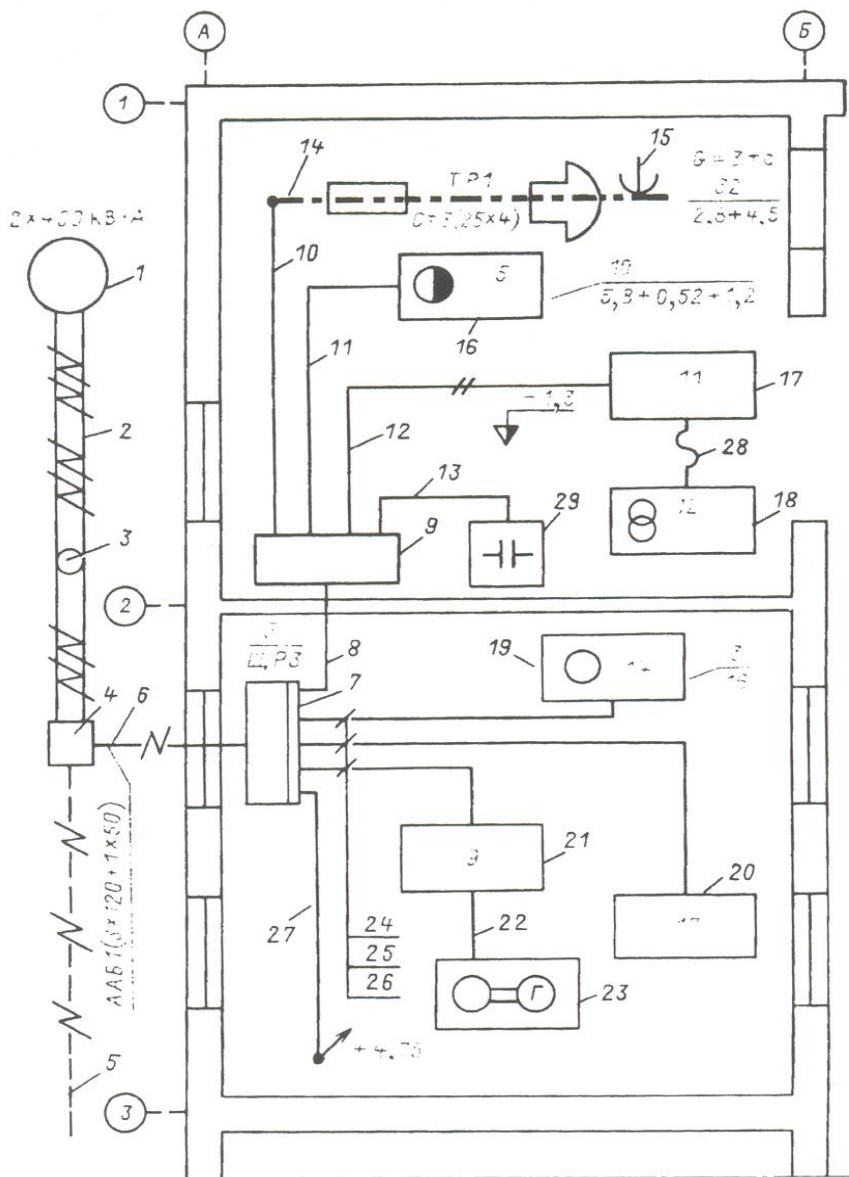
**პრინციპული სქემები** გამოიყენება საკონსტრუქტორო დოკუმენტაციის შემუშავების დროს. მათზე მოყვანილია ყველა ელემენტი და ამ ელემენტებს შორის

კავშირი, ისინი ქმნიან დეტალურ წარმოდგენას მოწყობილობის მოქმედების პრინციპის შესახებ.

პრინციპული სქემა პირველადი სამუშაო დოკუმენტია, რომლის საფუძველზე სრულდება სამონტაჟო სქემები. პრინციპულ სქემაში დაშვებული შეცდომა გარდაუვალად გამოვლინდება ყველა შემდგომ დოკუმენტში, ამიტომ პრინციპულ სქემასთან მუშაობა მოითხოვს განსაკუთრებულ ყურადღებას.

ელექტრულ სქემაზე პირობითი გრაფიკული აღნიშვნები განსაზღვრულია სახელმწიფო სტანდარტით. ელექტრულ სქემაზე ყველაზე უფრო გავრცელებული პირობითი აღნიშვნები მოცემულია დანართში 1.

ელექტრული დანადგარების პირობითი გრაფიკული აღნიშვნების გამოყენება არქიტექტურულ სქემაზე განვიხილოთ ნახ.7.1-ზე მოცემული სქემით, რომელშიც გეგმა შესრულებულია შენობის ნაწილისათვის.



ნახ.7.1. ელექტროდანადგარების პირობითი აღნიშვნების გამოყენების ნიმუში ძალური ქსელის გეგმაზე



ტრანსფორმატორული ქვესადგურიდან 1 მოდის კაბელის გვირაბი 2, ლუკით 3 და ჭით 4. ჭიდან გადის ორი ტრანშეა: არსებული 5 (შტრიხის ხაზები) და ახალი 6 ტრანშეა.

ამ ტრანშეაში გატარებულია ერთი კაბელი AAB (13x120+1x50). კაბელის მარკა AAB, ძარღვების რიცხვი – ოთხი, სამი მათგანი 120 მმ<sup>2</sup> კვეთით და ერთი – 50 მმ<sup>2</sup>.

კაბელი კვებას ცალმხრივი მომსახურების გამანაწილებელ ფარს 7. მისი ნომერი გეგმის მიხედვით არის 5 (მრიცხველი), ხოლო მნიშვნელი – მარკირება III.P.3.

ფარიდან გადის 5 ხაზი: ხაზი 8 – გამანაწილებელ პუნქტ 9-სთან; ხაზი 24 – ელექტროძრავიან მოწყობილობა 19-თან. ტექნოლოგიური გეგმის სპეციფიკაციით მას მინიჭებული აქვს ნომერი 14 (წარწერა მოწყობილობის შიგნით), სადაც აწერია: ნომერი (3), ელექტროდანადგარის სპეციფიკაციით (მრიცხველი) და ნომინალური სიმძლავრე 16 კვტ (მნიშვნელი). ხაზი 25 – მოწყობილობა 20-თან. ტექნოლოგიური გეგმის სპეციფიკაციაში მას მინიჭებული აქვს ნომერი 17, სადაც მოცემულია გაშიფვრა. ამ შემთხვევაში ეს არის წინააღმდეგობის ელექტროლუმენი სიმძლავრით 23 კვტ. ხაზი 26 – მოწყობილობა 21-თან. გეგმის სპეციფიკაციაში მისი ნომერია 9 – ეს არის ავტოტრანსფორმატორი. მისგან ხაზი 22-ით კვებას იღებს ძრავა გენერატორი 23. იმისათვის, რომ გავიგოთ რას წარმოადგენს ხაზი 22, უნდა მივმართოთ საკაბელო ურნალს, სადაც ნათქვამია, რომ ხაზი შესრულებულია AIP მარკის სამი სადენით, რომლებიც გაყვანილია იატაკში 1/2" დიამეტრის მილში. ხაზი 27 მიდის ზემოთ ნიშნულ +4.75-ზე.

გამანაწილებელ ფარ 9-ს მიერთებულია: ხაზი 10, რომელიც კვებას სამ ტროლეის TP1 14, რომელიც შესრულებულია სამი (3) ფოლადის ზოლისაგან 25X4 მმ; ტროლეის ხაზთან გამოსახულია G=3რ.ც. ტვირთამწეობის ამწის დენის მომხსნელი 15; ამწის ნომერი გეგმით 32. ამწეს აქვს 2,8 და 4,5 სიმძლავრის ორი ძრავა. ერთი ემსახურება ამწის გადაადგილებას, მეორე – კაუჭის აწევა-დაწევას. დენის მიმღების აღნიშვნა აღებულია სქემების სტანდარტიდან, რადგანაც არქიტექტურულ სქემებზე სადენებისა და ელექტროდანადგარების აღნიშვნის სტანდარტში ასეთი აღნიშვნა არ არის.

ხაზი 11 კვებას მრავალძრავიან ამძრავს 16. მისი ნომერი ტექნოლოგიური გეგმით არის 5.

5. ელექტროდანადგარის სპეციფიკაციით მისი ნომერია 10 (მრიცხველი) და შედგება სამი ძრავისაგან, სიმძლავრეებით: 5,8; 0,52; 1,2 კვტ (მნიშვნელი).

ამ მაგალითში ცალ-ცალკეა მითითებული ძრავების სიმძლავრეები, მაგრამ ხანდახან გეგმაზე მხოლოდ სიმძლავრეთა ჯამია ნაჩვენები, ანუ ამ შემთხვევაში  $5,8+0,52+1,2=7,52$  კვტ.

ორსადენიანი ხაზი 12 მიერთებულია მოწყობილობას 17 ჩამრავლით და მცველით, რომლისგანაც გამოდის მოქნილი კაბელი 28 შემდგომეულ ტრანსფორმატორთან 18. ხაზი 13 მიდის კონდენსატორულ ბატარეასთან 29.

### საკონტროლო კითხვები:

1. რას წარმოადგენს ელექტრული სქემა?

2. ჩამოთვალეთ ელექტრული სქემის სახეები.
3. როდის გამოიყენება პრინციპული ელექტრული სქემები?

## 7.2. ელექტრული სანათების, ამომრთველების, როზეტების, მანაწილებელი კოლოფებისა და სხვა მოწყობილობების კონსტრუქცია

თანამედროვე საცხოვრებელი სახლი წარმოდგენელია სანათი მოწყობილობის გარეშე.

სანათები წარმოადგენს განათებისათვის გამოყენებულ მოწყობილობას, რომლებშიც სინათლის წყაროს სინათლის ნაკადი სივრცეში გადანაწილება მოთხოვნილი სახით.

**დაიმახსოვრეთ!** სანათი მოწყობილობები იყოფა სამ კლასად: სანათები, პროექტორები და პროექტორები.

სანათები და პროექტორები გამოიყენება შენობის შიგა და გარე განათებისათვის. ჩვეულებრივ სანათები გამოიყენება ისეთი ზედაპირებისა და საგნების განათებისათვის, რომლებიც მისგან საკმაოდ ახლოს მდებარეობენ. სანათების არჩევისას პირველ რიგში, გათვალისწინებული უნდა იქნეს შენობის დანიშნულება და ინტერიერის საერთო ტენდენცია. ინტერიერის გაფორმების ძირითად შტრიხს წარმოადგენს განათება, სადაც ხაზგასმული უნდა იყოს ოთახის ინდივიდუალობა. საქმიანი განწყობა მისაღებ ოთახში, საძინებლის ნაზი აურა, სასტუმროებში სიმშვიდე მოითხოვს განათების განსაზღვრულ სტილს. განათება შენობის დიზაინის განუყოფელი ნაწილია.

არსებობს სხვადასხვაგვარი კონსტრუქციის სანათები, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან შუქტექნიკური მახასიათებლებით. ისინი იყოფიან ნათურების ტიპის, ფორმის, დაცვის ხარისხისა და სხვათა მიხედვით. მაგალითად, ნახ.7.2-ზე მოცემულია სხვადასხვა ტიპის როგორც ჩასაშენებელი, ასევე ჭერსა და კედელზე დასამაგრებელი. წერტილოვანი სანათები, რომლებიც იძლევიან წერტილოვან მიმართულ სინათლეს და ფართოდ გამოიყენება ინტერიერებში ცალკეული ელემენტების განათებისათვის.



ნახ.7.2 წერტილოვანი სანათები

დარბაზებისა და ოთახების დეკორატიული და ესთეტიური განათებისათვის ფართოდ გამოიყენება ჭადები, ბრები, ტორშერები, მაგიდის ნათურები, ღამის ნათურები და სხვა (ნახ.7.3).



ნახ.7.3. ჭადი (ა), ბრა (ბ), ტორშერი (გ), მაგიდის ნათურა (დ) და ღამის ნათურა (ე)

**დაიმახსოვრეთ!** სანათი მოწყობილობის ძირითადი ელემენტია სინათლის წყარო. საცხოვრებელ სახლებში, წარმოება-დაწესებულებებში, ოფისებსა და სხვაგან სინათლის წყაროდ გამოიყენება: ა) ვარვარების ნათურა; ბ) დაბალი წნევის ლუმინესცენციური ნათურა; გ) ენერგოდამზოვი ნათურები, რომელთა შორის მნიშვნელოვან ადგილს იკავებენ შუქდიოდური ნათურები.

ვარვარების ნათურა ერთ-ერთი ყველაზე მასიურად წარმოებული ნაკეთობაა. მასში სინათლის წყაროს წარმოადგენს დენის გავლის შედეგად სითეთრემდე გაგარვარებული ლითონის ძაფი.

ტიპიური საყოფაცხოვრებო და საერთო დანიშნულების ვარვარების ნათურა (ნახ.7.4.ა) შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან: მინის კოლბა 1, რომლიდანაც ამოტუმბულია ჰაერი და ავსებულია ინერტული აირით; ვოლფრამის ძაფი 2; კაუჭი 3; ელექტროდები 4; ცოკოლის ხრახნი 5 და ცოკოლის ცენტრალური ნაწილი 6.

თავისი დანიშნულების მიხედვით ვარვარების ნათურები არსებობს: საერთო დანიშნულების, შიგა ამრეკლით, ვიტრინის, ქუჩის განათების, ავტომობილის ფარების, ჯიბის ფარნის და სხვა.



ნახ.7.4. ვარვარების ნათურის შემადგენელი ნაწილები (ა), საერთო სარგებლობის (ბ), ავტომაქანის (გ) და შიგა ამრეკლიანი (დ) ნათურები

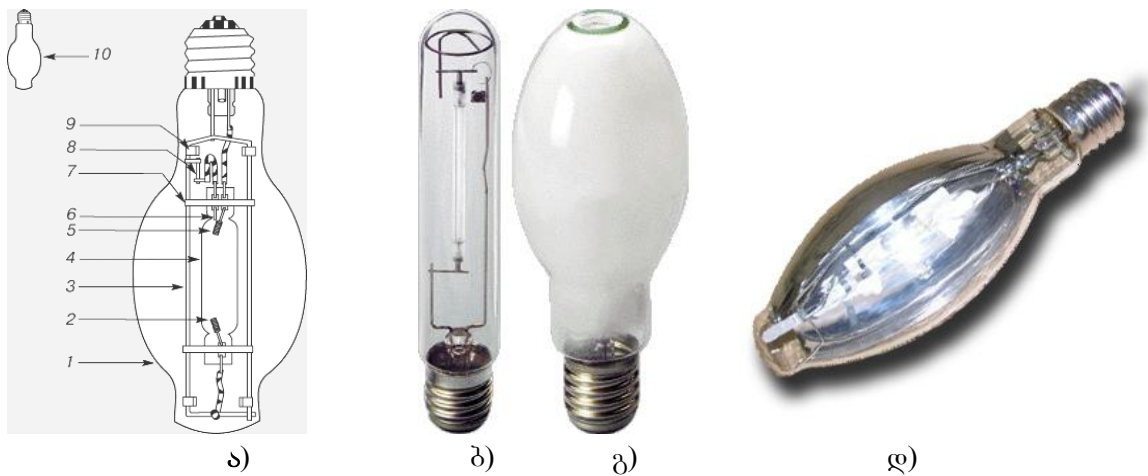
სინათლის გამომასხივებელი ვოლფრამის ძაფი ვარვარდება ელექტროდენით  $2500\text{--}2700^{\circ}\text{C}$ -მდე (ვოლფრამის დნობის ტემპერატურაა დაახლოებით  $3400^{\circ}\text{C}$ ), რაც

იწვევს მის თანდათან აორთქლებასა და დათხელებას, აგრეთვე გამოსხივების შემცირებას და გადაწვას. ნათურის კოლბის შევსება შეიძლება სითბოს მცირედგამტარი ინერტული აირებით (არგონი, კრიპტონი, ქსენონი). ასეთ ნათურებს აირსავე ეწოდებათ. გამოიყენება აგრეთვე ვაკუუმური ნათურები, რომლებიდანაც ამოტუმბულია ჰაერი.

ვარვარების ნათურების ღირსებაა მათი მოწყობის სიმარტივე, მოხმარების მოხერხებულობა, შედარებით დაბალი ღირებულება და მცირე საწყისი ხარჯი, ხოლო მისი ნაკლია სინათლის მცირე გაცემა.

აირგანმუხტვის ნათურები. აირგანმუხტვის ნათურებში აირში ან ლითონის ორთქლში დენის გავლის დროს ელექტროენერგია გარდაიქმნება სინათლედ. სინათლის გამოსხივების ფერი დამოკიდებულია აირის გვარობაზე, წნევაზე, ლუმინოფორზე. აირგანმუხტვის ნათურები ავსებულია ინერტული აირებით (არგონი, ნეონი, კრიპტონი ან ქსენონი), აგრეთვე ვერცხლისწყლის ან ნატრიუმის ორთქლით.

**ვერცხლისწყლიანი ნათურები** (ნახ.7.5) შედგებიან შემდეგი ძირითადი ნაწილებისაგან: მინის კოლბა 1, რომელიც დაფარულია ლუმინოფორით; მუშა ელექტროდები 2 და 5; დენგამტარი დგარი 3; რკალური განმუხტვის კვარცის მილი 4, რომელიც ავსებულია არგონით ან ვერცხლისწყლის ორთქლით; გამშვები ელექტროდი 6; რკალური განმუხტვის მილის საყრდენი ტრავერსები 7; გამშვი რეოსტატი 8; საყრდენი ელემენტები 9; შიგა ლუმინოფორის საფარი 10.



ნახ.7.5. ვერცხლისწყლიანი ნათურის შემადგენელი ნაწილები (ა) და მისი სხვადასხვა სახე (ბ, გ, დ)

ამ ტიპის ნათურები გამოირჩევიან სინათლის მაღალი მქკ-ით, კომპაქტურობით, მუშაობის ხანგრძლივობით. მათი უარყოფითი თვისებებია: ნათურისა და დამხმარე მოწყობილობების მაღალი ღირებულება, მოლურჯო-მომწვანო ელფერი, ნელი განმეორებითი გაშვება.

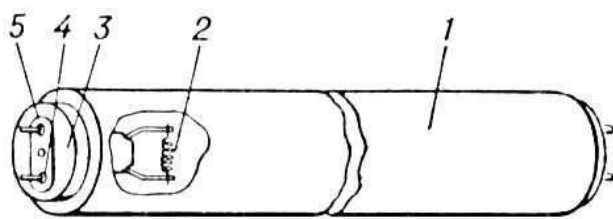
ვარვარა და აირგანმუხტვის ნათურების სანათების არმატურა შედგება კორპუსისაგან, რომელზეც დამაგრებულია მასრა. დახურული ჩამოსაკიდი სანათების არმატურის კორპუსს გაჭუჭყიანებისა და მექანიკური დაზიანების თავიდან აცილების მიზნით ქვემოდან დამაგრებული აქვს დამცავი მინა, ხოლო ზემოდან – ყური საყრდენ კონსტრუქციაზე ჩამოსაკიდებლად

**ლუმინესცენციური ნათურები.** ლუმინესცენციური ნათურები (ნახ.7.6) არის პირველი აირგანმუხტული ნათურები, რომელშიც ხილული სინათლე გამოსხივდება ძირითადად ლუმინოფორით, რომელიც თავის მხრივ ანათებს განმუხტვის ულტრაიისფერი გამოსხივების ზემოქმედებით.

**დაიმახსოვრეთ!** ლუმინესცენციური ნათურის სინათლის გაცემა რამდენჯერმე, ხოლო მუშაობის ხანგრძლივობა 20-ჯერ აღემატება ვარვარების ნათურისას.

სინათლის მაღალი გაცემის, გამოსხივების კარგი სპექტრალური შემაღენლობისა და ხანგრძლივი სამსახურის გამო იგი გამოიყენება საერთო განათების მიზნით.

ლუმინესცენციური ნათურის ძირითადი შემაღენელი ნაწილებია: ჰერმეტიკულად დახურული მინის მილი 1, რომლის შიდა ზედაპირი დაფარულია ლუმინოფორის თანაბარი ფენით. მილიდან ამოტუმბულია ჰაერი და მასში შეყვანილია ცოტაოდენი სუფთა არგონი და ვერცხლისწყლის დოზირებული წვეთი; ვოლფრამის სპირალური ძაფი 2, რომელიც დაფარულია ტუტემიწის მეტალების ოქსიდებით (სტრონციუმი, ბარიუმი, კალციუმი), რაც ხელს უწყობს ელექტრონების უფრო ინტენსიურ გამოსხივებას; ცოკოლი 3; მანჭვალები 4 და მაიზოლირებელი საფენი 5.



ა)



ბ)

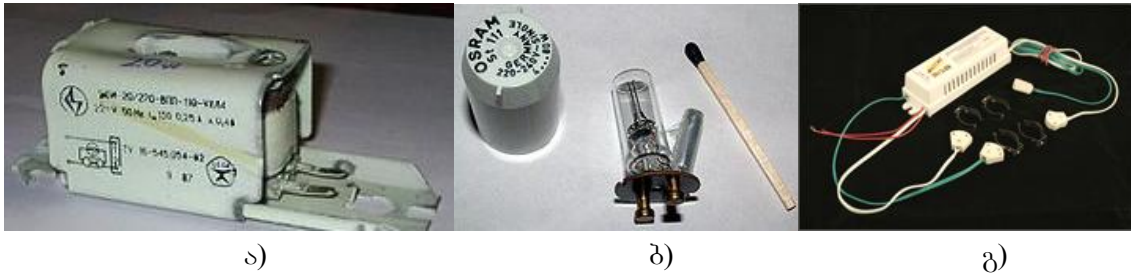
ნახ.7.6. ვერცხლისწყლიანი ლუმინესცენციური ნათურა ჭრილში (ა) და მისი სახეები

**დაიმახსოვრეთ!** ვარვარების ნათურისაგან განსხვავებით ლუმინესცენციური ნათურა არ შეიძლება პირდაპირ ჩაირთოს ელექტრულ წრედში.

ამის მიზეზი ორია: 1) ლუმინესცენციურ ნათურაში რკალის ასანთებად საჭიროა ელექტროდების წინასწარი გახურება და მაღალი ძაბვის იმპულსი; 2) ლუმინესცენციურ ნათურას აქვს უარყოფითი დიფერენციალური წინაღობა და ნათურის ანთების შემდეგ მასში დენი მრავალჯერ იზრდება. თუ დენი არ შეიზღუდა ნათურა მწყობრიდან გამოვა.

ამ პრობლემების გადასაწყვეტად გამოიყენება სპეციალური მოწყობილობები – ბალასტები. დღეისათვის ყველაზე უფრო გამოყენებულია ელექტრომაგნიტური ბალასტი ნეონის სტარტერთა და სხვადასხვა სახის ელექტრონული ბალასტები.

ელექტრომაგნიტური ბალასტი წარმოადგენს ელექტრომაგნიტურ დროსელს (ნახ.7.7ა), რომელიც ნათურასთან ირთვება მიმდევრობით. ნათურასთან პარალელურად ირთვება სტარტერი (ნახ.7.7. ბ), რომელიც შედგება ბიმეტალურ ელექტროდებიანი ნეონის ნათურისა და კონდენსატორისაგან.

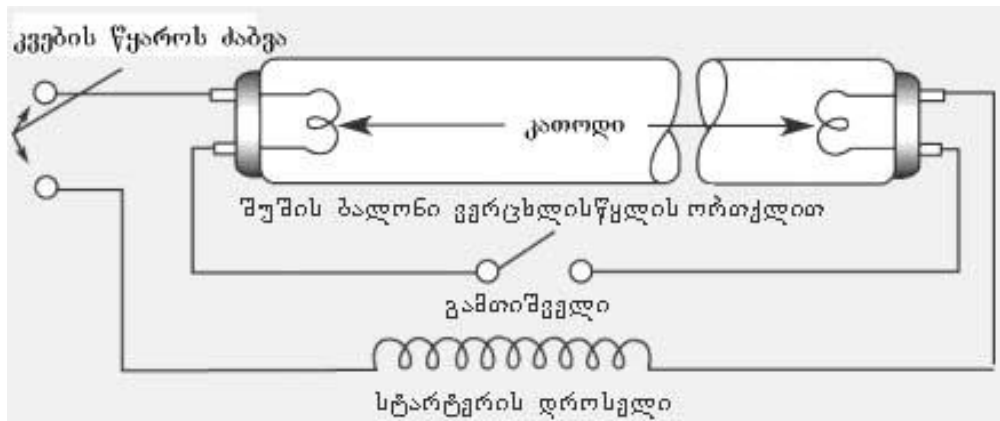


ნახ.7.7. ელექტრომაგნიტური დროსელი (ა), სტარტერი (ბ) და ელექტრონული დროსელი (გ)

დროსელი თვითინდუქციით ქმნის გამშვებ იმპულსს, თუმცა ასევე ზღუდავს ნათურაში გამავალ დენს. მისი დადებითი მხარეა კონსტრუქციის სიმარტივე. ამავე დროს გააჩნია უარყოფითი მხარეებიც: ნათურის ხანგრძლივი გაშვება, ნათურების მუშაობის მცირე ვადა, ელექტრონულ სქემებთან შედარებით მეტი მოხმარებული ენერგია, ნათურის ციმციმი, რის გამოც ისინი არ გამოიყენებიან მანქანა-დანადგარების მოძრავი ნაწილების განათებისათვის.

ელექტრონული ბალასტი (ნახ.7.7.გ) ნათურის ელექტროდებზე აწოდებს 20–60 კპც სისშირის ძაბვას, რის შედეგადაც ნათურების ციმციმი თვალისათვის შეუმჩნეველი რჩება.

დროსელიანი ლუმინესცენციური ნათურის ქსელში ჩართვის სქემა მოცემულია ნახ.7.8-ზე.



ნახ.7.8. დროსელიანი ლუმინესცენციური ნათურის ელექტრულ წრედში ჩართვის სქემა

გაშვების დროს დენი გადის ნათურის ელექტროდებში და აცხელებს ვოლფრამის ბისპირალურ ძაფს 800–900°C-მდე, რომელიც იწვევს მილში ელექტრონების ინტენსიურად გამოსხივებას. მილში ტემპერატურა იწვევს მაღლა, რაც ქმნის ნათურის „ანთების“ ხელშემწყობ პირობებს. სტარტერში განმუხტვა ქრება, ტემპერატურა ეცემა, მოძრავი ბიმეტალის ელექტროდი გრილდება და თიშავს ნათურის ელექტროწრედს. გათიშვისას დროსელის გრაგნილში წარმოიქმნება მომატებული ძაბვის იმპულსი, რაც იწვევს რკალურ განმუხტვას ნათურაში და მის ანთებას.

ვერცხლისწყლის ორთქლში ელექტროგანმუხტვა ლუმინოფორთან ერთად იძლევა პრაქტიკულად ნებისმიერი შეფერილობის გამოსხივების მიღების საშუალებას.

**დაიმახსოვრეთ!** არსებობს ხუთი ძირითადი შეფერილობის ნათურა: დღის განათების; გაუმჯობესებული შეფერილობის; ცივი თეთრი ფერის; თეთრი ფერის; თბილი თეთრი ფერის.

ყველაზე დიდი სინათლის გაცემა შეუძლია თეთრი ფერის ნათურებს (47-დან 75 ლმ/ვტ-მდე), ცოტა უფრო ნაკლები – დღის განათების, ცივი თეთრი ფერის, თბილი თეთრი ფერის და ყველაზე დაბალი – გაუმჯობესებული შეფერილობის დღის განათების ნათურებს.

ლუმინესცენციური ნათურების არმატურა წარმოადგენს მეტალის ან პლასტმასის კორპუსს, რომელშიც ჩამონტაჟებულია გამშვებ-მარეგულირებელი მოწყობილობები, ნათურისა და სტარტერის დამჭერები, შემაერთებელი სადენები. სანათი ელექტროქსელთან ერთდება სპეციალური მომჭერების საშუალებით. არმატურის კორპუსთან ჩვეულებრივ მიმაგრებულია ამრეკლი, რომელსაც სანათის კონსტრუქციიდან გამომდინარე ფარავს მაკრანირებელი მესერი, დამცავი მინა ან გამბნევი.



ნახ.7.9. ლუმინესცენციური ნათურების არმატურები

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რამდენ კლასად იყოფა სანათი მოწყობილობები?
2. სად გამოიყენება ჭალები?
3. რა არის სანათი მოწყობილობის ძირითადი ელემენტი?
4. ჩამოთვალეთ ლუმინესცენციური ნათურების ძირითადი შემადგენელი ნაწილები.
5. რას წარმოადგენს ელექტრომაგნიტური ბალასტი?

**7.3. ენერგოდამზოგი ნათურები**

უკანასკნელ ხანებში ვარვარა ნათურების შემცველად გამოიყენება დღეისათვის უფრო აქტუალური, უახლესი ტექნოლოგიის პროდუქტი – ენერგოდამზოგი ნათურები. ისინი ხასიათდებიან თანამედროვე დიზაინით, საიმედოობითა და ეკონომიურობით; არ მოითხოვენ განსაკუთრებულ ელექტრულ არმატურას, ისინი იხრახნებიან ჩვეულებრივ, ვარვარა ნათურების მასრებში; იძლევიან თანაბარ, თვალისათვის კომფორტულ სანათლეს და პრაქტიკულად არ მოიხმარენ ელექტროენერგიას.

**ენერგოდამზოვი ნათურების მოწყობილობა და მუშაობის პრინციპი.**

ენერგოდამზოვი ნათურა (ნახ.7.10) წარმოადგენს ცილინდრული ფორმის მილი-კოლბას, რომლის ზედაპირი დაფარულია ლუმინოფორით. ნათურის ბოლოებზე მირჩილულია კონტაქტები. გამოსხივების ძირითად წყაროს წარმოადგენს ლუმინოფორი, რომელიც გამოასხივებს ელექტრული განმუხტვის შედეგად წარმოშობილი ულტრაიისფერი გამოსხივების ზემოქმედების გამო.

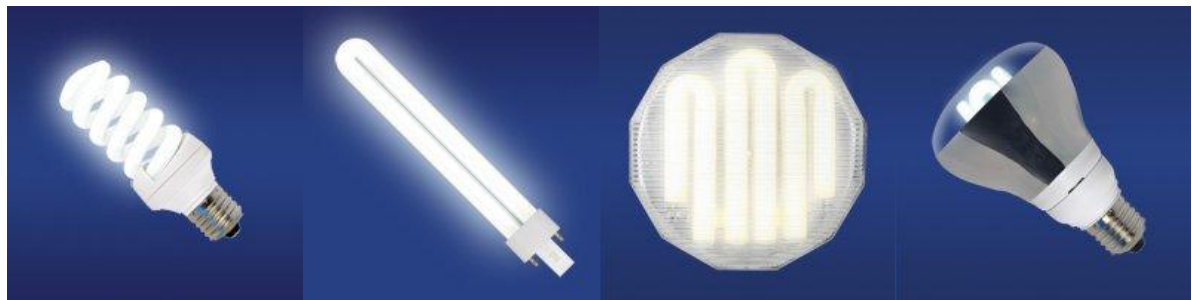


ნახ.7.10. ენერგოდამზოვი ნათურის ძირითადი შემადგენელი ნაწილები

მისი ძირითადი ელემენტებია: 1. ლუმინოფორით დაფარული მილი-კოლბა; 2. დადებითი ტემპერატურული კოეფიციენტის მქონე თერმორეზისტორი მყისიერი გაშვებისათვის; 3. რადიოსიგნალების დამხშობი მოწყობილობა; 4. გადამრთველი ტრანზისტორი; 5. ნათურის დენის სტაბილიზატორი; 6. კონდენსატორი, რომელიც უზრუნველყოფს ციმციმის გარეშე მუშაობას; 7. ცოკოლი.

თავისი ფორმის მიხედვით ენერგოდამზოვი ნათურები სხვადასხვაგვარია. ნახ.7.11-ზე მოცემუ-

ლია ზოგიერთი მათგანი.



ა) ბ) გ) დ)

ნახ.7.11. ენერგოდამზოვი ნათურები: ა- სპირალური; ბ- სწორხაზოვანი; გ- მრგვალი; დ - ნათურა - რეფლექტორი

**ენერგოდამზოვი ნათურების ძირითადი მახასიათებლები:**

სინათლის გაცემა – ენერგოდამზოვის თვალსაზრისით წარმოადგენს სინათლის წყაროს ეფექტურობის ძირითად პარამეტრს. ის გვიჩვენებს რა რაოდენობის სინათლეს გამოიმუშავებს ესა თუ ის ნათურა თითოეულ ვატ დახარჯულ ელექტროენერგიაზე. მისი ერთეულია ლმ/ვტ.

*დაიმახსოვრეთ! მაქსიმალურად შესაძლო სინათლის გაცემა ენერგოდამზოვი ნათურისათვის შეადგენს 683 ლმ/ვტ; ვარვარა ნათურისათვის – 10–15 ლმ/ვტ; ლუმინესცენციური ნათურისათვის – 50–80 ლმ/ვტ.*

საექსპლუატაციო მახასიათებლები – სხვადასხვა ტიპის ნათურების ეფექტურობის მნიშვნელოვანი პარამეტრებია: მუშაობის საშუალო ხანგრძლივობა, ჩართვის სიჩქარე, საგარანტიო ჩართვის რიცხვი, კონსტრუქციის შესრულების განსაკუთრებულობა (გამოყენებული არმატურა, არდასაშლელი/დასაშლელი კონსტრუქ-



ცია, სხვადასხვა მასრების მიმართ თავსებადობა, გაბარიტი და დიზაინი). ამ მახასიათებლებზეა დამოკიდებული ექსპლუატაციის ხარჯები, რომლებიც გასაყიდ ფასთან ერთად ქმნიან ნათურის რენტაბელობის დონეს.

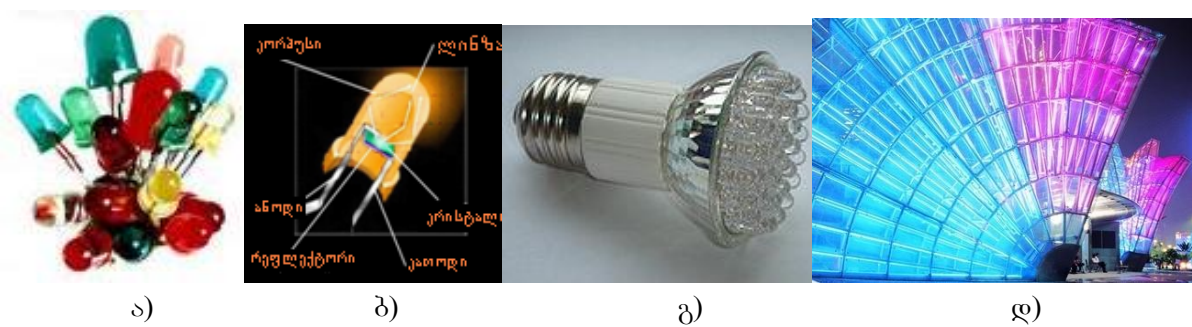
**ენერგოდამზოგი ნათურების უპირატესობანი:**

- უწყვეტი მუშაობის ხანგრძლივობა 8000–10000 სთ;
- მოიხმარს 5-ჯერ ნაკლებ ელექტროენერგიას ვიდრე ვარვარების ნათურა;
- ქმნის სიმყუდროვეს; გამოყოფს მნიშვნელოვნად მცირე სითბოს ვიდრე ვარვარების ნათურა.
- ნათურების ოპტიმალური სიხშირის გამო იძლევა ძალიან კომფორტულ ნათებას თვალისათვის;
- უცებ არ ხვდება თვალში. მდორე გაშვების სისტემა თანდათანობით ზრდის სინათლის ინტენსივობას;
- იდეალურად ერწყმება ნებისმიერ ინტერიერს, რადგან ენერგოდამზოგი ნათურის მოდელები უამრავია;
- ჰარმონიაში მოდის ნებისმიერი ტიპის სანათთან;
- გააჩნია უწყვეტი ხანგრძლივი მუშაობის უნარი;
- არ ტვირთავს ელექტრულ წრედს. რის გამოც მათი დახმარებით შესაძლებელია გაიზარდოს განათების დონე ელექტრული წრედის დამატებითი დატვირთვის გარეშე.

**შუქდიოდები** წარმოადგენს ნახევარგამტარ ხელსაწყოს, რომელიც მასში დენის გავლის დროს გამოასხივებს არაკოჰერენტულ სინათლეს. მისი ფერთა მახასიათებლები დამოკიდებულია მასში გამოყენებული ნახევარგამტარის ქიმიურ შემადგენლობაზე.

***დაიმახსოვრეთ!** შუქდიოდებით განათება ერთერთი პერსპექტიული მიმართულებაა ხელოვნური განათების ტექნოლოგიაში, რომელიც თანდათან იკავებს წამყვან ადგილს განათებაში, რაც უშუალოდ დაკავშირებულია შუქდიოდების ტექნოლოგიის ევოლუციასთან.*

ხელოვნური განათებისათვის დამუშავებულია ე.წ. ზესიკაშკაშის მქონე შუქდიოდები. ნახ.7.12.ა-ზე მოცემულია სხვადასხვა ტიპის შუქდიოდების საერთო სახე.



ნახ.7.12. შუქდიოდების საერთო სახე (ა), შემადგენელი ნაწილები (ბ), შუქდიოდური ნათურა (გ) და გამოყენება სარეკლამო საქმეში (დ)

შუქდიოდები გამოიყენებიან: ქუჩის, სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო განათებაში; ინდიკატორებად, როგორც ცალკეული შუქდიოდების, ასევე ციფრული და ასოით-ციფრული ტაბლოების სახით; შუქდიოდების მასივები გამოიყენება ქუჩის დიდ ეკრანებსა და მორბენალ სტრიქონებში; მძლავრი შუქდიოდები გამოიყენება ფანრებსა და შუქფარნებში; საგზაო ნიშნებში და სხვა.

**უპირატესი თვისებები.** ჩვეულებრივ ვარვარების ნათურებთან შედარებით შუქდიოდებს გააჩნიათ მრავალი უპირატესობა: 1) ვარვარების ნათურებთან შედარებით ეკონომიურად მოიხმარენ ელექტროენერგიას. მათი სინათლის გაცემა შეადგენს 132 ლუმენი/ვატზე, ნატრიუმის აირგანმუხტვის ნათურებისა – 150 ლმ/ვტ, ვარვარების ნათურებისა – 15 ლმ/ვტ, ლუმინესცენციური ნათურებისა – 100 ლმ/ვტ; 2) მუშაობის ხანგრძლივობა 30-ჯერ აღემატება ვარვარების ნათურისას, მაგრამ ხანგრძლივი მუშაობით ან ცუდი გაციების შემთხვევაში თანდათანობით ეცემა სიკაშკაშე; 3) შუქფილტრების გამოყენების გარეშე იძლევა სხვადასხვა სპექტრალური მახასიათებლების მიღების შესაძლებლობას; 4) გამოყენების უსაფრთხოება; 5) ლუმინესცენციური ნათურების მსგავსად არ გააჩნია ვერცხლისწყლის ორთქლი; 6) მცირე ულტრაიისფერი და ინფრაწითელი გამოსხივება; 7) უმნიშვნელო სითბოს გამოყოფა და მაღალი სიმტკიცე.

**უარყოფითი თვისებები:** 1) ძირითადი უარყოფითი თვისებაა ექსპლუატაციაში გამოყენებისას მაღალი ფასი. შეფარდება ფასი/ლუმენი ზესიკაშკაშის მქონე შუქდიოდებისათვის 50–100-ჯერ უფრო მეტია ვიდრე ვარვარების ნათურისა; 2) დაბალი ზღვრული ტემპერატურა: მძლავრი გამანათებელი შუქდიოდები გაცივებისათვის მოითხოვენ გარე რადიატორს. 10 ვტ სიმძლავრის გამანათებელი შუქდიოდი მოითხოვს იგივე ზომის პასიურ რადიატორს, როგორც გააჩნია მიკროპროცესორს Pentium 4-ს ვენტილატორის გარეშე. ასეთი დიდი რადიატორი არა მარტო აძვირებს კონსტრუქციას, არამედ ძნელად ეწერება გამანათებელი ხელსაწყოების ფორმატში; 3) სამრეწველო სიხშირის ელექტრული ქსელიდან პირდაპირ კვების შემთხვევაში გააჩნია პულსაციის მაღალი კოეფიციენტი. 4) მასიურად გამოშვებული შუქდიოდების სინათლის გაცემა შეადგენს 40-50 ლმ/ვტ;

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რით ხასიათდებიან ენერგოდამზოგი ნათურები?
2. ჩამოთვალეთ ენერგოდამზოგი ნათურების ძირითადი ელემენტები.
3. რამდენს შეადგენს ენერგოდამზოგი ნათურის სინათლის გაცემა?
4. ჩამოთვალეთ ენერგოდამზოგი ნათურის უპირატესობანი.
5. ჩამოთვალეთ შუქდიოდების დადებითი და უარყოფითი თვისებები.

**7.4. როზეტები, ამომრთველები, გადამრთველები, შუქრეგულატორები და გადამწოდები**

როზეტებისა და ამომრთველების გარეშე წარმოუდგენელია ჩვენი ყოველდღიური ცხოვრება. მათი დანიშნულებაა სახვადასხვა მოწყობილობების ელექტრულ წრედში ჩართვა-გამორთვა. თანამედროვე როზეტებისა და ამომრთველების

დიზაინი გამოირჩევა მრავალფეროვნებით, რითაც სრულიად აკმაყოფილებენ მოთხოვნებს.

**როზეტი** (ნახ.7.13.ა) წარმოადგენს შტეფსელური შეერთების ნაწილს, რომელიც გამოიყენება როგორც ძალური, ისე სუსტი დენების ელექტრულ წრედში გადასატანი და სტაციონარული ელექტროხელსაწყოების ჩართვისათვის.

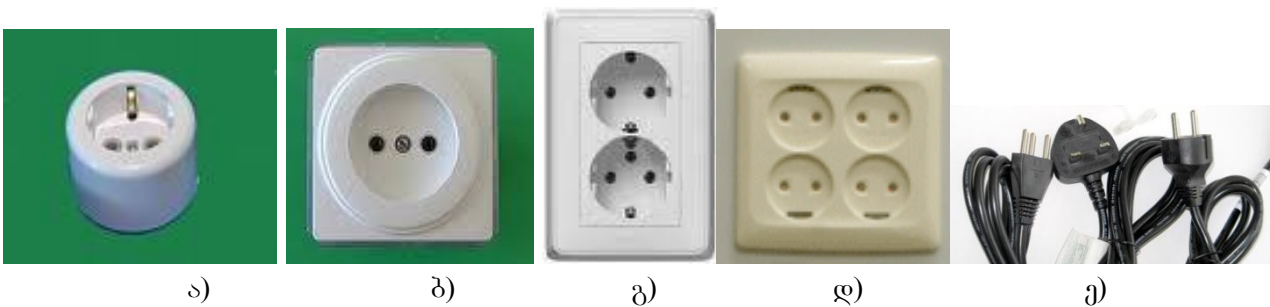
შტეფსელური როზეტი ეს არის სტაციონარული ბუდიანი გასართი, რომელზეც მოყვანილია ელექტრული ენერგია. ამიტომ როზეტი წარმოადგენს ელექტროენერჯის წყაროს.

კონსტრუქციულად როზეტი შედგება კერამიკის ან პლასტმასის ფუძისაგან, რამდენიმე ზამბარიანი კონტაქტის, ელექტრული გამტარების შესაერთებელი კლემებისა და იზოლირებული კორპუსისაგან.

**შტეფსელი** წარმოადგენს შტეფსელური შეერთების ნაწილს, რომელიც შედგება ორი ან სამი მეტალის დერო-კბილის (ჩანგლის), ელექტრული გამტარების შესაერთებელი კლემებისა და იზოლირებული კორპუსისაგან (ნახ.7.13.ე). შტეფსელის საშუალებით ხდება ელექტროხელსაწყოების ჩართვა ელექტრულ ქსელში. შტეფსელს უფრო ხშირად ჩანგალს უწოდებენ. ჩანგალი ეს არის როზეტის მეწყვილე დეროვანი გასართი, რომელიც შეერთებულია მოქნილი ზონარით ხელსაწყოსთან და რომლის საშუალებითაც ჩაერთვება ელექტრულ ქსელში. ამიტომ ჩანგალი წარმოადგენს ელექტროენერჯის მომხმარებელს.

**დაიმახსოვრეთ!** როზეტი წარმოადგენს შტეფსელური შეერთების „დედას“, ხოლო შტეფსელი ანუ ჩანგალი – „მამას“.

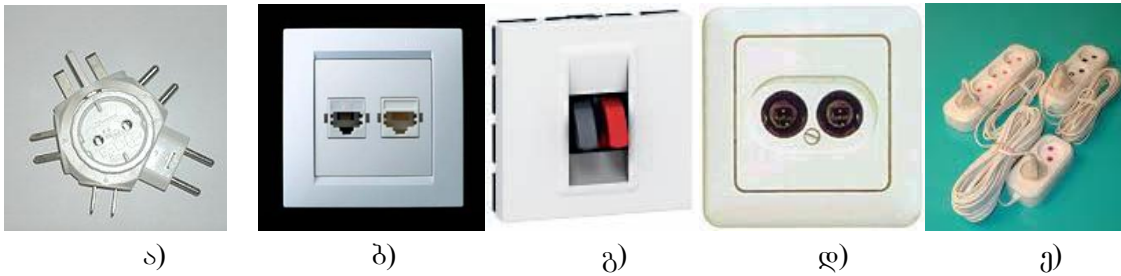
ელექტროგაყვანილობის ტიპის მიხედვით როზეტის სახეობებია: ჩამამიწებელი კონტაქტითა (ნახ.7.13.ა,გ) და მის გარეშე (ნახ.7.13.ბ,დ). კონსტრუქციულად ღია (ნახ.7.13.ა) და დახურული ელექტროგაყვანილობისათვის. ისინი შეიძლება იყოს ერთმაგი ნახ.7.13.ა), ორმაგი (ნახ.7.13. გ) და ოთხმაგი (ნახ.7.13.დ).



ნახ.7.13. როზეტებისა და შტეფსელების სხვადასხვა სახეები

რადგანაც როზეტები და შტეფსელები ყოველთვის გამოიყენება ერთ წყვილში, ამიტომ მათი გარე გაფორმებისა და მონტაჟის მიუხედავად ისინი ურთიერთს უნდა შეესაბამებოდნენ, წინააღმდეგ შემთხვევაში საჭირო ხდება სპეციალური გადამყვანების გამოყენება (ნახ.7.14.)

ხშირად ერთი როზეტიდან რამდენიმე ხელსაწყოს ერთდროული კვებისათვის გამოიყენებენ დამაგრძელებლებს (ნახ.7.14.ე).



ნახ.7.14. სხვადასხვა სახის შტეფსელების ნაკრები (ა), სატელეფონო (ბ), ბგერითი (გ), ანტენის (დ) როზეტები და დამაგრებლები (ე)

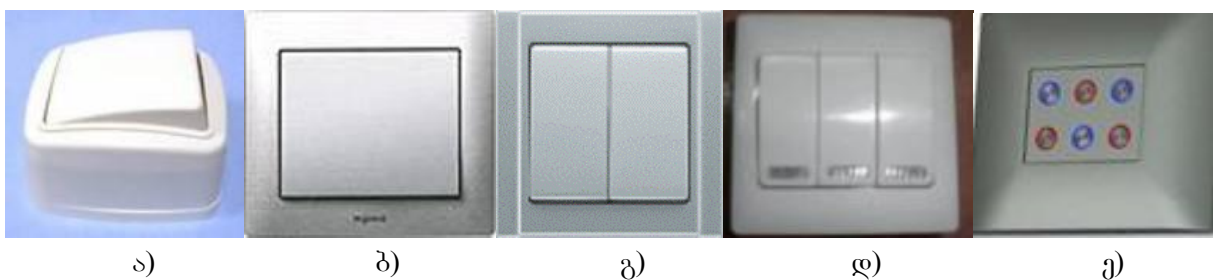
**სუსტი დენების როზეტები.** ამ ტიპის როზეტები დღეისათვის ფართოდ გამოყენებიან სატელეფონო აპარატების, ტელევიზორების ანტენების, ინტერნეტის ქსელის, აკუსტიკური სისტემებსა და სხვათა ჩართვისათვის.

წარმოების მიერ გამოშვებულია ერთმაგი, ორმაგი და სამმაგი სატელეფონო როზეტები (ნახ.7.14.ბ,გ) სატელეფონო როზეტები ძირითადად დანიშნულია შიგა სასიგნალო გაყვანილობისათვის.

**ბგერის როზეტები** ძირითადად გამოიყენებიან აკუსტიკური სისტემების ჩართვისათვის (ნახ.7.14.დ).

**ანტენის როზეტები** გამოიყენება ტელევიზორების, რადიო და თანამგზავრული მიმღებებისათვის (ნახ.7.14.ე).

**ამომრთველები.** ამომრთველები განკუთვნილია განათების ელექტრული ქსელის ცვლადი (სიხშირე 50 ჰერცი) და მუდმივი დენის საყოფაცხოვრებო ხელსაწყოების კომუტაციისათვის (ჩართვა-ამორთვა). გარდა ელექტროტექნიკური მოთხოვნებისა, მათ წაყენებათ თანამედროვე დიზაინის მოთხოვნები. წარმოების მიერ ამომრთველები გამოშვებულია როგორც ცალკეული მოწყობილობა ასევე რამდენიმე მოწყობილობის ბლოკის სახით, ღია და დახურული ელექტროგაყვანილობისათვის (ნახ.7.15). შემსრულებელ ელემენტებად მათ გააჩნიათ დილაკები, კლავიშები და ზონარები.

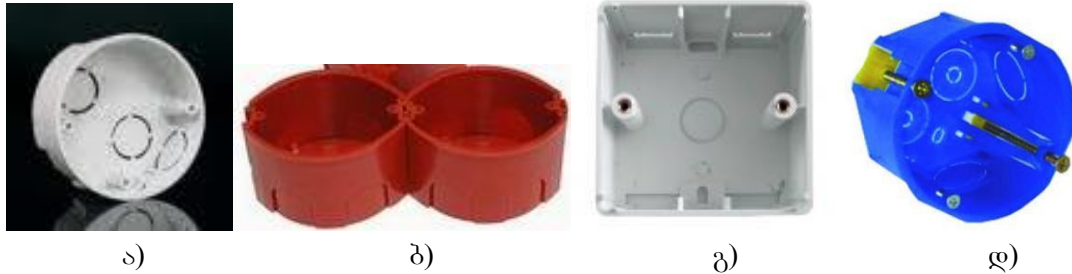


ნახ.7.15. ღია დაყენების ერთკლავიანი (ა), დახურული დაყენების: ერთკლავიანი (ბ), ორკლავიანი (გ), სამკლავიანი ნეონის ნათებით (დ), ოთხდილაკიანი (ე) ამომრთველები

დამატებით, სიბნელეში ამომრთველის პოვნის გაადვილების მიზნით, ზოგიერთი ტიპის ამომრთველი აღჭურვილია ნეონის ნათებით (ნახ.7.15.დ).

**დამახსოვრეთ!** ერთპოლუსა ამომრთველები აუცილებლად ირთვება წრედის ფაზურ სადენში.

დახურული გაყვანილობის როზეტები და ამომრთველები ყენდებიან სპეციალურ კოლოფებში, რომლებიც განლაგებულნი უნდა იქნენ რკინა-ბეტონის პანელებსა და თაბაშირ-მუყაოსაგან დამზადებული ღრუ კედლებსა და ტიხარებში გაკეთებულ ხვრელებში. ნახ.7.16.ა,ბ,გ-ზე ნაჩვენებია აგურისა და ბეტონის კედლებში, ხოლო ნახ.7.16.დ-ზე თაბაშირ-მუყაოსა და ფანერის კედლებში, ჭერსა და ტიხარებში ჩასაყენებელი კოლოფები.



ნახ.7.16. ამომრთველის სამონტაჟო კოლოფები

ნახ.7.16. ბ-ზე ნაჩვენებია ერთმანეთზე გადაბმული კოლოფები.

მოხერხებულად გამოყენებისათვის სხვადასხვა სახის როზეტები და ამომრთველები გამოშვებულია ერთ საერთო ფუძეზე ან საერთო კორპუსში აწყობილი. ასეთ მოწყობილობებს კომბინირებული ანუ ბლოკური ეწოდებათ. ყველაზე უფრო გავრცელებულია ძალოვანი როზეტებისა და ამომრთველების სხვადასხვა კომბინაცია, რომლებიც ხშირად შეიცავენ ასევე სუსტი დენების როზეტებს, რაც აადვილებს კაბელებისა და გამტარების ჩალაგებას. ნახ.7.17-ზე ნაჩვენებია სხვადასხვა კომბინაციის ბლოკები.



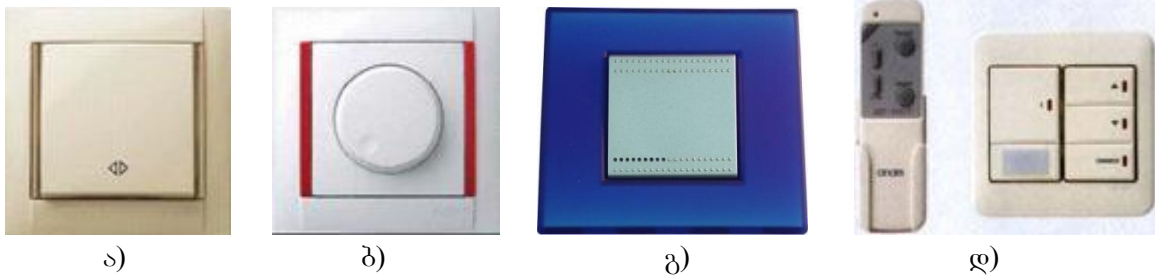
ნახ.7.17. სხვადასხვა კომბინაციის ბლოკები

ყველა როზეტი და ამომრთველი, მათ შორის ბლოკებიც, ფირმა-დამამზადებლის მიერ იწარმოება სერიებად, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ჩარჩოების დიზაინით, კლავიშებით, სახურავებითა და მექანიზმებით. ერთ სერიაში შემაჯალ როზეტებსა და ამომრთველებს აქვთ ერთნაირი კონსტრუქცია და ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მხოლოდ ფერით.

**გადამრთველები.** გადამრთველები წარმოადგენენ ამომრთველების სახესხვაობას, ამიტომ კონსტრუქციულად ისინი ერთმანეთს ძალიან ჰგვანან (ნახ.7.18.ა). მათი განმასხვავებელი ნიშანია ის, რომ ისინი გამოიყენება ორი ან მეტი ადგილიდან განათების მართვისათვის.

**დაიმახსოვრეთ!** გადამრთველის გამოყენება საშუალებას გვაძლევს ჩავრთოთ განათება შენობის ერთი ადგილიდან და გამოვრთოთ სხვა ადგილიდან.

მათი მონტაჟი ხორციელდება ამომრთველების ანალოგიურად.



ნახ.7.18. გადამრთველი (ა); შუქრეგულატორები: საბრუნო (ბ), კლავიშიანი (გ), დისტანციური (დ)

**შუქრეგულატორები.** შუქრეგულატორები უზრუნველყოფენ განათების სიკაშკაშის მდორე რეგულირებას. ისინი გამოიყენებიან ამომრთველების მაგიერ შენობაში განათების რეჟიმის ცვლილების საჭიროების შემთხვევაში. მათ, როგორც წესი, აქვთ მრგვალი საბრუნო სახელური (ნახ.7.18.ბ), რომლის ბრუნვითაც იცვლება სიკაშკაშე. წარმოების მიერ ასევე გამოშვებულია კლავიშიანი (ნახ.7.18. გ) და დისტანციური (ნახ.7.18.დ) შუქრეგულატორები.

**დისტანციური შუქრეგულატორი.** დისტანციური შუქრეგულატორი შედგება მართვის პულტისაგან და ამომრთველში ჩამონტაჟებული ფოტომიმდებისაგან. ამ ამომრთველებს შეუძლიათ ფუნქციონირება როგორც ჩვეულებრივ რეჟიმში, ასევე დისტანციურშიც. ზოგიერთ შუქრეგულატორს გააჩნია ინდიკატორი, რომელიც სიბნელეში გვიჩვენებს მის ადგილმდებარეობას (ნახ.7.18.დ).

**განათების გადამწოდები.** სიბნელეში განათების ავტომატური ჩართვისათვის გამოიყენება განათების გადამწოდები (ნახ.7.19.ა), რომლებიც აფიქსირებენ შენობაში დასაშვებზე მეტად გარე განათების შემცირებას და გასცემენ სიგნალს განათების ჩართვისათვის.



ნახ.7.19. განათებისა (ა) და მოძრაობის გადამწოდები (ბ, გ)

**მოძრაობის გადამწოდები.** შენობაში ადამიანის გამოჩენის შემთხვევაში განათების ავტომატური ჩართვისათვის გამოიყენება მოძრაობის გადამწოდები (ნახ.7.19.ბ,გ), რომლებიც აფიქსირებენ ადამიანის გამოჩენას მისი მხედველობის არეში და რთავენ განათებას შესაბამის შენობაში.

**დაიმახსოვრეთ!** მოძრაობის გადამწოდები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მუშაობის რეჟიმებითა და მხედველობის კუთხით.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რას წარმოადგენს და რისგან შედგება როზეტი?
2. ჩამოთვალეთ როზეტების სახეობები.
3. რას წარმოადგენს შტეფსელი და რას უწოდებენ მას მეორენაირად?
4. რისთვის გამოიყენება სუსტი დენების როზეტები?
5. რისთვის გამოიყენება ამომრთველები და გადამრთველები?
6. რას უზრუნველყოფენ შუქრეგულატორები და გადამწოდები?

**7.5. გამანაწილებელი კოლოფები და ფარები**

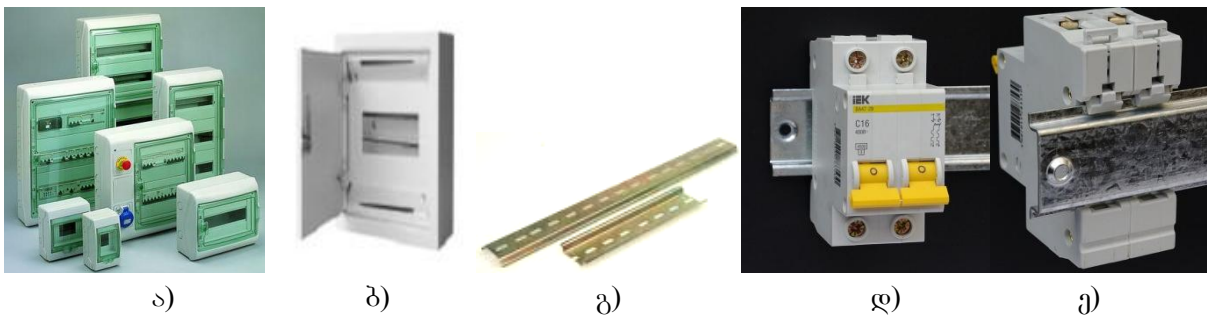
გამანაწილებელი კოლოფები გამოიყენება ელექტროგაყვანილობის სხვადასხვა მიმართულებით განაწილებისთვის. გარდა ამისა მათში შეიძლება დაყენებული იქნეს შემაერთებელი კლემები სხვადასხვა ელექტროტექნიკური მოწყობილობები. კოლოფები დამზადებულია პლასტმასისაგან და გამოშვებულია ღია და დახურული ელექტროგაყვანილობისათვის (ნახ.7.20).



ნახ.7.20. გამანაწილებელი კოლოფები: ა, ბ – ღია გაყვანილობის; გ – ბეტონისა და აგურის კედლებსა და დ – თაბაშირმუყაოს კედლებში ჩასასმელი

**დაიმასხოვრეთ!** გამანაწილებელი ფარები გამოიყენება 380/220 ვ ძაბვის, ერთფაზა და სამფაზა დენის ელექტროენერჯის მიღებისა და განაწილებისათვის, გამავალი ხაზების გადატვირთვისა და მოკლედ შერთვისაგან დაცვისათვის, აგრეთვე ელექტრული ქსელების ოპერატიული ჩართვა-გამორთვისათვის.

მათში შესაძლებელია ავტომატური ამომრთველების, ელექტრომრიცხველებისა და სხვა დამატებითი მოწყობილობების ჩამონტაჟება.



ნახ.7.21. გამანაწილებელი ფარები (ა,ბ), DIN – ლარტყა (გ) და ავტომატური ამომრთველის დამაგრება მასზე (დ, ე)

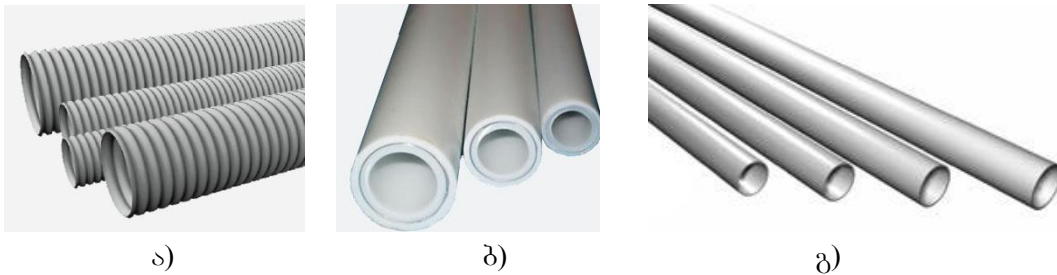
კონსტრუქციულად გამანაწილებელი ფარი შეიძლება იყოს ჩამოსაკიდი და ჩასაშენებელი (ნახ.7.21.ა,ბ). მათ შეიძლება ჰქონდეთ რამდენიმე ნაკვეთური მოდულების დასაყენებლად, რისთვისაც შიგნითვე მონტაჟდება სპეციალური DIN – ლარტყა. (ნახ.7.21.გ).

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რა დანიშნულება გააჩნიათ გამანაწილებელ ფარებს?
2. რა სიდიდის ძაბვამდე გამოიყენება გამანაწილებელი ფარები?
3. როგორი შეიძლება იყოს კონსტრუქციულად გამანაწილებელი ფარები?

**7.6. ელექტროსამონტაჟო მილები და საკაბელო არხები**

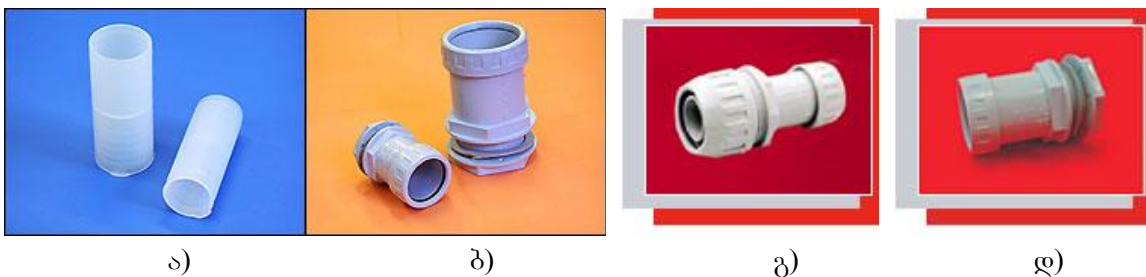
შენობებში ღია და დახურული ელექტროგაყვანილობის მონტაჟისათვის გამოიყენება პლასტიკური გოფირებული, არმირებული და ხისტი მილები (ნახ.7.22), რომლებიც მზადდება პოლივინილქლორიდისაგან.



ნახ.7.22. ელექტროსამონტაჟი მილები: ა – გოფირებული; ბ – არმირებული; გ – ხისტი

გოფირებული მილების შესაერთებლად გამოიყენება ქურო (ნახ.7.23.ა), ხოლო ამ მილის საკაბელო არხებთან შესაერთებლად – წინაღქანით აღჭურვილი ქურო (ნახ.7.23.ბ).

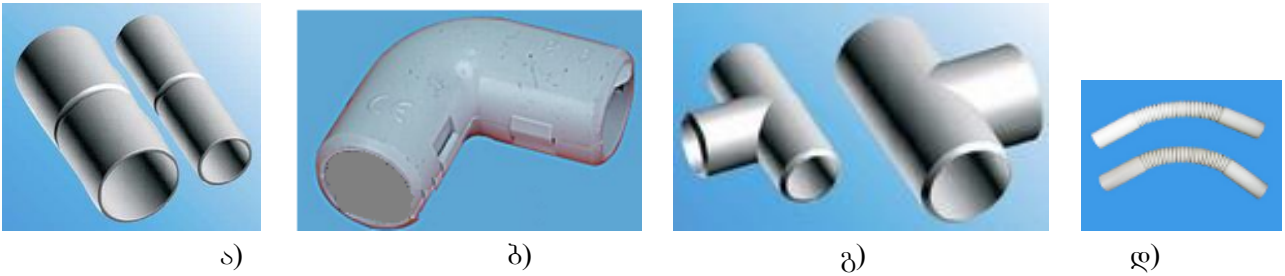
არმირებული მილებიც მზადდება იგივე პოლივინილქლორიდისაგან დიამეტრით 8–60 მმ. ამ მილების ხისტი მილებთან და საკაბელო არხებთან შესაერთებლად გამოიყენება სპეციალური ქუროები (ნახ.7.23.გ, დ).



ნახ.7.23. გოფირებული (ა, ბ) და არმირებული (გ, დ) მილების შესაერთებელი ქუროები

ხისტი მილებიც მზადდება იგივე პოლივინილქლორიდისაგან გარე დიამეტრით 16-50 მმ. ამ მილების ერთმანეთთან და სხვადასხვა საკაბელო არხებთან შესაერთებლად გამოიყენება შემაერთებელი ქუროები, კუთხოვანები, გოფირებული ქუროები, გამანაწილებელი კოლოფები და სამკაპები (ნახ.7.24).

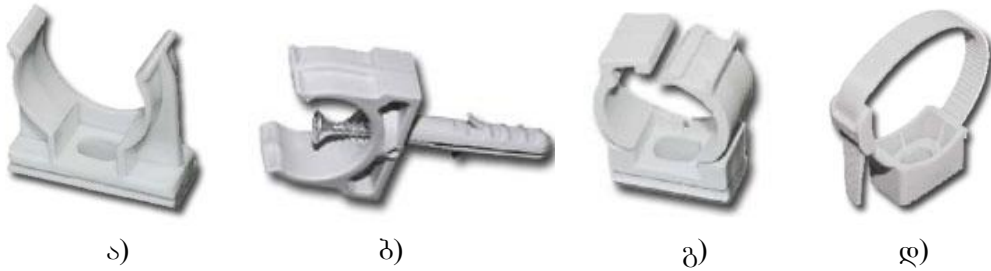




ნახ.7.24. შემაერთებელი ქურო (ა), კუთხოვანა (ბ), სამკაპა (გ) და გოფირებული ქურო (დ)

მილების დასამაგრებლად გამოიყენება სხვადასხვა სახის დამჭერები (ნახ.7.25).

**დაიმახსოვრეთ!** გოფირებული და არმირებული მილების დამაგრება უნდა მოხდეს არანაკლებ 50 სმ-ის ინტერვალით, რათა არ მოხდეს მათი ჩამოკიდება.



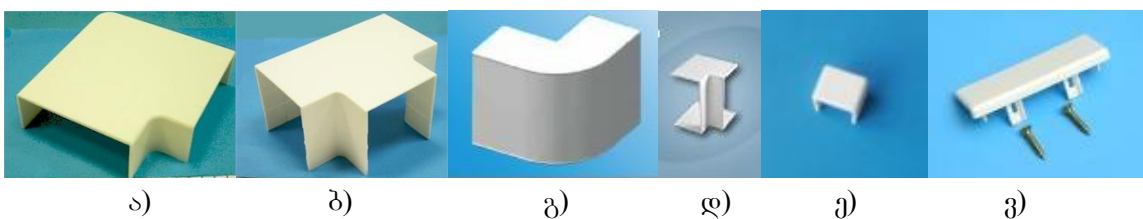
ნახ.7.24. მილების დამჭერები: ა – კლიფსი საკეტელათი; ბ – დიუბელით; გ – ცალული; დ – მოსაჭიმი

ელექტროგაყვანილობის მონტაჟისათვის გამოიყენება აგრეთვე ელექტროსამონტაჟო საკაბელო არხები, რომელთა საერთო სახე მოცემულია ნახ.7.25-ზე. ისინი გამოშვებულია სწორკუთხა განივკვეთით ბრტყელი ან Π – სებრი სახურავით. საკაბელო არხებს გააჩნიათ სხვადასხვა განივკვეთი და შიგა ტიხარების სხვადასხვა რაოდენობა.



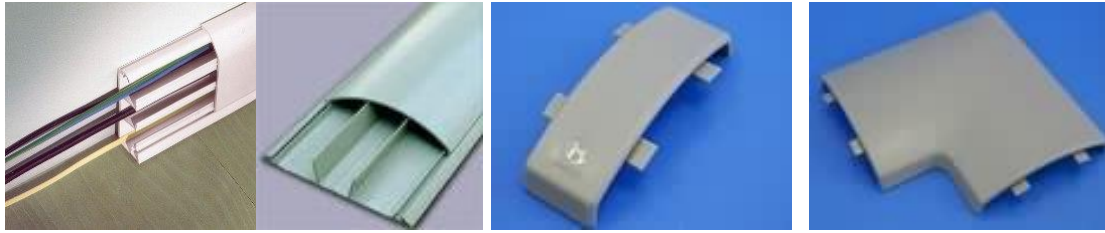
ნახ.7.25. ელექტროსამონტაჟო საკაბელო არხების სხვადასხვა სახე

საკაბელო არხების შეპირაპირება ხორციელდება სპეციალური კუთხეებისა და შემაერთებლების (ნახ.5.26) დახმარებით.



ნახ.7.26. ბრტყელი (ა), T-სებრი (ბ), გარე (გ) და შიგა (დ) კუთხეები; სწორხაზოვანი შემაერთებელი (ე) და სახშობი (ვ)

არსებობს სპეციალური ელექტროსამონტაჟო პლინთუსი (ნახ.7.27.ა) და იატაკის საკაბელო არხი (ნახ.7.27.ბ).



ა) ბ) გ) დ)

ნახ.5.27. პლინთუსი (ა), იატაკის საკაბელო არხი (ბ) და მისი შემაერთებლები (გ, დ)

ელექტროსამონტაჟო პლინტუსი შედგება სხვადასხვა კვეთის ნაკვეთურებისაგან. მას თან ახლავს აქსესუარების სრული ნაკრები როზეტების დასამონტაჟებლად, ჩასაყენებელი კოლოფების ჩათვლით.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რისთვის გამოიყენება ელექტროსამონტაჟო მილები და საკაბელო არხები?
2. რისგან მზადდება ელექტროსამონტაჟო მილები და საკაბელო არხები?
3. რით ხდება მილების შეერთება?
4. რით აერთებენ საკაბელო არხებს?

**7.7. გამტარების სამონტაჟო სამარჯვები**

**კლემები.** გამანაწილებელ კოლოფებში სადენებისა და კაბელების შესაერთებლად გამოიყენება კლემები. როზეტებისა და გამანათებელი ქსელების მონტაჟის დროს ფართო გამოყენება ჰპოვეს მცირეგაბარიტიანიმა ზამბარიანიმა კლემებმა.

გერმანული ფირმა Wago თავის ნაწარმში იყენებს ორი ტიპის ზამბარიან კლემებს: 1) ბრტყელზამბარიან მომჭერს ერთძარღვა გამტარების შესაერთებლად 0.5-4 მმ<sup>2</sup> კვეთის ფარგლებში (ნახ.7.28.ა,ბ); 2) მომჭერს **Cage**.



ა) ბ) გ) დ) ე)

ნახ.7.28. მცირეგაბარიტიანი ზამბარიანი კლემა (ა) და გამტარების მონტაჟი ამ კლემის გამოყენებით (ბ); კლემა მომჭერით **Cage Clamp** (გ) და ამ კლემით მონტაჟი (დ, ე)

**Clamp** (ნახ.7.28.გ,დ,ე), რომლის ზამბარა დამზადებულია ქრომონიკელიანი ფოლადისაგან და გამოიყენება როგორც ერთძარღვა, ასევე მრავალძარღვა გამტარების შესაერთებლად 0.08–35 მმ<sup>2</sup> კვეთის ფარგლებში.

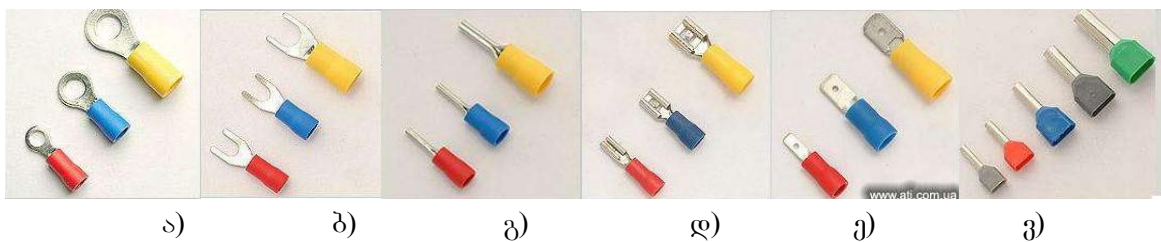
გამანათებელი ხელსაწყოების ჩასართავად გამოიყენება გამავალი D-lux ტიპის კლემები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ერთძარღვიან და მოქნილ მრავალძარღვიანი გამტარების შეერთებას. ასეთი კლემის მომჭერ ელემენტს წარმოადგენს ელექტროლიტური სპილენძისაგან დამზადებული და კალითა და ტყვიით დაფარული დენგამტარ სალტესთან ხისტად ჩაწნეხილი ფოლადის ფურცლოვანი ზამბარა. ერთის მხრივ ამ ტიპის კლემას აქვს ორი ბუდე, რომლებიც იძლევიან 1–2.5 მმ<sup>2</sup> კვეთის მრავალძარღვა გამტარის გამავალი ჩართვის საშუალებას (ნახ.7.29.ა).



ნახ.7.29. D-lux ტიპის (ა) და ხრახნიანი მომჭერის მქონე (ბ) კლემები

გამტარების შეერთება შეიძლება განხორციელდეს ხრახნიანი მომჭერების მქონე კლემებით (ნახ.7.29.ბ). ხრახნიანმა მომჭერებმა თავისი თავი კარგად წარმოაჩინეს. ამასთანავე, ყოველ სამ-ოთხ წელიწადში საჭიროა კონტაქტების მოჭერის ხარისხის შემოწმება და საჭიროების შემთხვევაში კონტაქტების გადაჭერა, განსაკუთრებით ალუმინის გამტარების დროს.

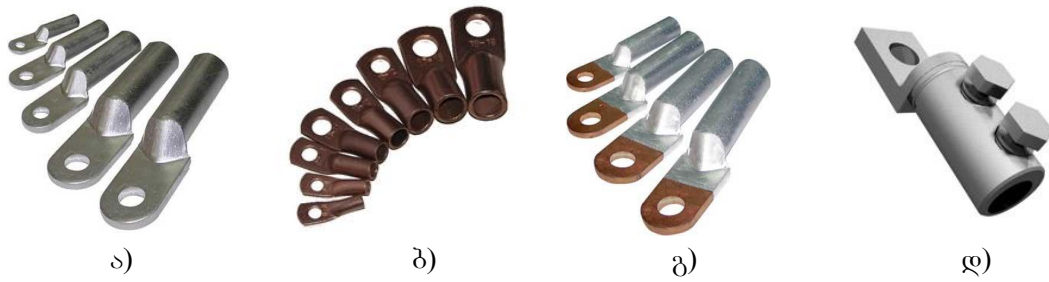
**ბუნიკები.** ბუნიკების გამოყენება საშუალებას იძლევა მივიღოთ გამტარის ძარღვის საიმედო კონტაქტი კლემასთან. სხვადასხვა კვეთის გამტარებისათვის გამოშვებულია სხვადასხვა დიამეტრის ბუნიკები. ფორმის მიხედვით ისინი არსებობენ: რგოლური, ჩანგლისებრი, ღეროვანი, ბრტყელი და მილისებრი. (ნახ.7.30) გამტარის ძარღვი ბუნიკში ჩაიწნეხება სპეციალური ინსტრუმენტის საშუალებით.



ნახ.7.30. რგოლური (ა), ჩანგლისებრი (ბ), ღეროვანი (ვ), ბრტყელი (დ,ე) და მილისებრი (ჟ) კლემები

ბუნიკები მზადდება როგორც გამტარებისათვის, ასევე ძალოვანი კაბელებისათვის სხვადასხვა დიამეტრით. კაბელებისათვის განკუთვნილი სპილენძის, ალუმინისა და ალუმინ-სპილენძის ბუნიკები ნაჩვენებია ნახ.7.31-ზე.

ბუნიკები გამოშვებულია როგორც იზოლირებული ხუფით (ნახ.7.30), ასევე მის გარეშეც (ნახ.7.31).



ნახ.7.31. ალუმინის (ა), სპილენძის (ბ) და ალუმინსპილენძის (გ) ბუნიკები და ალუმინის ჭანჭიკიანი ბუნიკი მოსაწყვეტი თავით (დ)

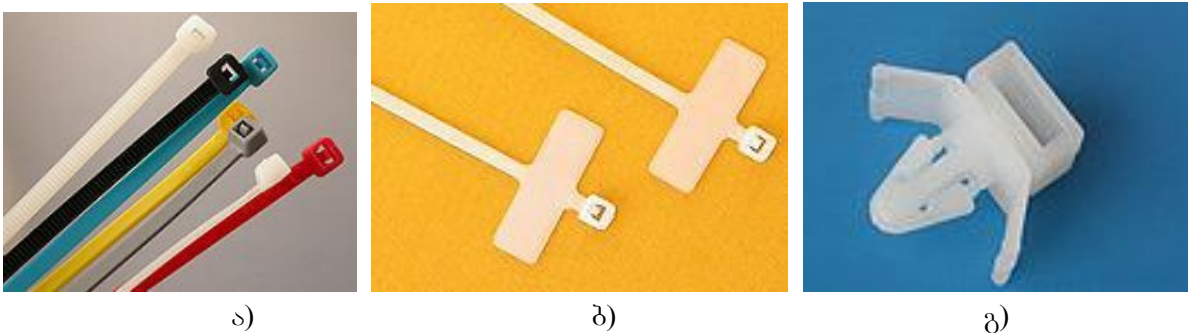
**შემაერთებელი ჰილზები.** ორი გამტარის შესაერთებლად გამოიყენება შემაერთებელი ჰილზები (ნახ.5.32).



ნახ.7.32. შემაერთებელი ჰილზები: პლასტიკური იზოლაციით (ა), იზოლაციის გარეშე (ბ), ჭანჭიკებით მოსაჭერი (გ) და კაბელების ძარღვების შეერთება მოსაჭერი ჰილზით (დ)

ისინი გამოშვებულია სხვადასხვა დიამეტრის გამტარებისათვის როგორც პლასტიკური იზოლაციით, ასევე მის გარეშე. ბუნიკები არსებობს როგორც დასაწნეხი (რომელიც ჩაიწნეხება სპეციალური მოწყობილობის საშუალებით), ასევე მოსაჭერი. მოჭერის შემდეგ ხდება ჭანჭიკების თავების მოწყვეტა. ნახ.7.32-დ-ზე მოცემულია კაბელების ძარღვების შეერთება მოსაჭერი ჰილზით.

**კაბელების მოსაჭიმი.** საშუალებას იძლევა შეეკრათ გამტარები და კაბელები ერთ კონად. რაც მნიშვნელოვნად აიოლებს მონტაჟს, ალამაზებს გაყვანილობის იერსახეს და იძლევა ელექტროგაყვანილობის კონსტრუქციულ ელემენტებზე დამაგრების საშუალებას.

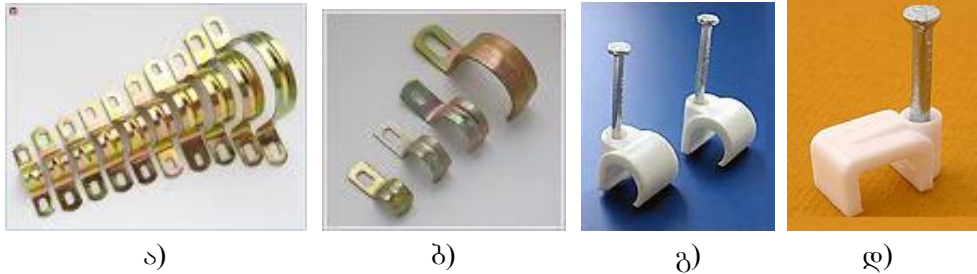


ნახ.7.33. კაბელების მოსაჭიმი: ა – მარტივი; ბ – მარკირების ზედაპირით; გ – ფიქსატორით

კაბელების მოსაჭიმი სხვადასხვა სიგრძისაა. ზოგიერთ მათგანს გააჩნია სპეციალური მარკირების ზედაპირი (ნახ.7.33.ბ). მათი მოჭერა – დამაგრება ხდება ხელთ ან სპეციალური ინსტრუმენტით.

**კავები.** გამტარებისა და კაბელების დასამაგრებლად გამოიყენება სხვადასხვა დიამეტრის ლითონის ერთათიანი და ორთათიანი (ნახ.7.34.ა,ბ) ან პლასტმასის მრგვალი და კვადრატული კავები (ნახ.7.34.გ,დ).

კავები გამოშვებულია სხვადასხვა დიამეტრის გამტარებისა და კაბელებისათვის.



**ნახ.7.34.** ლითონის ორთათიანი (ა) და ერთათიანი (ბ), პლასტიკატის მრგვალი (გ) და კვადრატული (დ) კავები

**საკონტროლო კითხვები:**

1. ჩამოთვალეთ გამტარების სამონტაჟო სამარჯვები?
2. რისთვის გამოიყენება კლემები?
3. რის საშუალებას იძლევა ბუნიკების გამოყენება?
4. რისთვის გამოიყენება შემაერთებელი ჰილზები და კაკეები?

**შეფასების ინდიკატორები:**

**ელექტრული მოწყობილობების პირობითი აღნიშვნები ელექტრულ და არქიტექტორულ სქემებზე:**

- ელექტრული მოწყობილობების ელექტრულ სქემებზე პირობით აღნიშვნა;
- ელექტრული მოწყობილობების არქიტექტორულ სქემებზე პირობით აღნიშვნა.

**ელექტრული სანათების, ამომრთველების, როზეტების, მანაწილებელი კოლოფებისა და სხვა მოწყობილობების კონსტრუქცია.**

- სანათების, გამომრთველების, როზეტების, გამანაწილებელი კოლოფების დაშლა – აწყობა;
- სანათების, გამომრთველების, როზეტების, გამანაწილებელი კოლოფების დაყენება და ქსელში ჩართვა.

**ენერგოდამზოგი ნათურები**

- ენერგოდამზოგი ნათურების ქსელში დაყენება;
- ენერგოდამზოგი ნათურების ძირითადი მახასიათებლების გაცნობა.

**ელექტროსამონტაჟო მიღები და საკაბელო არხები**

- ელექტროსამონტაჟო მიღებისა და საკაბელო არხების მასალების გაცნობა;
- მიღებისა და არხების გადაბმების შესრულება.

**გამტარების სამონტაჟო სამარჯვები**

- სამარჯვების შესწავლა და გამოყენება.

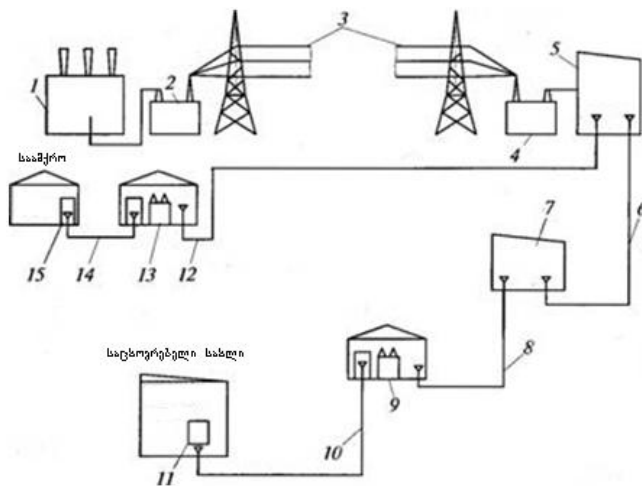
## თავი VIII. ელექტროსამონტაჟო სამუშაოების ტექნოლოგია

ამ თავში თქვენ გაეცნობით შენობებისა და ნაგებობების ელექტრომომარაგების სქემებს; ელექტროგაყვანილობის მონტაჟის საერთო საკითხებს; ავტომატურ ამომრთველებს, დნობად მცველებსა და დამცავი გამორთვის მოწყობილობებს; დატვირთვის მიხედვით გამტარებისა და კაბელების შერჩევას; ელექტროგაყვანილობის სტრუქტურის, მონტაჟის, დაგეგმვისა და მონიშვნის; კედლებზე, იზოლატორებზე, გვარლებზე, ლენტებსა და სიმებზე ღია ელექტროგაყვანილობის; მიწებში, თაბაშირმუყაოს კედლებსა და ტიხარებში, საკაბელო არხებში დახურული ელექტროგაყვანილობის მონტაჟის; სანათების, ამომრთველების, როზეტების, ჭაღებისა და პლაფონების მონტაჟის, ბეტონისა და აგურის კედლებზე ღრმულებისა და ღარების გაკეთების საკითხებს.

### 8.1. შენობებისა და ნაგებობების ელექტრომომარაგება

ელექტროენერჯიას ვიყენებთ ყველგან და მისი პრაქტიკული ღირებულების შეფასება შეუძლებელია. მაგრამ როგორ აღწევს ელექტროენერჯია მომხმარებელამდე, ამის გასაგებად არსებობს ელექტრომომარაგების ცნება.

**დაიმახსოვრეთ!** ელექტრომომარაგება წარმოადგენს ღონისძიებათა ერთობლიობას, რომლებიც ელექტროენერჯით უზრუნველყოფენ სხვადასხვა მომხმარებელს. საინჟინრო ნაგებობათა კომპლექსს, რომლებიც ახორციელებენ ელექტრომომარაგების ამოცანებს, ელექტრომომარაგების სისტემები ეწოდება.



**ნახ.8.1. ქალაქის ელექტრომომარაგების სტრუქტურული სქემა**

ქალაქების ელექტრომომარაგების სტრუქტურული სქემა მოცემულია ნახ.8.1-ზე, რომელიც მთლიანად და მარტივად ასე გამოიყურება: ყველაფერი იწყება ელექტროსადგურიდან 1, რომლის ამოცანაა ელექტროენერჯის გამომუშავება. ელექტროსადგური სხვადასხვა სახისაა (მაგალითად, ჰიდროელექტროსადგურში წყლის მექანიკური ენერჯია გარდაიქმნება ელექტრულ ენერჯიად), მაგრამ ყველა ელექტროსადგურის ამოცანა ერთი და იგივეა – მივიღოთ ელექტროენერჯია.

ელექტროსადგურის გენერატორი გამოიმუშავებს 6 კვ ძაბვას, რომელიც მიეწოდება ძაბვის ამწევ ტრანსფორმატორს 2 და მოხდება 6 კვ ძაბვის აწვევა 220 კვ-მდე. ამ ძაბვით უზრუნველყოფილი იქნება ელენერჯის შორს მანძილზე გადაცემა მეტალის საყრდენებზე დამონტაჟებული საჰაერო ელექტროგადაცემის მაღალი ძაბვის ხაზით 3. დანიშნულების ადგილზე სატრანსფორმატორო ქვე-

სადგურში 4 გამანაწილებელ მოწყობილობებთან 5 ერთად ხდება 220 კვ ძაბვის დაწვევა 35, 10 ან 6 კვ ძაბვამდე. მკვებავი საკაბელო ხაზით 6 10 ან 6 კვ ძაბვა მიეწოდება გამანაწილებელი პუნქტის 7 სალტებზე. აქედან საკაბელო ხაზით 8 10 ან 6 კვ ძაბვა მიეწოდება დამწვევ სატრანსფორმატორო ქვესადგურს, სადაც 10 ან 6 კვ ძაბვა დაიწვევს 0,4 კვ ძაბვამდე. ეს ძაბვა საკაბელო ხაზით 10 მიეწოდება საცხოვრებელი სახლის შემყვან- გამანაწილებელ მოწყობილობებს (**შგმ**) 11.

გამანაწილებელი მოწყობილობიდან 5 35 კვ ძაბვა საკაბელო ხაზით 12 მიეწოდება ქალაქის სამრეწველო საწარმოს მთავარ დამწვევ ქვესადგურს 13, რომლიდანაც საკაბელო ხაზით 14 0,4 კვ ძაბვა მიეწოდება საამქროების 15 გამანაწილებელ ფარებს.

სატრანსფორმატორო ქვესადგურიდან ელექტროენერგია მიეწოდება შენობის შგმ-ს, რომლის დანიშნულებაა ელექტროენერგიის განაწილება შენობაში არსებულ ყველა ელექტრომოწყობილობაზე. საცხოვრებელ სახლებში ერთი ასეთი მოწყობილობა შეიძლება ემსახურებოდეს ერთ ან რამდენიმე სადარბაზოს.

**დაიმახსოვრეთ!** საცხოვრებელი სახლებისა და სამრეწველო საწარმოების, ქარხნების ელექტრომომარაგება ერთმანეთისაგან განსხვავდება.

ელექტრული მოწყობილობების სხვადასხვა დატვირთვის გამო იცვლება შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობების შიგთავსი. დიდ ქარხნებსა და სამრეწველო საწარმოებში ერთი საამქროსათვის შეიძლება საჭირო იყოს საკუთარი სატრანსფორმატორო ქვესადგური. ეს უკვე განსხვავებაა სამრეწველო საწარმოსა ელექტრომომარაგებასა და საცხოვრებელი სახლის ელექტრომომარაგებას შორის. მაგალითად, საავტომობილო ქარხნის ერთი საამქროს ელექტრული დატვირთვა დაახლოებით 2000 კვტ-ია, მაშინ, როცა ორსადარბაზოიანი 12-15 სართულიანი სახლის დაახლოებითი დატვირთვა 500 კვტ-ია.

ნებისმიერი ობიექტის ელექტრომომარაგების სისტემა უსაფრთხოების საკითხებიდან გამომდინარე უნდა შეიცავდეს ჩამიწებისა და მეხისაგან დაცვის მოწყობილობას.

შგმ-დან საწარმოო საამქროებში კაბელების საშუალებით ელექტროენერგია მიეწოდება უშუალოდ ელექტროენერგიის მომხმარებელ დანადგარებს, ხოლო საცხოვრებელ სახლებში – სართულების გამანაწილებელ ფარებს, საიდანაც ელექტროენერგიის მრიცხველისა და დაცვის ავტომატური ამომრთველების გავლით ხდება ელექტროენერგიის მიწოდება თითოეულ საცხოვრებელ ბინის ფარზე, ხოლო ბინის ფარიდან ელექტროენერგია გამანაწილებელი კოლოფების გავლით მიეწოდება როზეტებს (საყოფაცხოვრებო ხელსაწყოების ჩასართავად) და გამანათებელ მოწყობილობებს.

ასეთია მთლიანად ელექტროენერგიის მთელი გზა ელექტროსადგურიდან მომხმარებლამდე ანუ ელექტრომომარაგების მთელი სისტემა. მოხერხებულობისათვის სისტემას ყოფენ ორ ნაწილად: გარე სისტემა მოიცავს ელექტროსადგურიდან შგმ-მდე, ხოლო შიგა სისტემა ეს არის ყველაფერი ის, რაც შეეხება თვით შენობის ელექტრომომარაგებას დაწვებული შგმ-დან, რომელიც ელექტროენერგიას იღებს სატრანსფორმატორო ქვესადგურიდან და განაწილებს მას ამ

შენობის ყველა მომხმარებელზე, დამთავრებული თვით მომხმარებელი მოწყობილობებით.

ჩვენ განვიხილავთ ელექტრომომარაგების შიგა სისტემების მონტაჟის საკითხებს. მონტაჟის შესრულების მიხედვით სხვადასხვა ტიპის შენობების ელექტრომომარაგება ერთმანეთისაგან განსხვავდება როგორც მონტაჟის შესრულებით, ასევე მასალების მიხედვით, მაგრამ თვით სტრუქტურა რჩება უცვლელი: შგმ – კაბელი – გაყვანილობის მასალები – სართულის გამანაწილებელი ფარი – ბინის გამანაწილებელი ფარი – ჩამიწება – მეხდაცვა – სანათები – როზეტები ელექტრომომწყობილობების შესაერთებლად.

### საკონტროლო კითხვები:

1. რას წარმოადგენს ელექტრომომარაგება?
2. რას ეწოდება ელექტრომომარაგების სისტემები?
3. რა სიდიდის ძაბვას გამოიმუშავებს გენერატორი?
4. სად მიეწოდება ელექტროენერჯია სატრანსფორმატორო ქვესადგურიდან?

## 8.2. ელექტროგაყვანილობის მონტაჟი

ელექტრომომწყობილობების უწყვეტი მუშაობის გარანტიას წარმოადგენს საიმედო ელექტრომომარაგება, რომელიც შეუძლებელია მაღალ დონეზე შესრულებული ელექტროგაყვანილობის გარეშე. შენობებისა და ბინების ელექტროგაყვანილობაში შედიან: შემყვანი – ავტომატური ამომრთველი ან პაკეტური გადამრთველი; მოხმარებული ელექტროენერჯის აღრიცხვის ხელსაწყო-მრიცხველი; ელექტროგაყვანილობის დაცვის მოწყობილობები – დნობადი მცველები, ავტომატური ამომრთველები, დიფერენციალური დენის ამომრთველები, დიფერენციალური დენის ავტომატური ამომრთველები; ნულოვანი და ჩამამიწებელი სალტები; შემაერთებელი სადენები, რომელთა დახმარებით ხორციელდება ელექტრული კავშირი ჩამოთვლილ მოწყობილობათა შორის. ყველა ჩამოთვლილი მოწყობილობა შეიძლება განლაგებული იქნას როგორც სართულების, ასევე ბინების გამანაწილებელ ფარებში.

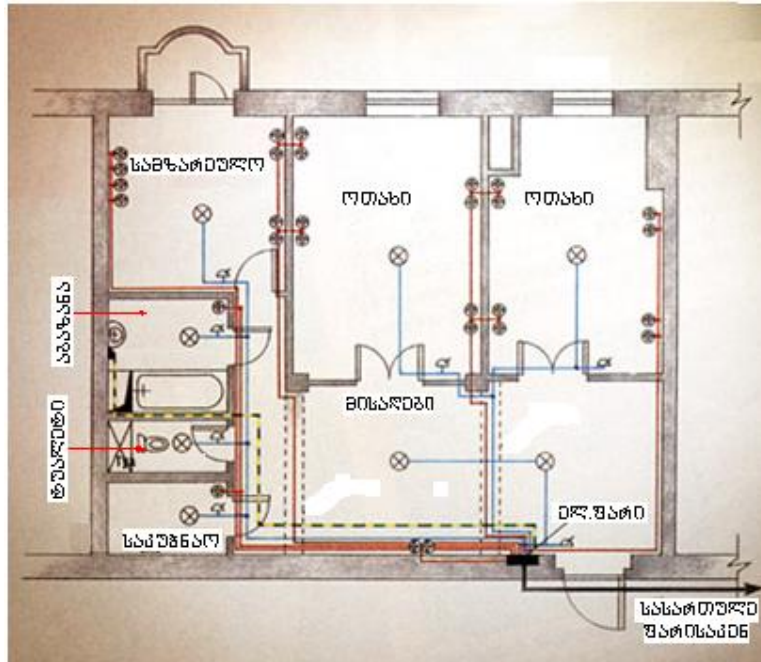
**დაიმახსოვრეთ!** ელექტროგაყვანილობა ეს არის – სადენები და კაბელები, რომლებიც განლაგებულია ჰერისა და კედლების გასწვრივ. კონსტრუქციული ელემენტების შიგნით; იატაკებში, ფუნდამენტებში, კედლებსა და გადახურვებში, შეიცავს ყველა სამონტაჟო და შემაერთებელ ელემენტებს, რომელთა საშუალებით ხორციელდება ელექტროენერჯის მიწოდება ბინაში არსებულ ელექტრომომწყობილობებთან: შტეფსელებთან, ჩამრთველებთან, გამანათებელ მოწყობილობებსა და სხვადასხვა საყოფაცხოვრებო ტექნიკასთან.

ელექტროგაყვანილობის მონტაჟი სრულდება პროექტის მიხედვით. რომელიც წარმოადგენს შენობის (ბინის) გეგმაზე არსებულ სქემების ერთობლიობას, რომელზეც ნაჩვენებია: ძალოვანი შემყვანი, ელექტროგაყვანილობის მაგისტრალური ხაზები, გამანაწილებელი და ელექტრული ფარები, ელექტრული სადენებისა და



კაბელების ტიპები და მათი გაყვანის წესი; ამომრთველებისა და ელექტროდანადგარების ტიპები და სხვა.

ნახ.8.2-ზე ასევე მაგალითის სახით მოცემულია საცხოვრებელი ბინის ელექტროგაყვანილობის პროექტი. პროექტში გამოყენებულია სტანდარტული პირობითი აღნიშვნები. საყოფაცხოვრებელი ბინის კომფორტის კატეგორიიდან გამომდინარე ელექტროგაყვანილობას უნდა ჰქონდეს მრავალსაფეხურიანი დაცვა, რაც ნიშნავს იმას, რომ რომელიმე უბნის დაზიანების შემთხვევაში ამორთვება მხოლოდ დაზიანებული ან გადატვირთული უბანი.

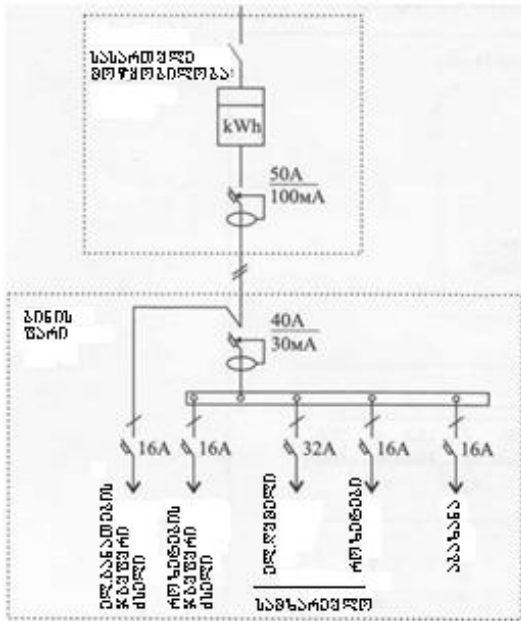


ნახ.8.2.საცხოვრებელი ბინის ელექტროგაყვანილობის პროექტი

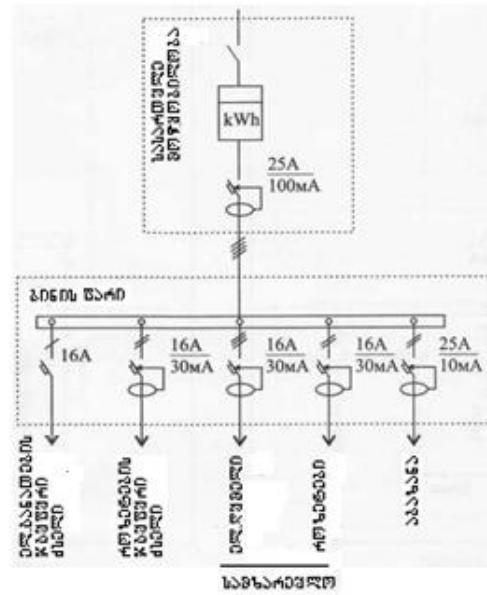
ელექტროგაყვანილობის ჯგუფური ხაზების დაცვა ხორციელდება კორიდორებსა ან ბინებში დაყენებულ გამანაწილებელ ფარებში.

***დამახსოვრეთ!** გამანაწილებელი ფარებიდან გამომავალი ჯგუფური ხაზების რაოდენობა განისაზღვრება ელექტრომომარაგების საიმედოობისა და მათი ექსპლუატაციის მოხერხებულობის მიხედვით.*

თუ საცხოვრებელი სახლი მიეკუთვნება კომფორტის მეორე კატეგორიას, სადაც საანგარიშო ელექტრული დატვირთვა არ აღემატება 11 კვტ-ს, მაშინ ელექტროგაყვანილობის სქემების პროექტი სრულდება ფაზა-ნულით, ხოლო ელექტროგაყვანილობის დაცვა ხორციელდება ბინაში დაყენებული გამანაწილებელ ფარებში მოთავსებული მინიმუმ ხუთი ჯგუფური ხაზის: ელექტრული განათების; საცხოვრებელი ბინის შტეფსელური ქსელის; ელექტროქურის; 2კვტ-ზე მეტი სიმძლავრის ელექტრომიძღებების შტეფსელური ქსელისა და სააბაზანო ოთახის დაცვის აპარატებით. ელექტროენერჯის აღრიცხვის ხელსაწყოები და შემავალი ხაზის გამომრთველი აპარატები განლაგებულია სართულების მოდულურ გამანაწილებელ მოწყობილობაში (სმგმ).



ნახ.8.3. კომფორტის მეორე კატეგორიის დაცვის სისტემა



ნახ.8.4. პირველი კატეგორიის კომფორტის დაცვის სისტემა

ნახ.8.3-ზე მოყვანილია კომფორტის მეორე კატეგორიის დაცვის სისტემა. ამ ნახაზიდან ჩანს, რომ ელექტროქურისათვის შერჩეულია 32 ამპერი (ა) სიდიდის ავტომატური ამომრთველი, ხოლო დანარჩენი ხაზებისათვის 16 ა სიდიდის. სართულების მოდულურ გამანაწილებელ მოწყობილობაში შემავალ ხაზზე დაყენებულია ელექტრული ენერჯის აღრიცხვის მრიცხველი და დიფერენციალური დაცვის მოწყობილობა 50 ა სიდიდის დატვირთვის დენისათვის. ამ მოწყობილობის გაუონვის დენის სიდიდეა 100 მილიამპერი (მა).

ნახ.8.4-ზე მოყვანილია დაცვის სისტემა პირველი კატეგორიის კომფორტის სახლებისათვის, რომელთაც ბინებში გააჩნიათ სამფაზა ელექტრომომხმარებლები ან მათი ელექტრული დატვირთვა შეადგენს 11 კვტ-ზე მეტს. როგორც ნახ.8.4-დან ჩანს, გარდა განათების ხაზებისა ყველა ხაზში გათვალისწინებულია დიფერენციალური დაცვის სისტემა.

აგრეთვე უნდა გვახსოვდეს, რომ ძველ ელექტრულ ქსელებში ფაზები აღნიშნულია შესაბამისად A,B,C ასოებით. ერთფაზა ქსელში, თუ მისი ფაზური გამტარი წარმოადგენს სამფაზა ქსელის განშტოებას, მაშინ ამ გამტარის ფერი უნდა შეესაბამებოდეს სამფაზა ქსელის შესაბამისი გამტარის ფერს.

**დაიმახსოვრეთ!** ელექტრომოწყობილობის მონტაჟის დროს ყურადღება უნდა მივაქციოთ გამტარებისა და კონტაქტების ასოით-ციფრულ აღნიშვნებსა და მათი მარკირების ფერს. ელექტრომოწყობილობის წესების თანახმად სამფაზა ქსელში გამოიყენება შემდეგი აღნიშვნები:

- პირველი ფაზა – L1-ყვითელი ფერის;
- მეორე ფაზა – L2-მწვანე ფერის;
- მესამე ფაზა – L3-წითელი ფერის;
- ნულოვანი მუშა გამტარი – N-ლურჯი ფერის;
- ნულოვანი დამცავი გამტარი – PE- ზოლოვანი ყვითელ-მწვანე ფერის.

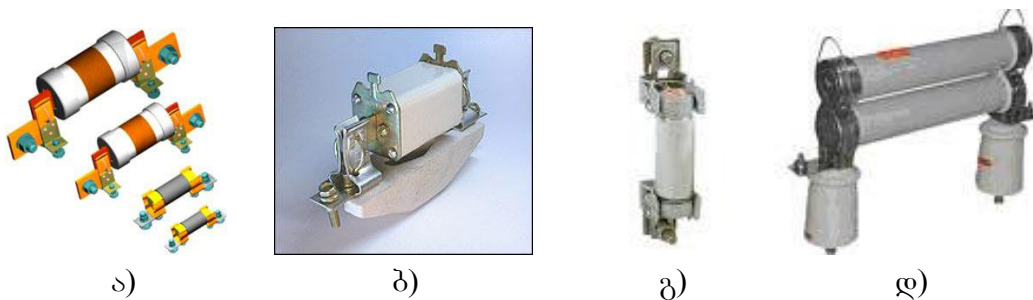
### საკონტროლო კითხვები:

1. რა ელექტრული მოწყობილობები შედიან ელექტროგაყვანილობაში?
2. რის მიხედვით სრულდება ელექტროგაყვანილობის პროექტი?
3. სად ხორციელდება ელექტროგაყვანილობის ჯგუფური ხაზების დაცვა?
4. რა ფერით აღინიშნება ნულოვანი მუშა გამტარი?
5. რა ასოებით აღინიშნება ფაზები ძველ ელექტრულ ქსელებში?

### 8.3. ავტომატური ამომრთველები და დნობადი მცველები

აღამიანების, ელექტრული მოწყობილობებისა და ელექტროგაყვანილობის დაცვისათვის გამოიყენება სპეციალური დამცავი მოწყობილობები, რომლებიც ირთვებიან უშუალოდ მომხმარებლის წრედის შესავალზე. დაცვის ხერხის მიხედვით განასხვავებენ ასეთი მოწყობილობების სახესხვაობებს: დნობად მცველებს, ავტომატურ მცველებსა და ამომრთველებს.

დნობადი მცველები წარმოადგენენ არააღდგენად დაცვის საშუალებებს და ამუშავების შემდეგ მოითხოვენ შეცვლას. კონსტრუქციულად დნობადი მცველი (ნახ.8.5) მოთავსებულია მინის ან ფაიფურის მილში, რომელთაც გააჩნიათ ბუდეში ჩასაყენებელი კონტაქტები.



ნახ.8.5. დანიანი (ა,ბ) და საცობის ფორმის დაბალი (გ) და მაღალი (დ) ძაბვის დნობადი მცველები

**დაიმახსოვრეთ!** დანიანი კონტაქტების მქონე მცველები გამოიყენებიან გამანაწილებელ მოწყობილობებში და გათვალისწინებულია არიან დიდ ნომინალურ დენზე (160–1250 ა), ხოლო საცობის ფორმის მქონე მცველები გათვალისწინებულია 2–100 ა ნომინალურ დენზე.

დნობადი მცველების დადებით თვისებებს მიეკუთვნება მოკლედ შერთვის დროს დამზადების სიმარტივე და საიმედოობა, ხოლო უარყოფით თვისებებს მიეკუთვნება ყოველი მოკლედ ჩართვის შემდეგ გადამწვარი საცობის ან დნობადი ჩასაყენებელის გამოცვლა, ასევე გადატვირთვებისას საჭიროებს ამუშავების დიდ დროს.

ავტომატური მცველებში დნობადი ჩასადგამის მაგიერ გამოიყენება ბიმეტალური ფირფიტის თერმობამთიში. ასეთი მცველის ჩამოყრა და აღდგენა შეიძლება დილაკის დახმარებით. დღეისათვის ფართოდ გამოიყენება ხრახნიანი ავტომატური ამომრთველები, რომლებიც გათვლილია 6,3 და 10 ა დენზე. ასეთი მცველის გარეგანი სახე მოცემულია ნახ.8.6.ა-ზე. როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, მცველს გააჩნია

ორი დილაკი. დიდ დილაკზე თითის დაჭერით ხდება ავტომატის ჩართვა, ხოლო პატარა დილაკით – გამორთვა.

უკანასკნელ ხანებში დიდი პოპულარობით სარგებლობენ ავტომატური ამომრთველები. რომელთაც გააჩნიათ დიდი ფუნქციები და მთლიანად შეესაბამებიან ელექტროუსაფრთხოების თანმედროვე ნორმებს.

ავტომატური ამომრთველები (ნახ.8.6.ა,ბ) ელექტრულ წრედში ნომინალურ სიდიდეზე მეტი დენის გავლის შემთხვევაში თიშავენ ელექტრომოწყობილობას. გათიშვის ხერხის მიხედვით ავტომატური ამომრთველები იყოფა შემდეგ ტიპებად: ერთპოლუსა, ორპოლუსა ნეიტრალით, ორპოლუსა, სამპოლუსა, სამპოლუსა ნეიტრალით, ოთხპოლუსა.

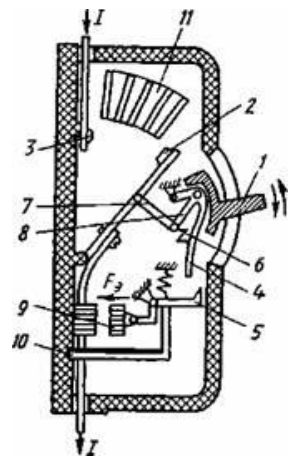


ნახ.8.6. ხრახნიანი ავტომატური მცველი (ა); საშუალო (ბ) და დიდი (გ) სიმძლავრის ავტომატური ამომრთველები

**დაიმახსოვრეთ!** ავტომატური ამომრთველების შემადგენლობაში შედის ორი ტიპის გამთიშველი: თბური და მაგნიტური. თბური ტიპის გამთიშველის დანიშნულებაა გადატვირთვის დენებისაგან დაცვა.

იგი ამუშავდება ბიმეტალური ფირფიტის გახურების შემდეგ. ფირფიტის გახურების დრო დამოკიდებულია დენის სიდიდის ნომინალურ მნიშვნელობის გადაჭარბებაზე. გამთიშვის ეს ტიპი ინერციულია და არ რეაგირებს დენის მნიშვნელობის ხანმოკლე გაზრდაზე. მაგნიტური გამთიშვის დანიშნულებაა ელექტრული წრედის დაცვა მოკლედ შერთვის დენისაგან. დაცვის ეს ტიპი სწრაფმოქმედია. მისი ამუშავება ხდება წრედში გამავალი დენის ნომინალურ მნიშვნელობაზე რამდენჯერმე გადაჭარბების შემთხვევაში.

ავტომატური ამომრთველების მოწყობილობა ნაჩვენებია ნახ.8.7-ზე. მისი მოქმედების პრინციპი ასეთია: სახელურის 1 დახმარებით ხდება ავტომატის ჩართვა და გამორთვა. ნახაზზე ნაჩვენებ მდგომარეობაში ამომრთველი გამორთულია და მოძრავი კონტაქტი 2 არ არის ჩაკეტილი უძრავ კონტაქტ 3-თან. ამომრთველის ჩასართველად საჭიროა მოვმართოთ ზამბარა 6, რისთვისაც საჭიროა დავაწვეთ სახელურს 1 ქვემოთ, რაც მოაბრუნებს დეტალ 4-ს, რომელიც თავისი ქვედა ბოლოთი მოედება დამჭერი ბერკეტის 5 კბილანას. ამომრთველი მზადაა ჩართვისათვის.



ნახ.8.7. ავტომატური ამომრთველის მოწყობილობა

ამომრთველის ჩასართველად სახელურს 1 აწვევენ ზემოთ. ზამბარა 6 დაიკავეს ისეთ მდგომარეობას, რომ სახსრული შეერთებები 7 და 8 გადაადგილდებიან ზემოთ და განლაგდებიან ერთ სწორ ხაზზე. ამომრთველი ჩაირთვება. დენის წრედი შეიკვრება 2 დ 3 კონტაქტების, 9 და 10 მომხსნელების გავლით.

ამომრთველის ავტომატური ამორთვა ხდება მომხსნელის ამუშავების დროს. ხანგრძლივი დენური გადატვირთვების დროს ამუშავდება თბური ბიმეტალის მომხსნელი 10, რომლის თავისუფალი ბოლო გადაადგილდება ქვევით და მოაბრუნებს ბერკეტს 5 საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით. ბერკეტის კბილანა მოეხსნება დეტალს 4, რომელიც შემობრუნდება, ხოლო ბერკეტები 7 და 8 გაივლიან მკვდარ მდგომარეობას. ზამბარის 6 ძალვა მიმართულია ქვევით და მისი მოქმედებით გაითიშება კონტაქტები 2 და 3. მაქსიმალური დასაშვები დენის გადაჭარბების შემთხვევაში გამორთვა ხდება F9 ელექტრომაგნიტური ძალის მოქმედებით, რომელსაც ბერკეტის 5 კბილანა გამოჰყავს დეტალი 4 მოდებიდან 4. თუ მოხდა ავტომატური ამორთვა, მაშინ ამომრთველის სახელური 1 რჩება ზედა მდგომარეობაში.

ხელით გამორთვის დროს სახელური 1 უნდა გადავაადგილოთ ქვევით. კონტაქტების 2 და 3 გაითიშვისას წარმოიშობა ელექტრული რკალი, რომელსაც აქრობს რკალჩამქრობი კამერა 11.

**დამახსოვრეთ!** ავტომატური ამომრთველების არჩევა ნომინალური დენის მიხედვით ხდება ისეთნაირად, რომ მათი მნიშვნელობა რაც შეიძლება ახლოს იყოს დასაცავი ელექტრომოწყობილობის ნომინალური დენის მნიშვნელობასთან.

ამასთანავე გამორთვის მახასიათებლები განისაზღვრებიან იმის გათვალისწინებით, რომ გამშვები დენით გამოწვეულმა ხანმოკლე გადატვირთვებმა არ გამოიწვიოს მათი ამუშავება. გარდა ამისა, ავტომატური ამომრთველების არჩევისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის ფაქტი, რომ დასაცავი წრედის ბოლოზე, მოკლედ შერთვის შემთხვევაში, უნდა ჰქონდეთ გამორთვის მცირე დრო.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. დაცვის მოწყობილობის რა სახესხვაობები არსებობს?
2. ჩამოთვალეთ დნობადი მცველის დადებითი თვისებები.
3. რა ტიპებად იყოფა ავტომატური ამომრთველები გაითიშვის ხერხის მიხედვით?
4. რას მიხედვით აირჩევა ავტომატური ამომრთველი?

**8.4. დამცავი გამორთვის მოწყობილობა**

დამცავი გამორთვის მოწყობილობები (დგმ), რომელთაც სხვაგვარად დიფერენციალურ ავტომატურ ამომრთველებს უწოდებენ, დიდ როლს თამაშობენ ადამიანის სიცოცხლის უსაფრთხოებაში.

როდესაც ნებისმიერ საოჯახო ხელსაწყოში ირღვევა დენგამტარი სადენის იზოლაცია, მაშინ ხელსაწყოს კორპუსი აღმოჩნდება ძაბვის ქვეშ და იგი წარმოად-

გენს გამტარს ანუ შიშველი გამტარის ანალოგიას. მასზე შეხების შემთხვევაში, თუ კორპუსი დამიწებული არ არის, ადამიანს შეიძლება დაარტყას დენმა. საქმე იმაშია, რომ უმეტეს ბინებში შეუძლებელია ყველა ელექტროხელსაწყო ჩამიწება. ეს გათვალისწინებული არ არის საოჯახო ელექტროგაყვანილობის კონსტრუქციაში. სასართულე ფარებში განლაგებული ავტომატური ამომრთველები გარანტირებულად ვერ დაგვიცავენ დენის დარტყმისაგან. ამგვარად, საჭიროა ისეთი ხელსაწყო დაყენება, რომელიც საიმედოდ დაგვიცავს ნებისმიერ შემთხვევაში დენის დარტყმისაგან.

სწორედ დგმ-ს დანიშნულებაა დაიცვას ადამიანები დენის დარტყმისაგან და ხანძრის გაჩენისაგან იმ შემთხვევაში, როცა მოხდება ელექტროხელსაწყოთა იზოლაციის დარღვევა და ადამიანი შემთხვევით შეეხება ელექტრომოწყობილობის არაიზოლირებულ დენგამტარ ნაწილს.

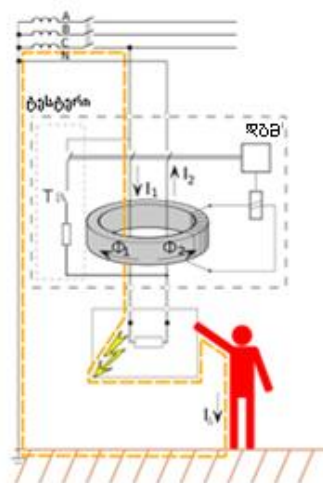
საცხოვრებელ ბინებსა და სახლებში ელექტროდენით დაზიანების ყველაზე მეტი სავარაუდო ადგილებია სამზარეულო და სააბაზანო, სადაც განლაგებულია ელექტროხელსაწყოების უმეტესი რაოდენობა, არსებობს ბუნებრივი ჩამამიწებლები (წყალ- და გაზგაყვანილობის მილები) და არის მომატებული ტენიანობა. მსოფლიო პრაქტიკამ აჩვენა, რომ დგმ ყოფა-ცხოვრებაში ნამდვილად ეფექტური ელექტროდამცავი საშუალებაა. დღეისათვის დასავლეთ ევროპაში ექსპლუატაციაშია ასეულ მილიონობით სხვადასხვა ტიპის ასეთი ხელსაწყოები.

**დაიმახსოვრეთ!** დგმ საკმაოდ რთული ხელსაწყოა და დაკომპლექტებულია ელემენტებით, რომელთა დანიშნულებაა დასაცავ ქსელში არ გაატაროს დადგენილ ნორმაზე მეტი ძაბვა. ამ დროს ელექტროხელსაწყოები დაცული იქნება ჭექა-ქუხილისა და კომუტაციური გადაძაბვებისაგან.

დგმ-ს მოქმედების სქემა ძალიან მარტივია იგონებს რა დასაცავ უბანზე ზედენების ან გაჟონვის დენების არსებობას, მოწყობილობა მაშინვე გამორთავს ელექტრულ წრედს. მას გამოიყენებენ არა ავტომატური ამომრთველის მაგიერ, არამედ მასთან ან მცველებთან ერთად, რომლებიც წრედს იცავენ თერმული და დინამიური გადატვირთვებისაგან.



ა)



ბ)

ნახ.8.8. დგმ-ს პრინციპული სქემა (ა) და ორპოლუსა დგმ (ბ)

ნახ.8.8.ა-ზე მოცემულია ორპოლუსა დგმ, ხოლო ნახ.8.8.ბ-ზე მისი პრინციპული სქემა. ამ ხელსაწყოს მოქმედების პრინციპი დაფუძნებულია „ფაზაში“ და „ნულში“ გამავალი დენების შედარებაზე. თუ მათი განსხვავება (დენის გაუონვა) მეტია დგმ-ზე ნაჩვენებ ზღვარზე, მაშინ ეს დიფერენციალური ამომრთველი ამუშავდება და გამორთავს როგორც „ფაზას“, ასევე „ნულს“. სამფაზა წრედში დგმ ერთმანეთს ადარებს სამივე ფაზაში გამავალი დენის ჯამს ნულოვან გამტარში გამავალ დენტან. აღსანიშნავია, რომ დგმ-ს შეუძლია ამუშავდეს გამორთული ავტომატის დროსაც (ფაზების გათიშვისას), თუ ნულოვან გამტარში გაივლის დენი.

დგმ ელექტრულ ქსელში ჩაერთვება იმგვარად, რომ ფაზაში და ნულში გამავალი დენების მიერ შექმნილი მაგნიტური ნაკადები მოწყობილობის გულარაში მიმართული იყოს ურთიერთსაპირისპიროდ, რის გამოც ისინი ერთმანეთს აკომპენსირებენ. გაუონვის დენის აღძვრის შემთხვევაში ფაზაში და ნულში გამავალი დენების ტოლობა და შესაბამისად, კომპენსაციის ბალანსი დაირღვევა და გულარას გრაგნილში გაივლის დენი, რომლის სიდიდეს აფასებს დენების სხვაობის რელე. განსაზღვრული ზღვრის გადაჭარბების დროს რელე გაწყვეტს წრედს.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ დგმ-ს ხარისხიანი მუშაობა პირველ რიგში დამოკიდებულია მასში შემავალი ელემენტების ხარისხზე. პირველ რიგში ეს ეხება დენების სხვაობის განმსაზღვრელი რელეს მგრძობიარობას.

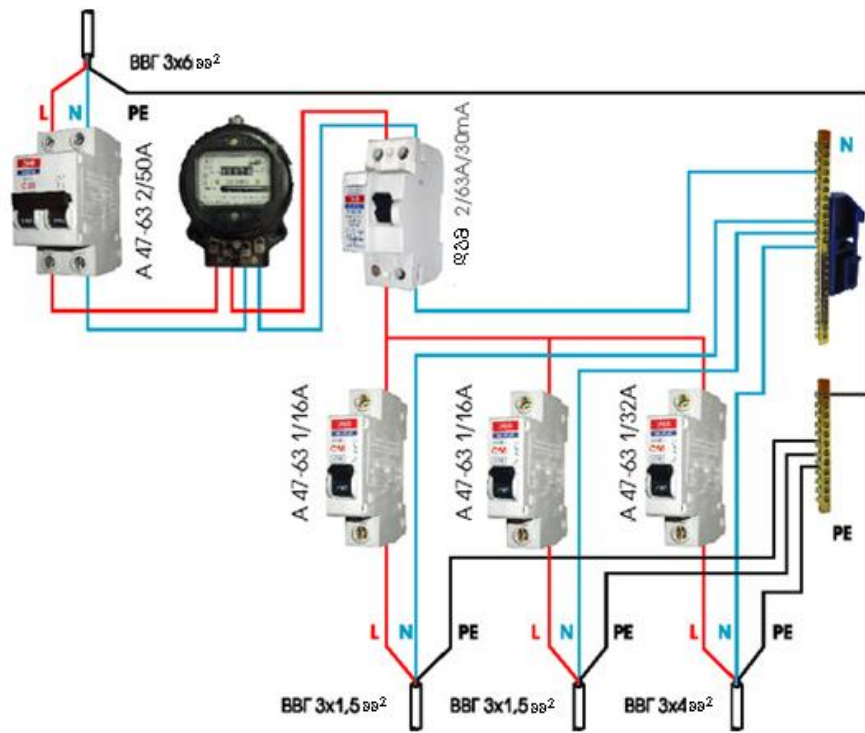
როგორც წესი, დგმ გამოიყენება როგორც ერთფაზა, ასევე სამფაზა ქსელებში. თუ ბინაში დატვირთვის დენი არ აღემატება 32 ა-ს, მაშინ საკმარისია ერთპოლუსა დგმ, რომელიც გათვლილია 30 მა გაუონვის დენზე, ხოლო დიდი დატვირთვის შემთხვევაში ბინის ან სართულის გამანაწილებელ ფარებში მოითხოვება სამფაზა დგმ-ს დაყენება.

კონკრეტულ ბინაში რამდენი დგმ უნდა იქნეს დაყენებული, ამაზე ზუსტი პასუხის გაცემა შეუძლია სპეციალისტს შესაბამისი გაანგარიშების შემდეგ.

მრავალთახიანი სახლის მთელი ელექტროგაყვანილობის კონტროლისათვის შესასვლელში შეიძლება დაყენებული იქნეს ერთი საერთო დგმ 300 მა ნომინალური გამომრთველი დენით. იმისათვის, რომ საყოფაცხოვრებო ქსელი არ გადაიტვირთოს ავტომატიკის მოწყობილობებით, საჭიროა ვისარგებლოთ დიფერენციალური ტიპის ხელსაწყოებით, რომლებშიც შეთავსებული იქნება ორივე სახის დაცვითი ფუნქცია.

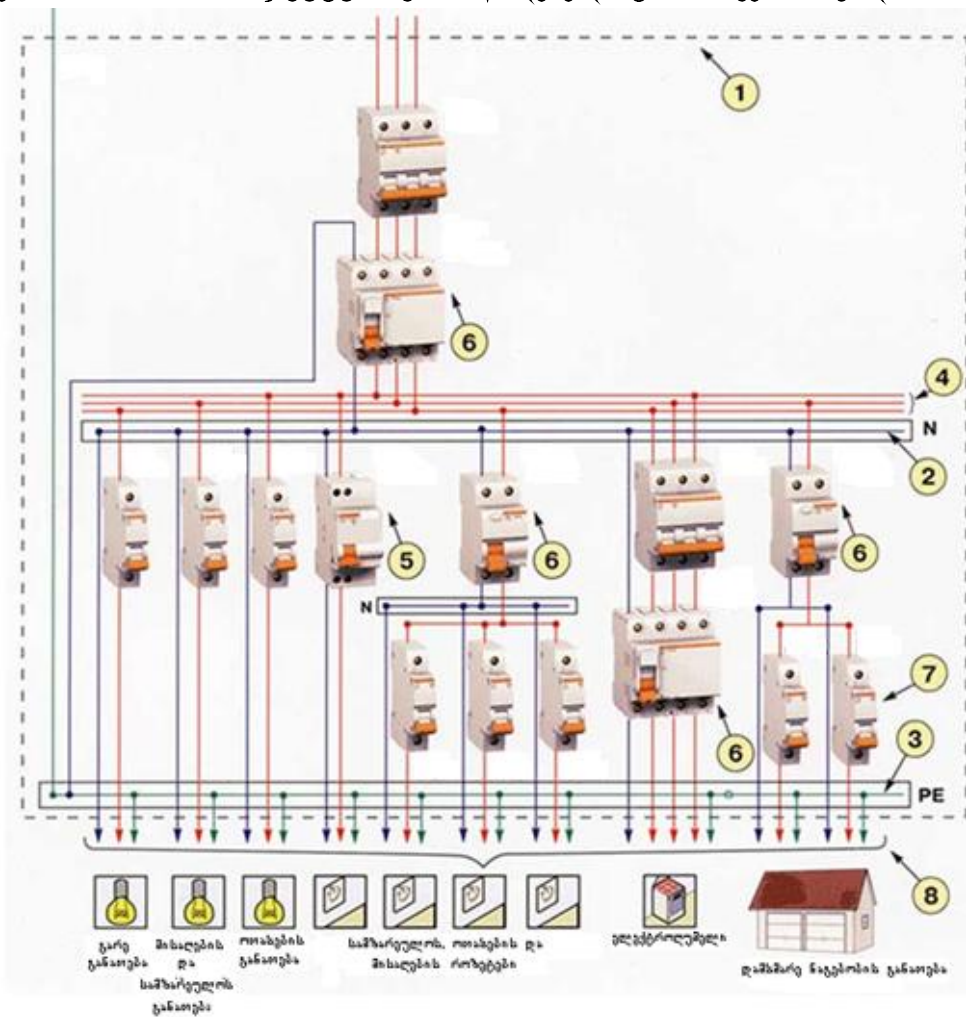
**დაიმახსოვრეთ!** დგმ-ს შემოწმება უნდა მოხდეს ყოველთვიურად „I“ ტესტზე თითის დაჭერით.

ნახ.8.9-ზე მოცემულია ერთთახიანი ბინის გამანაწილებელი ფარის სქემის თვალსაჩინო მაგალითი გამტარების კვეთისა და დაცვის ელემენტების ტიპების ჩვენებით, სადაც: L – ფაზური გამტარია; N – ნულოვანი მუშა გამტარი და მათი შემაერთებელი ელემენტი; ხოლო PE – ნულოვანი დამცავი და პოტენციალების გამათანაბრებელი გამტარი და მათი შემაერთებელი ელემენტი.



განათება რობეტები ელექტროლუმენი

ნახ.8.9. ერთოთახიანი ბინის ჯგუფური გამანაწილებელი ფარის სქემის თვალსაჩინო მაგალითი



ნახ.8.10. ინდივიდუალური საცხოვრებელი სახლის ჯგუფური გამანაწილებელი ფარის სქემა



ნახ.8.10-ზე მოცემულია ინდივიდუალური საცხოვრებელი სახლისა და მრავალთახიანი ბინის ჯგუფური გამანაწილებელი ფარის სქემების თვალსაჩინო მაგალითი, რომლის შემადგენელი ელემენტებია: 1 – ფარის პლასტიკატის კორპუსი; 2 – ნულოვანი მუშა გამტარების შემაერთებელი ელემენტები (N); 3 – ნულოვანი დამცავი და პოტენციალების გამათანაბრებელი გამტარების შემაერთებელი ელემენტი (PE); 4 – ჯგუფური წრედების დამცავი აპარატების შემავალი გამომყვანების შემაერთებელი ელემენტი; 5 – დიფერენციალური დენის ავტომატური ამომრთველი; 6 – დიფერენციალური დენის ამომრთველი; 7 – ავტომატური ამომრთველი; 8 – ჯგუფური წრედების ხაზები.

ამ შემთხვევაში შემყვანზე დაყენებულია დგმ დიფერენციალური დენით 300 მა, რადგან ელექტრომოწყობილობის ბუნებრივი გაუონვის დენი შეიძლება იყოს საკმაოდ მაღალი. პირველი სამი ავტომატური ამომრთველი განკუთვნილია განათების წრედებისათვის. მეოთხე – დგმ დიფერენციალური დენით 10 მა გამოყენებულია სააბაზანო ოთახის დაცვისათვის, რადგან ტენიან შენობაში განსაკუთრებით სახიფათოა ელექტროდანადგარების დენგამტარ ნაწილებთან შეხება. შემდეგი სამი ავტომატური ამომრთველი იცავს როზეტებს. სამფაზა ავტომატური ამომრთველი და დგმ იცავს სხვადასხვა მძლავრ ელექტრომომხმარებელს. მაგალითად, ელექტროღუმელს ან საუნას. უკანასკნელი ხაზი, რომელიც შედგება დგმ-სა და ორი ავტომატური ამომრთველისაგან გამოყენებულია ცალკე მდგომი შენობის დასაცავად.

რა თქმა უნდა, დამცავი მოწყობილობის შექმნა და დაყენება მოითხოვს დიდ მუშაობასა და გარკვეული მოცულობის ფინანსურ ხარჯებს. მაგრამ ეს უკანასკნელი შეუდარებელია იმ დანაკარგებთან, რომლებთანაც შეიძლება მიგვიყვანოს ელექტრული ქსელის არასწორი ექსპლუატაციის შედეგად გამოწვეულმა ხანძარმა.

#### **საკონტროლო კითხვები:**

1. რა დანიშნულებით გამოიყენება დამცავი გამორთვის მოწყობილობა?
2. როგორ ორთვება ქსელში დამცავი გამორთვის მოწყობილობა?
3. როგორ ხდება დამცავი გამორთვის მოწყობილობის შემოწმება?

### **8.5. გამტარებისა და კაბელების შერჩევა დატვირთვის მიხედვით**

იმ შემთხვევაში თუ პროექტი არ გაგვაჩნია, მაშინ ჩვენ თვითონ შეგვიძლია გავიანგარიშოთ მოთხოვნილი სიმძლავრე, რის საფუძველზეც შევარჩევთ კაბელის (სადენის) კვეთსა და ავტომატური ამომრთველის ნომინალურ დენს. მაგალითისათვის განვიხილოთ ძალოვანი შემყვანი კაბელისა და ავტომატური ამომრთველის შერჩევის ამოცანა. ამისათვის საჭიროა: უპირველესად უნდა გავიანგარიშოთ ბინაში დასაყენებელი ელექტროხელსაწყოებისათვის სიმძლავრის სავარაუდო სიდიდე. თითოეულ ელექტროხელსაწვოს (ტელევიზორი, მაცივარი, კომპიუტერი, უთო, ჩაიდანის, სარეცხი მანქანა, ჭალი და სხვა) გააჩნია თავისი სიმძლავრე, რომელიც ნაჩვენებია ელექტრომოწყობილობის ფირნიშებზე.

შეგადგინოთ სავარაუდო ნუსხა იმ ხელსაწყოებისა, რომლებმაც ელექტროენერგია უნდა მიიღონ საანგარიშო კაბელიდან. ასევე უნდა გავითვალისწინოთ ის ხელსაწყოებიც, რომელთა შექმნაც ნავარაუდევია მომავალში, რათა უახლოეს წლებში არ მოგვიხდეს ელექტროგაყვანილობის ხელახალი დამონტაჟება.

დავუშვათ, რომ შევაჯამეთ საჭირო ხელსაწყოების სიმძლავრის სიდიდეები და მივიღეთ 15000 ვატი (ვტ). რადგანაც ბინების უმეტეს ნაწილში ნებადართულია 220 და არა 380 ვოლტი (ვ) ძაბვის გამოყენება, ამიტომ ანგარიში უნდა შედგეს ელექტრომომარაგების ერთფაზა სისტემისათვის. მის შემდეგ უნდა დავფიქრდეთ, თუ რამდენი ელექტროხელსაწყო შეიძლება ჩაირთოს ერთდროულად. მხედველობაში უნდა მივიღოთ აუცილებლად ის ფაქტი, რომ 31 დეკემბერს ჩართული იქნება თითქმის ყველა ელექტროხელსაწყო. ერთდროულობის კოეფიციენტად მივიღოთ 0.7 (70%) და მიღებული სიმძლავრე 15000 ვტ გავამრავლოთ 0.7-ზე, მივიღებთ 10500 ვტ-ს. ამის შემდეგ განვსაზღვროთ რა სახის შემყვანი ავტომატური ამომრთველი ან დამცავი გამორთვის მოწყობილობა (დგმ) გვჭირდება. მიღებული სიმძლავრე 10500 ვტ გავყოთ 220 ვ ძაბვაზე და მივიღებთ 47.73 ა-ს. ეს მნიშვნელობა დავამრგვალოთ 48 ა-მდე.

რადგანაც გაყიდვაში არ არსებობს 48 ა-იანი ავტომატური ამომრთველი, ამიტომ ვირჩევთ 50-ა-იანს. შეიძლება ავირჩიოთ 40 ა-იანი ამომრთველიც, მაგრამ ამ შემთხვევაში ვამცირებთ შემოთავაზებული დატვირთვის გამოყენების შესაძლებლობას. შემოწმებისათვის შეიძლება ჩავატაროთ გაანგარიშება უკუმიმართულებით და გავიანგარიშოთ თუ რა სიმძლავრის დატვირთვის ჩართვა შეიძლება 40 ა-იანი ( $40 \times 220 = 8800$  ვტ) ან 50 ა-იანი ( $50 \times 220 = 11000$  ვტ) ამომრთველის დაყენების შემთხვევაში.

შემყვანი კაბელი ენერგომომარაგების არტერიაა და ის შერჩეული უნდა იქნეს მაქსიმალურად ზუსტი გაანგარიშებით, რათა შემდგომში არ ვინანოთ მისი შერჩევის გამო. არსებობს კაბელის ორი სახე – ალუმინისა და სპილენძის. ჩვენ ჩვენ არჩევანი ამ უკანასკნელზე გავაკეთოთ, რადგან ალუმინის კაბელი თავისი ტექნიკური მონაცემებითა და გამტარობის მახასიათებლებით ბევრად ჩამორჩება სპილენძისას. ამჟამად ალუმინის კაბელი თითქმის აღარ გამოიყენება ბინების ელექტრომონტაჟისათვის.

**დაიმახსოვრეთ!** კაბელი აუცილებლად უნდა იყოს სამძარღვიანი, რადგანაც თანამედროვე ელექტრომოწყობილობები და შესაბამისად, შენობების ელემენტების სისტემა მოითხოვს ჩამიწებას.

ამასთანავე, მხედველობაში უნდა მივიღოთ შემყვანი კაბელის ელექტრომონტაჟის ვარიანტ-გაყვანილობა ღიაა თუ დახურული. კაბელის კვეთის შესარჩევად ქვემოთ მოცემულია ცხრილი.

ქვემოთ მოყვანილი მონაცემების მიხედვით (50 ა, 220 ვ;  $11000$  ვტ= $11$ კვტ) ღია გაყვანილობისათვის ვირჩევთ სპილენძის კაბელს, რომლის განივკვეთია  $6$  მმ<sup>2</sup>. თუ ჩვენ ავირჩევთ კაბელს კვეთით  $10$  მმ<sup>2</sup>, მაშინ მომავალში თავისუფლად შეგვიძლია გავზარდოთ შემყვანი კაბელის დატვირთვის სიმძლავრე  $17$  კვტ-მდე, ოღონდაც მოგვიხდება 50 ა-იანი შემყვანი ავტომატური ამომრთველის 80-იანით შეცვლა.

**კაბელის კვეთისა და ავტომატური ამომრთველის ნომინალური დენის შესარჩევი ცხრილი**

ღია ბაჟვანილობა						კაბელის კვეთი, მმ²	დახურული ბაჟვანილობა					
სპილენძი			ალუმინი				სპილენძი			ალუმინი		
დენი, ა	სიმძლავრე, კვტ		დენი, ა	სიმძლავრე, კვტ			დენი, ა	სიმძლავრე, კვტ		დენი, ა	სიმძლავრე, კვტ	
	220ვ	380ვ		220ვ	380ვ			220ვ	380ვ		220ვ	380ვ
11	2.4	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-
15	3.3	-	-	-	-	0.75	-	-	-	-	-	-
17	3.7	6.4	-	-	-	1.0	14	3.0	5.3	-	-	-
23	5.0	8.7	-	-	-	1.5	15	3.3	5.7	-	-	-
26	5.7	9.8	21	4.6	7.9	2.0	19	4.1	7.2	14	3.0	5.3
30	6.6	11	24	5.2	9.1	2.5	21	4.6	7.9	16	3.5	6.0
41	9.0	15	32	7.0	12	4.0	27	5.9	10	21	4.6	7.9
50	11	19	39	8.5	14	6.0	34	7.4	12	26	5.7	9.8
80	17	30	60	13	22	10	50	11	19	38	8.3	14
100	22	38	75	16	28	16	80	17	30	55	12	20
140	30	53	105	23	39	25	100	22	38	65	14	24
170	37	64	130	28	49	35	135	29	51	75	16	28

ანალოგიურად შეგვიძლია გავიანგარიშოთ ბინის გამანაწილებელი ფარიდან გამომავალი ელექტროგაყვანილობის ნებისმიერი მიმართულების სადენის განივი კვეთი და შევირჩიოთ ამ მიმართულების დასაწყისში დასაყენებელი ავტომატური ამომრთველის ნომინალური დენი. ამისათვის საჭიროა შევაჯამოთ იმ ელექტროხელსაწყოების მოთხოვნილი სიმძლავრეები, რომლებიც იკვებებიან ერთი ხაზით. უნდა ვეცადოთ რომ ერთ ხაზზე სიმძლავრის დატვირთულობა არ იყოს 4–5 კვტ-ზე მეტი. სარეცხი მანქანა, ელექტროღუმელი, მაცივარი უკვე წარმოადგენს მძლავრ ელექტროხელსაწყოს და ამიტომ თითოეული მათგანი უნდა იკვებებოდეს დამოუკიდებელი ხაზით.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. როგორ ვანგარიშობთ მოთხოვნილ სიმძლავრეს პროექტის არ ქონის შემთხვევაში?
2. რატომ ვირჩევთ სპილენძის გამტარს და არა ალუმინისას?
3. რამდენ ძარღვიანი უნდა იყოს აუცილებლად კაბელი?

**8.6. ელექტროგაყვანილობის სტრუქტურა და მონტაჟი**

**დაიმახსოვრეთ!** ელექტროგაყვანილობა მოგვაგონებს ხის სტრუქტურას, სადაც: ძირი – ეს არის მცველი; ხის ტანი - ძირითადი ხაზის კაბელი; შტოები – განშტოებები ოთახში და სხვა; განშტოების ადგილი – გამანაწილებელი კოლოფები; ფოთლები – ელექტროხელსაწყოები.

როგორც ხის შტოები, თითოეული განშტოების შემდეგ კაბელი ხდება უფრო წვრილი. მაგალითად, მრიცხველამდე და მცველებამდე ჩადებულია 4მმ<sup>2</sup> კვეთის სპილენძის კაბელი. შემდეგ – 2,5მმ<sup>2</sup> კვეთის მუშა ჯგუფის ძირითადი გამტარი ჩადებულია მცველებიდან გამანაწილებელ კოლოფებამდე; გამანაწილებელი კოლოფებიდან 1,5 მმ<sup>2</sup> კვეთის გამტარი მიდის საშტეფსელო როზეტებამდე, ხოლო 1მმ<sup>2</sup> კვეთისა – გამანათებელ ხელსაწყოებამდე. რა თქმა უნდა ეს ციფრები საორიენტაციოა და თითოეულ კონკრეტულ შემთხვევაში გამტარის კვეთი დამოკიდებულია სიმძლავრის მიხედვით მოთხოვნილ დენზე. თუ ხელსაწყოს დოკუმენტაციაში რეკომენდებულია გამტარის უფრო დიდი კვეთი, მაშინ ეს რეკომენდაციები უფრო პრიორიტეტულია.

გამტარების დამონტაჟების სხვადასხვა პრინციპების მიხედვით ელექტროგაყვანილობა იყოფა ღია და დახურულ სახეობებად. ღია ელექტროგაყვანილობა ხასიათდება ნაკლები ესთეტიკურობით, რის გამოც იშვიათად გამოიყენება. მას ძირითადად გამოიყენებენ: ინდივიდუალურ საცხოვრებელ სექტორში, აგარაკებსა და დამხმარე სათავსოებში, გაუთბობელ და ნესტიან შენობებში, სარდაფებსა და სხვენებში იყენებენ. გარდა ამისა ხის სახლებში მხოლოდ ღია გაყვანილობა გამოიყენება.

ამჟამად ძირითადად გამოიყენება დახურული ელექტროგაყვანილობა. დახურულ ელექტროგაყვანილობას ამონტაჟებენ ბეტონის ან აგურის კედლებზე, რომელიც შემდეგ იფარება ბათქაშით ან გაჰყავთ ჭერისა და გადახურვების კონტრუქციულ ელემენტებში.

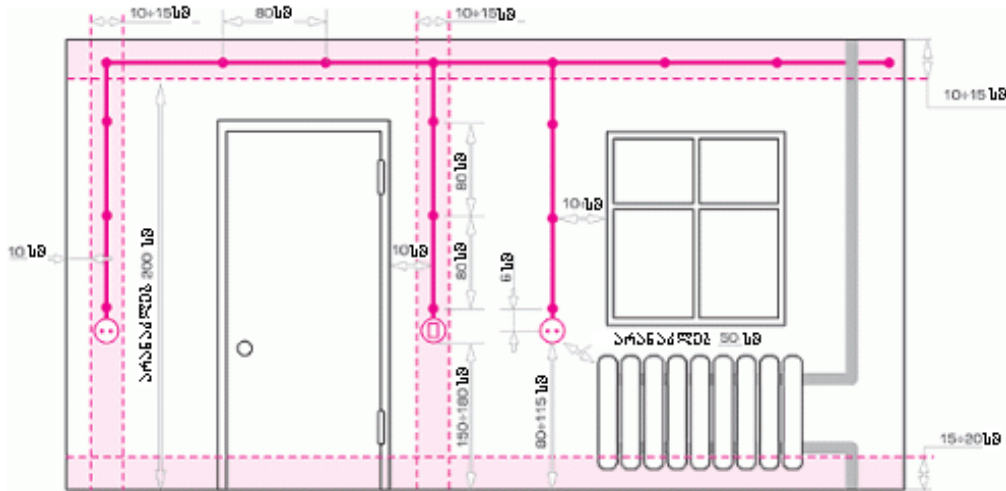
### საკონტროლო კითხვები:

1. რას მოგვაგონებს ელექტროგაყვანილობის სტრუქტურა?
2. რა სახის ელექტროგაყვანილობა არსებობს გამტარების დამონტაჟების პრინციპების მიხედვით?
3. სად გამოიყენება ღია ელექტროგაყვანილობა?

## 8.7. ელექტროგაყვანილობის დაგეგმვა და მონიშვნა

პროექტში ყოველთვის არ არის ნაჩვენები ელექტროგაყვანილობის ყველა ელემენტის ზუსტი განლაგება. ამიტომ მათი სწორი განსაზღვრისათვის უნდა ვისხელმძღვანელოთ ავეჯის, საყოფაცხოვრებო ელექტრომოწყობილობებისა და ნათურების სავარაუდო განლაგებით. შემდგომში ეს საშუალებას მოგვცემს თავიდან ავიცილოთ გამაგრებელი ზონარების გამოყენების აუცილებლობა, რომლებიც არსებითად ამცირებენ ელექტრომოწყობილობის ექსპლუატაციის უსაფრთხოების დონეს.

**დაიმახსოვრეთ!** ელექტროგაყვანილობის მონიშვნა კეთდება მოპირკეთების სამუშაოების დაწყებამდე. მონიშვნის დროს მხედველობაში უნდა მივიღოთ ელექტრო და სახანძრო უსაფრთხოების წესები.



ნახ.8.11. ელექტროგაყვანილობის მონიშვნა კედლებზე

აქედან გამომდინარე, დაცული უნდა იყოს ელექტროგაყვანილობის ელემენტების დაშორების ნორმები იატაკიდან და მილსადენებიდან; ფანჯრებისა და კარების დიოებიდან (ნახ.8.11.) ასევე უნდა გაითვალისწინოთ სათავსოების სპეციფიკა (სააბაზანო, სახელოსნო, ავტოფარეხი და სხვა).

ელექტროგაყვანილობის დაწყებამდე წინასწარ უნდა შევიმუშაოთ გეგმა, სადაც უნდა გაითვალისწინოთ რომ:

1. ელექტრული მრიცხველები, გამანაწილებელი კოლოფები, როზეტები და ამომრთველები უნდა განვალაგოთ მომსახურებისა და რემონტისათვის ადვილად-მისაწვდომ მონაკვეთებში, ხოლო დენგამტარი ნაწილები აუცილებლად უნდა იყოს დახურული.

2. ამომრთველები განლაგებული უნდა იყოს ოთახის შესასვლელში, კარის სახელურის მხარეს 1.5 მ სიმაღლეზე, ისე რომ ღია კარმა გადების დროს არ დაფაროს იგი. მოხერხებულობისათვის ბინაში ამომრთველები განლაგებული უნდა იქნეს შესასვლელის მხრიდან ერთსა და იმავე მხარეს. ტუალეტებში სააბაზანოებში, სარდაფებში, ნესტიან სათავსოებსა და სხვენებში ამომრთველები შესასვლელის წინ, იატაკიდან 1.5-1.8 მ სიმაღლეზე უნდა იყოს განლაგებული.

3. შტეფსელები დაყენებული უნდა იქნეს ელექტროდანადგარის სავარაუდო დადგმის ადგილას, იატაკიდან 50-80 სმ სიმაღლეზე. ხანძარსაწინააღმდეგო ნორმების მიხედვით შენობის თითოეულ 6 მ<sup>2</sup> ფართობზე უნდა იყოს არანაკლებ ერთისა, ხოლო სამზარეულოში როზეტების დაყენების სიმაღლე არაა ნორმირებული. როზეტების დაყენება ტუალეტებსა და აბაზანებში აკრძალულია. გამონაკლისს წარმოადგენს ელექტროსაპარსისა და ელექტრო თმის საშრობის როზეტი. ამ ხელსაწყოებს გააჩნიათ შემაერთებული სადენი ორმაგი იზოლაციით და იკვებებიან განმამხოვლებელი ტრანსფორმატორით. აკრძალულია როზეტების დაყენება ჩამამიწებელი მეტალური მოწყობილობებიდან (მილები, ბატარეები, „რაკოვინა“, გაზის და ელექტროღუმელები) 50 სმ სიახლოვეში. მიზანშეწონილია როზეტების დაყენება იმ კედელზე, რომელიც ერთმანეთისგან ჰყოფს ერთი ბინის ორ ოთახს, უმჯობესია დამონტაჟდეს პარალელურად კედლის ორივე მხარეს საერთო ნახვრეტის საშუალებით.

4. გამტარები გაიყვანება მხოლოდ ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ ხაზებზე, ხოლო მათი განლაგება უნდა იყოს ზუსტად ცნობილი, რათა ნახვრეტების გაკეთებისას და ლურსმნების ჩატყელებისას თავიდან ავიცილოთ დაზიანება. ჰორიზონტალური მიმართულებით გამტარის გაყვანა სწარმოებს კოჭებიდან და კარნიზებიდან 50–100 მმ, ჭერიდან 150 მმ, პლინთუსიდან 159–200 მმ დაშორებით. ვერტიკალური მიმართულებით გაყვანისას გამტარის შენობის კუთხეებიდან, ფანჯრებისა და კარებების ღიობებიდან დაშორებული უნდა იქნეს არანაკლებ 100 მმ. ტუალეტებსა და სააბაზანოებში გამოიყენება დახურული ელექტრო გაყვანილობა ან გამტარებს აწყობენ პოლივინილქლორიდის ან სხვა საიზოლაციო მასალისგან დამზადებულ მილებში. საჭიროა თვალყურის დევნება, რათა გამტარი არ შეეხოს შენობის მეტალურ კონსტრუქციებს. გაზის მილსადენების პარალელურად გამტარი უნდა ჩაიდოს არანაკლებ 400 მმ დაშორებით. გათბობისა და ცხელი წყლის არსებობის დროს გაყვანილობა დაცული უნდა იყოს მაღალი ტემპერატურის ზეგავლენისაგან აზბესტის საფენებით ან გამოვიყენოთ გამტარი სპეციალური დამცავი დაფარვით. აკრძალულია გამტარების ჩაწყობა კონებად. გამტარებს შორის დაშორება უნდა იყოს არანაკლებ 3 მმ.

5. შენობებში გამტარების შეერთება და განშტოება ელექტროგაყვანილობის ყველა სახეობის დროს სრულდება შემაერთებელ და გამანაწილებელ კოლოფებში.

6. ჩამამიწებელი და ნულოვანი დამცავი გამტარების ძარღვები ერთმანეთთან ერთდება შედუღებით. ამ გაყვანილობის შეერთება იმ ელექტროხელსაწყოებთან, რომლებიც ექვემდებარებიან ჩამამიწებას ან დანულებას, სრულდება ჭანჭიკური შეერთებით. სტაციონალური ელექტროქურების მეტალური კორპუსები უნდა დანუღდეს, რისთვისაც ბინის გამანაწილებელ ფარიდან ჩადებული უნდა იქნას ცალკე გამტარი, რომლის კვეთი ფაზური გამტარის კვეთის ტოლია და მრიცხველის წინ მიუერთდება მკვებავი ქსელის ნულოვან დამცავ გამტარს.

**დაიმახსოვრეთ!** გაყვანილობაში, რომლებიც უზრუნველყოფენ დამცავ ჩამამიწებას ან დანულებას, ჩართული არ უნდა იქნეს მცველები და ამომრთველები. წინააღმდეგ შემთხვევაში დაცვის ამოქმედების დროს მოცემულ ხაზში ჩართული ყველა ხელსაწყო აღმოჩნდება ქსელის საშიშ პოტენციალის ქვეშ.

მონიშვნისთვის გამოიყენებენ: საზომ სახაზავს, შვეულს, დასაკეც მეტრიანსა და რულეტს, მოსანიშნ ჭოკსა და ფარგალს, თარაზოს, სხვა სპეციალურ ინსტრუმენტებსა და საშუალებებს. მონიშვნის დროს საჭიროა გვექონდეს კიბეპწკალა და მოსანიშნი შაბლონი (§ 6.4)

თავიდან, როგორც წესი, თითოეულ ოთახში და სხვა სათავსოებში კედლებზე ან ჭერზე ცარციტ მოვნიშნავთ: ელექტროხელსაწყოების, შტეფსელების, ამომრთველების, ნათურების ან ჭალების, გამანაწილებელი კოლოფების, ელექტრომრიცხველების დაყენებისა და ძალოვანი კაბელის შეყვანის ადგილებს. გამანაწილებელი კოლოფი თითოეულ ოთახში წარმოადგენს ძაბვის მიწოდების წყაროს. გამომავალი მაგისტრალური ხაზის მონიშვნას ვაწარმოებთ კედლებზე ცარცის ან ნახშირწასმული ზონარის გამოყენებით. მონიშვნას ვიწყებთ ელექტროენერჯის

აღრიცხვის ფარიდან და თანდათანობით ოთახებსა და სხვა სათავსოებში. ელექტროგაყვანილობის ხაზები უნდა ჩაიდოს უმოკლესი გზით იატაკიდან არანაკლებ 1 მეტრის დაშორებით. ხოლო ელექტროარმატურის დაყენების ადგილის წერტილების განლაგებისათვის არსებობს უსაფრთხოების ტექნიკის წესებით განსაზღვრული ნორმები.

**დაიმახსოვრეთ!** ელექტროგაყვანილობის ხაზები და ელექტროარმატურის დაყენების წერტილები დაშორებულნი უნდა იქნენ:

- გამათბობელი ხელსაწყოებიდან არანაკლებ 50 სმ-ით;
- კარების ხის ჩარჩოებიდან – 50სმ-ით;
- გაზსადენის მილებიდან – 100 სმ-ით.

ოთახში ჭერის სანათი დაყენებული უნდა იქნეს ჭერის ცენტრში. ჭერის ცენტრი მდებარეობს ოთახის საპირისპირო კუთხეებიდან გავლებული ორი სწორი ხაზის გადაკვეთის წერტილში. ჭერის ცენტრის მოსაძებნად გვჭირდება დამხმარე პირი, ცარციანი ან ნახშირწასმული ზონარი. დამხმარეს დავაყენებთ ოთახის ერთ კუთხეში, რომელიც იჭერს ზონარს ერთ წერტილში, ხოლო ჩვენ ვიჭერთ გაჭიმულ ზონარს მოპირდაპირე კუთხის წერტილში; ორი თითით გამოვწვეთ ზონარს ჭერიდან 30–40 სმ დაშორებით და უეცრად გავუშვებთ ზონარს ხელს. ზონარი დაეცემა ჭერს და დატოვებს მასზე ცარცის ან ნახშირის სწორ ხაზს; ამავე პროცესს გავიმეორებთ დარჩენილ ორ კუთხეს შორის. სწორი ხაზების გადაკვეთის წერტილი იქნება ჭერის ცენტრი. ანალოგიური ხერხით შეიძლება სწორი ხაზები გავავლოთ კედლებზეც.

ნახ.6.2-ზე მოყვანილ პროექტში მოცემულია საცხოვრებელ ბინაში ელექტრო-მოწყობილობების სავარაუდო განლაგების სქემა.

ღია გაყვანილობის მონიშვნის დროს, მაგალითად: საწყოებში, სარდაფებში, ავტოფარეხებში დამატებით უნდა მოვნიშნოთ სადენების დამაგრების ადგილები. ღია შესასვლელმა კარმა არავითარ შემთხვევაში არ უნდა დაფაროს ამომრთველი. ამიტომ ამომრთველის ადგილი გათვალისწინებული უნდა იქნეს კარის დამაგრების ადგილის მოპირდაპირე მხარეს.

საბავშვო ბაღებში უბედური შემთხვევის თავიდან აცილების მიზნით, ყველა როზეტი და ამომრთველი უნდა განვაღაგოთ მაქსიმალურად დასაშვებ სიმაღლეზე ისე, რომ მისაწვდომი იყოს მხოლოდ მოზრდილი ადამიანებისთვის. სააბაზანო ოთახებში, ტუალეტებში და სარდაფებში ჩვეულებრივი როზეტები და ამომრთველები უნდა განლაგდეს სათავსოს გარეთა მხრიდან, ხოლო სანათები – სანტექნიკური ხელსაწყოებიდან იმგვარი დაშორებით, რომ პლაფონებზე არ მოხვდეს წყლის წვეთები. ზოგჯერ ასეთ სათავსოებში შიგა დაყენებისათვის შეიძენენ სპეციალური სახის ელექტროარმატურას, რომელიც სპეციალურად გამოიყენება ამაღლებული სინესტის სათავსოებში ექსპლუატაციისათვის.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. როდის კეთდება მინიშნითი სამუშაოები?
2. სად უნდა განლაგდეს მრიცხველები?

3. სად სრულდება გამტარების შეერთება?
4. რა ხელსაწყოებს გამოიყენებენ მონიშვნისათვის?
5. სად უნდა იქნეს დაყენებული ჭერის სანათი?

### 8.8. ღია ელექტროგაყვანილობის მონტაჟი

ელექტროგაყვანილობა თავისი შესრულების ხერხის მიხედვით იყოფა ღია და დახურულ ელექტროგაყვანილობად. ღია ეწოდება ელექტროგაყვანილობას, რომელიც გაყვანილია კედლების, ჭერისა და სხვა სახის ზედაპირებზე. როგორც წესი, ღია გაყვანილობა გამოიყენება კერძო სახლებში, საბაღე და სამეურნეო ნაგებობებში, აგრეთვე იმ შემთხვევებში, როცა დახურული ელექტროგაყვანილობის განხორციელება, მოქმედი ნორმატივებიდან ან კონსტრუქციული მოსაზრებიდან გამომდინარე (მაგალითად, ხის კედლებზე), შეუძლებელია.

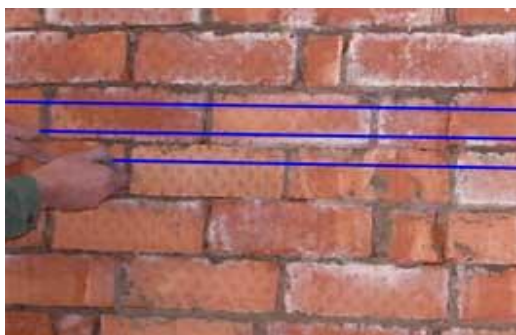
ღია გაყვანილობა სრულდება უშუალოდ სამშენებლო ფუძეებზე, საყრდენებზე, ღარებზე, გვარლებზე და სხვა ადგილებზე. ღია გაყვანილობები წინათ, ძალიან ხშირად, სრულდებოდა საცხოვრებელ და დამხმარე სათავსოებში. თანამედროვე პირობებში ღია გაყვანილობა იშვიათად გვხვდება.

ღია გაყვანილობის მონტაჟი სრულდება: სხვადასხვაგვარი ვარიანტით, რომელთა შორის ერთერთი უმარტივესია გამტარების გაყვანა უშუალოდ კედლის ზედაპირზე. ღია გაყვანილობა გაჰყავთ აგრეთვე გვარლებზე ჩამოკიდებითა და კერამიკულ იზოლატორებზე დამაგრებით.

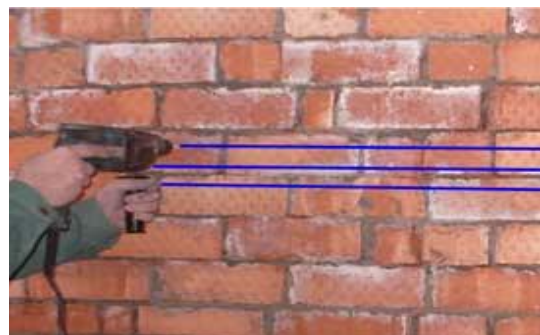
**დაიმახსოვრეთ!** თუ ღია გაყვანილობა გაჰყავთ ხის ზედაპირზე, მაშინ აუცილებლად გამტარის ქვეშ გაკეთებული უნდა იქნას აზბესტის ქსოვილის დამატებითი იზოლაცია.

ღია ელექტროგაყვანილობისათვის გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის კაბელები და ბრტყელი გამტარები.

ღია გაყვანილობა კედლის ზედაპირზე. კედლის ზედაპირზე ღია გაყვანილობის მონიშვნისას მხედველობაში უნდა მივიდეთ, რომ ღია გაყვანილობა მაგრდება მხოლოდ ჰორიზონტალურად ან ვერტიკალურად. მანსარდის დახრილ კედლებზე - ვერტიკალურ სიბრტყეში.



ა)



ბ)

ნახ.8.12. კაბელის ტრასის მონიშვნა (ა) და ხვრელების გაკეთება (ბ)



განვიხილოთ კაბელის ღია გაყვანის წესი აგურის კედლის ზედაპირზე. დაგეგმვათ საჭიროა აგურის კედელზე გაყვანილი იქნეს 6 ცალი ჯგუფური კაბელი. პირველ რიგში განვსაზღვრავთ კაბელის გაყვანის ადგილს და წინათ განხილული მეთოდით მოვნიშნავთ გასაყვან ტრასას (ნახ.8.12.ა). ამის შემდეგ მოვნიშნავთ კაბელის დამაგრების ადგილებს და ელექტრობურღის ან სხვა რაიმე სახერეტი საშუალებით ვაკეთებთ კაბელის სამაგრი საშუალებისათვის ხერელებს (ნახ.8.12.ბ). თუ დამაგრება სრულდება სპეციალური ხრახნებით ან ლურსმნებით, მაშინ ხერელების გაკეთება საჭირო არ არის.

იმისათვის, რომ მოსახერხებელი იყოს კაბელის ჯგუფური გაყვანა, 6 ცალ კაბელს ვყოფთ ორ ჯგუფად, თითოეულში სამი კაბელით. ამის გამო პირველი ზოლის პარალელურად კიდევ ვაკეთებულია დამატებით ორი ზოლი. გამოვჭრათ სამაგრი კაბები. ვიღებთ ალუმინის სადენს  $2 \times 22,5$ , ვჭრით საჭირო სიგრძეზე და ლურსმნით ვაჭედებთ წინასწარ ვაკეთებულ ხერელებში ჩადებულ სამაგრებში (ნახ.8.13.ა).



ა)



ბ)

ნახ.8.13. კაბელის სამაგრების მოწყობა (ა) და კაბელის პირველი ჯგუფის დამაგრება (ბ)

გადავზომავთ კაბელის სამ სიგრძეს და თითოეულ მხარეს დაგეგმავთ 10–12 სმ-ს. სიგრძის ეს მარაგი საჭიროა კაბელის ბოლოების გასუფთავებისა და ელექტროდანადგარის დაყენების ადგილზე მისაერთებლად, აგრეთვე ამომრთველის ან შტეფსელის გამოცვლისას, რათა თავიდან იქნას აცილებული ზედმეტი შეერთებები. შემდეგ კაბელებს ვასწორებთ, ჩავდებთ სამაგრში და ვამაგრებთ პირველ კონას (ნახ.8.13.ბ). იმისათვის, რომ შემდგომში არ მოხდეს კაბელების ბოლოების არევა, საჭიროა ბოლოებზე გავუკეთოთ წარწერა.

ამის შემდეგ ანალოგიურად გადავზომავთ დანარჩენ კაბელის სამ სიგრძეს და მასაც ვამაგრებთ სამაგრებით (ნახ.8.14.ა).



ა)

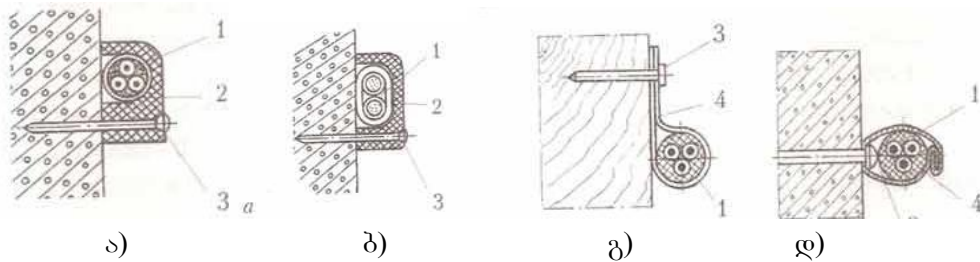


ბ)

ნახ.8.14. კაბელის მეორე ჯგუფის დამაგრება (ა); ჯგუფური და ძალოვანი (ბ) კაბელების გაყვანის ხერხი

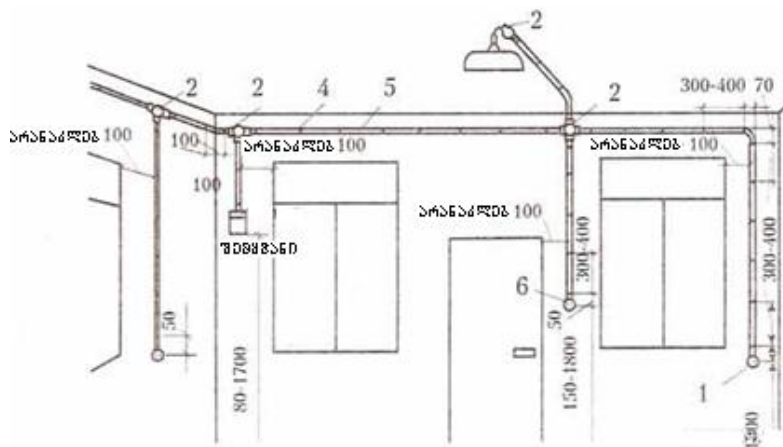
ჩატარებული სამონტაჟო სამუშაოების შედეგად, ჩვენ მივიღეთ კაბელების ჯგუფის ხისტი დამაგრება. დამაგრების ასეთი ხერხი გამოიყენება კედლების შემდგომი მოხატვაშემისთვის. ნახ.8.14.ბ-ზე ნაჩვენებია ჯგუფური და ძალოვანი კაბელების გაყვანის ხერხი.

თანამედროვე პირობებში სხვადასხვა კვეთის კაბელების დასამაგრებლად გამოიყენება ნახ.7.34.გ-ზე მოცემული პლასტმასის სამაგრი, ხოლო ბრტყელი სადენების დასამაგრებლად – ნახ.7.34.დ-ზე მოცემული, რომლებიც ძალზე მოხერხებულია მონტაჟის დროს. ამ სამაგრების დახმარებით კაბელების დამაგრების ხერხი მოცემულია ნახ.8.15.ა-ზე, ბრტყელი გამტარების დამაგრება – ნახ.8.15.ბ-ზე, ხოლო კაბელის დამაგრება მეტალის ლენტით – ნახ.8.15.გ,დ-ზე.



ნახ.8.15. ღია გაყვანილობის დამაგრება პლასტმასის სამაგრით (ა, ბ) და მეტალის ლენტით (გ, დ):  
1 – კაბელი; 2 – სამაგრი; 3 – ლურსმანი; 4 – ლენტა

ნახ.8.16-ზე ნაჩვენებია ოთახის კედლებზე შესრულებული ღია ელექტროგაყვანილობა.



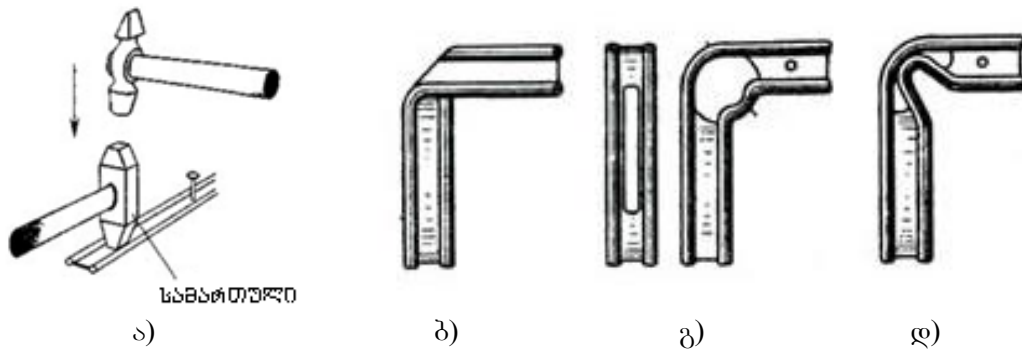
ნახ.8.16. ღია გაყვანილობა ოთახში (ზომები მმ-ში): 1 – საშტეფსელო როზეტი; 2 – გამანაწილებელი კოლოფი; 3 – ოთახის საზის შემყვანი კოლოფი 4 – კაბელის დამაგრების ადგილები; 5- კაბელი; 6 – ამომრთველი

თუ აგურის, ბეტონისა და რკინა-ბეტონის ფუძეში წინასწარ არ იყო დატოვებული კედლებში გასასვლელი ხვრელები, მაშინ ისინი უნდა გაიხვრიტოს ელექტროტექნიკური, პნემატური ან პიროტექნიკური ინსტრუმენტებით.

**დაიმახსოვრეთ!** უწვი კედლების შემთხვევაში ნახვრეტში გამტარების გატარება ხდება რეზინის ან პოლივინილქლორიდის მილებში, ხოლო წვადი კედლების შემთხვევაში – ფოლადის მილის ნაჭრებში, რომელთა ორივე ბოლოზე წამოცმულია საიზოლაციო მილისები, რომლებიც მილებს გადაცილებული უნდა იქნეს 5–10 მმ-ით.

სამონტაჟო ზონაში ბრტყელი გამტარები მოწოდებულია გორგალის სახით. გაყვანის წინ საჭიროა გორგალის გაშლა, გამტარის დაჭრა საჭირო ზომებად და მისი გასწორება.

გამტარების გაყვანას იწყებენ ჯგუფური ფართის ყველაზე ახლომდებარე გამანაწილებელი კოლოფიდან. გამტარს გაიყვანენ კოლოფიდან დაწყებული მთელ სწორხაზოვან უბანზე ტრასის მოსახვევამდე. ამ დროს გამტარს დროებით ამაგრებენ მეორე ბოლოზე და საბოლოოდ ამაგრებენ ტრასის ამ უბანზე. გამყოფი ფუძის მქონე გამტარები შეიძლება დამაგრებული იქნენ 20–25 სმ დაშორებით (მაგრამ არაუმეტეს 40 სმ-ის) ლურსმნებით (ნახ.6.16.ა), რომელთა ქუდქვეშ დატანებული ექნებათ პლასტმასის, რეზინის ან ებონიტის საყელურები. ლურსმნების დაჭედებისას რეკომენდირებულია სამართულის გამოყენება, რათა არ დავაზიანოთ გამტარი. სამართულის არქონის შემთხვევაში შეიძლება გამოვიყენოთ ჩვეულებრივი დოჯი, მაგრამ ნებისმიერ შემთხვევაში ჩაქუჩი არ უნდა დავარტყათ მთელი ძალით, რათა არ გადავჭრათ გამტარი. გამყოფი ფუძის არმქონე გამტარების დამაგრება უნდა მოხდეს პლასტმასის კაეებით, დიუბელების ან ლურსმნების დახმარებით, არაუმეტეს 40 სმ დაშორებით. გამყოფი ფუძის მქონე ბრტყელი გამტარების მოხვევის ადგილებში გამყოფი ფუძე ამოჭრილი უნდა იქნეს 4–6 სმ სიგრძეზე და მოხვევა უნდა გაკეთდეს ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ.8.17.ა-ზე და არა როგორც – ნახ.8.17.ბ,გ-ზე. ბრტყელი გამტარების პარალელურად გაყვანის შემთხვევაში გამტარებს შორის დაშორება უნდა იყოს არანაკლებ 3,5 მმ.

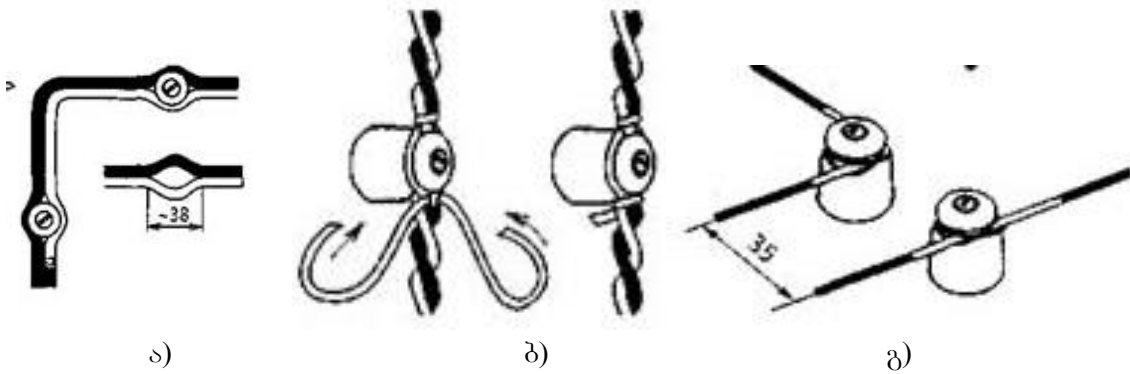


ნახ.8.17. ბრტყელი გამტარის დამაგრება ლურსმნით (ა); სწორი (გ) და არასწორი (ბ,დ) მოღუნვა

**ღია გაყვანილობა იზოლატორებზე.** ღია ელექტროგაყვანილობის ერთ-ერთ უმარტივეს სახეს მიეკუთვნება გამტარების გაყვანა მაიზოლირებელ საყრდენებზე – გორგოლაჭებსა და იზოლატორებზე. გორგოლაჭებზე ელექტროგაყვანილობა თანამედროვე პირობებში გამოიყენება მხოლოდ სოფლის პირობებში, ხოლო იზოლატორები გამოიყენება საერთო განათების ხაზების დამაგრებისათვის სამრეწველო საწარმოთა საამქროებში ან ღია მაგისტრალებისათვის საამქროთა შენობებში, რომელთაც გააჩნიათ ხიდური ამწეები და რომლებიც უზრუნველყოფენ ერთ სიმაღლეზე განლაგებული სანათების რემონტისა და ნათურების გამოცვლის მოხერხებულობას.

ბრტყელი გამტარებით ღია გაყვანილობა გორგოლაჭებზე სწარმოებს უწვ და ძნელადწვად ფუძეებზე. საიზოლაციო კერამიკული გორგოლაჭები მაგრდებიან მრგვალთავიანი შურუპებით, რადგან ბრტყელთავიანი შურუპს შეუძლია გაბზაროს

გორგოლაჭი. გორგოლაჭის დამაგრება ხის ზედაპირზე სირთულეს არ წარმოადგენს. საკმარისია სადგისით გაკეთდეს მიმმართველი ხვრელი და დამაგრდეს გორგოლაჭი. უფრო რთულია გორგოლაჭის დამაგრება აგურის ან ბეტონის ფუძეებზე. ამისათვის საჭიროა ელექტრობურლით ან სხვა რაიმე საშუალებით გორგოლაჭის დამაგრების ადგილზე წინასწარ გაკეთდეს ხვრელი, რომელშიც ჩაჭედდვენ ხის საცობს ან პლასტმასის სამაგრს და დაუჭერენ გორგოლაჭს. იმ ადგილზე, სადაც დაყენებულია გორგოლაჭები, გამტარებს შორის მოწესრიგებულად გაჭრიან ვიწრო ღარაკს ისე, რომ არ დააზიანებენ ძარღვების იზოლაციას (ნახ.8.18.ა). შემდეგ გაჭრის ადგილზე განაშორებენ ძარღვებს და გამტარს ჩამოაცმევენ გორგოლაჭზე და თუ საჭიროა, მიაბავენ მასზე.



ნახ.8.18. ბრტყელი (ა), ხვეული (ბ) და ერთძარღვა (გ) გამტარების დამაგრება გორგოლაჭებზე

**დაიმახსოვრეთ!** ღია გაყვანილობის დროს უმჯობესია გამოყენებული იქნეს მოქნილი ზონარი ან გამტარი, რომელთა იზოლაციის ხარისხი შეესაბამება შენობის ტიპსა და ძაბვას.

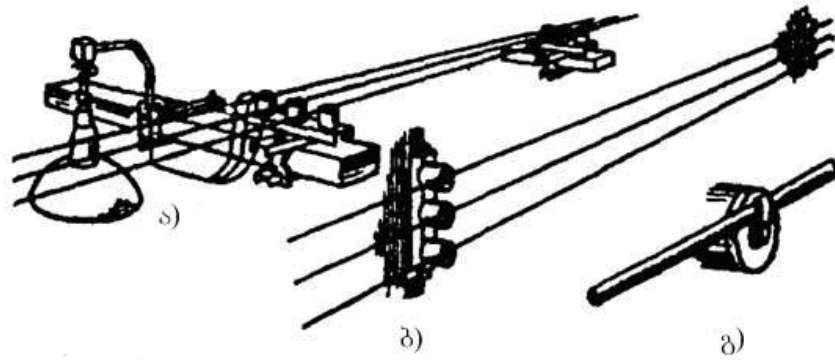
გამტარების დახვევის შემთხვევაში ასეთი გამტარები ადვილად ექვემდებარება გაჭიმვას, რის გამოც ასეთი გამტარებით შესრულებული ელექტროგაყვანილობა უფრო ესთეტიკურად გამოიყურება. ასეთი გაყვანილობის დროს გორგოლაჭებს შორის დაშორება უნდა იყოს დაახლოებით 80 სმ; დაშორება გამანაწილებელი კოლოფებიდან და ხელსაწყოებიდან – არანაკლებ 5 და არაუმეტეს 10 სმ. გორგოლაჭებზე ხვეული გამტარების დამაგრება ნაჩვენებია ნახ.8.18.ბ-ზე. ერთძარღვა გამტარებისა კი ნაჩვენებია ნახ.8.18.გ-ზე.



ნახ.8.19. საყრდენი იზოლატორები

იზოლატორებისა და გამტარების დასამაგრებელ დეტალებსა და კონსტრუქციებს ამზადებენ ქარხნებში. თითოეული კონსტრუქცია წარმოადგენს მეტალის ფუძეს იზოლატორით (ნახ.8.19), რომლებზეც სპეციალური დამჭერებით ამაგრებენ გამტარს. საყრდენი მეტალის კონსტრუქციები (ტრავერსები) მზადდება ფერმებსა და კედლებზე დასამაგრებლად, ორი, სამი და ოთხგამტარიანი ხაზებისათვის.

იზოლატორებზე ელექტროგაყვანილობის შესრულების მაგალითები მოყვანილია ნახ.8.20-ზე.



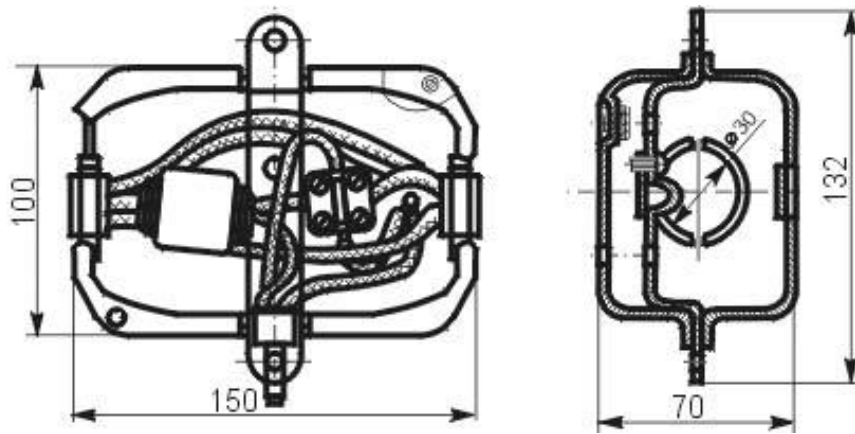
ნახ.8.20. იზოლატორებზე ელექტროგაყვანილობის მაგალითები:  
 ა - ფერმებზე; ბ - კედლებზე; გ - დამჭერებით

იზოლატორებზე ელექტროგაყვანილობის მონტაჟისას მონიშვნები კეთდება ისე, როგორც ბრტყელი გამტარების გაყვანის დროს. დამაგრების ყველა ხერხის შემთხვევაში იზოლატორი მაგრდება „კალთით“ ქვევით. კედლებში გასასვლელებთან ყენდება კიდურა იზოლატორები. კედლებსა და გადახურვებში გასასვლელები მონტაჟდება საიზოლაციო მილებით, რომლებიც ბოლოვდებიან მილისებით. თითოეულ მილში თავსდება ერთი გამტარი. კედლებიდან და გადახურვებიდან გამტარის მინიმალური დაშორება უნდა იყოს არანაკლებ 1 სმ-ისა. ვერტიკალურად გაყვანის შემთხვევაში იატაკიდან 1,5 მ-ზე იგი დაფარული უნდა იქნეს კუთხოვანი ფოლადით ან გაყვანილი იქნეს მილში. გამტარი იზოლატორზე მაგრდება მოთუთიებული მავთულით ან სპეციალური დამჭერებით.

**ღია გაყვანილობა გვარლებზე.** ელექტროგაყვანილობის ეს სახე ძირითადად გამოიყენებოდა და გამოიყენება ინდუსტრიული მონტაჟისათვის. მაგრამ უკანასკნელ დროს ამ ტიპის ელექტროგაყვანილობამ ფართო გამოყენება ჰპოვა ქუჩებისა და მოედნების განათებისათვის. მას გამოიყენებენ ნებისმიერ გარემო პირობებში, მათ შორის ხანძარსაშიშ ადგილებშიც. გვარლებზე ელექტროგაყვანილობისას ძირითადად გამოიყენება ქარხნული წესით დამზადებული ელემენტები. კედლებზე გვარლი მაგრდება ანკერებით, რომელიც თავის მხრივ დამაგრებულია გამჭოლ ღეროებზე, ჭანჭიკებით ან დიუბელებით. გვარლის ბოლოში აკეთებენ მარყუჟს და აყენებენ გვარლის მომჭერსა და ქუროს, რომლებიც იძლევიან გვარლის დაჭიმულობის რეგულირების შესაძლებლობას გვარლის საკიდებს შორის 6 და 12 მ დაშორებისას გვარლის ჩამოკიდების ისარი უნდა იყოს არაუმეტესი, შესაბამისად 10–15 და 20–25 სმ-ისა.

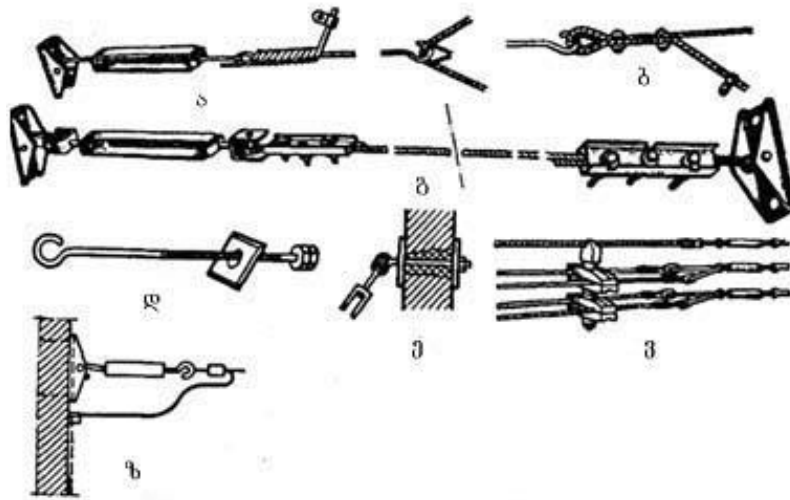
**დაიმახსოვრეთ!** გვარლებზე ელექტროგაყვანილობისას გამოიყენებენ სპეციალურ განმაშტოებელ კოლოფებს (ნახ.8.21), რომლებიც ერთდროულად გამოიყენება გვარლისა და სანათის ჩამოსაკიდად.

კოლოფს შიგნით გააჩნია გვარლის სამაგრი მოწყობილობა. განშტოება სრულდება გამტარის გაუჭრელად, პლასტმასის გარსაცმში მოთავსებული მოსაჭერით.



ნახ.8.21. განმაშტოებელი კოლოფი

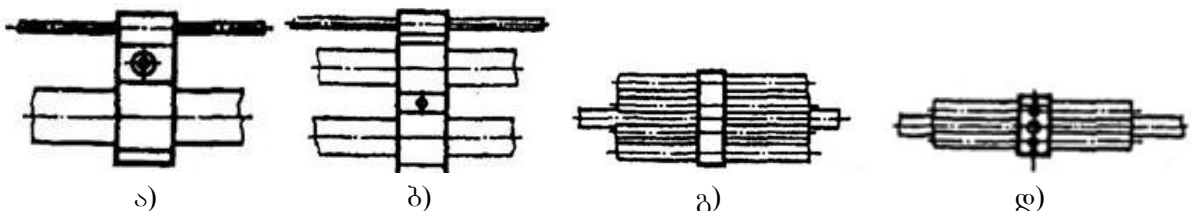
გვარლებზე ელექტროგაყვანილობისათვის პირველ რიგში პროექტებისა და ესკიზების მიხედვით შენობის გასწვრივ მონიშნავენ ანკერული და შუალედური კონსტრუქციების, სანათებისა და ძალოვანი ელექტრომიმღებებისა და განმაშტოებელი კოლოფების დაყენების ადგილს. შემდეგ ანკერულ და დამჭიმავ მოწყობილობებს ამაგრებენ შენობის ძირითად სამშენებლო ელემენტებთან (კედლებთან, ფერმებთან და სხვა), აყენებენ საკიდარებს საშუალოდ დამაგრებებისათვის და ამაგრებენ მათ ფერმების სარტყლებთან, სვეტებთან, გადახურვებთან, ფერმის კუთხეების ან გადახურვების ფილებს შორის არსებულ ხვრელებში. შემდეგ ამზადებენ მზიდი გვარლის, სიმებისა და საჭიმარების ნაჭრებს, უკეთებენ მათ მარყუჟიან დაბოლოებებს ჰილზებისა და გარსაკრების გამოყენებით, აკრეფენ საბოლოო დამაგრებებს ელექტროგაყვანილობის ხაზებისა და მკვებავი მაგისტრალებისათვის. ნახაზების მიხედვით ამზადებენ გამტარების ნაჭრებს. ამის შემდეგ გამტარები შეჰყავთ გამანაწილებელ კოლოფებში და მათ ბოლოებს აერთებენ ამავე კოლოფებში ან მოსაჭერებში. დაუცველ გამტარებს ამაგრებენ გვარლთან ზოლებით – 30–35 სმ-ის, პერფორირებული პოლივინილქლორიდის ლენტით – 50 სმ-ის დაშორებით, საკიდებით – 1,5 მ-ის დაშორებით. დაცული გამტარების გამოყენებისას მათი ზოლებით დამაგრება ხდება 50 სმ-ის დაშორებით. ზოლები, რბილი შუასადები გვარლის, ორივე მხარეს გამოშვებული უნდა იქნეს 1,5–2 მმ-ით. შემდეგ ელექტროგაყვანილობისათვის სპეციალური მოწყობილობის საშუალებით ახდენენ გამტარის მარკირებას. გამტარის მზა ხაზს იატაკზე გაშლიან და აწევენ 1,3–1,5 მ სიმაღლეზე გასწორებისა და სანათების ჩამოსაკიდებლად. შემდეგ გამტარს აწევენ საპროექტო სიმაღლეზე და გვარლის ერთ ბოლოს დაამაგრებენ ანკერულ კონსტრუქციაზე. შეართებენ ხაზს ადრე დაყენებულ საშუალოდ საკიდებთან და საჭიმარებთან. დაარეგულირებენ ჩამოკიდების ისარს და წამოაცმევენ გვარლს მოპირდაპირე მხარეს მდებარე ანკერულ მოწყობილობას. გვარლისა და ანკერული მოწყობილობის შიშველი შეხების ადგილს კი გაპოხავენ ვახელინით. ხაზის ბოლოში გვარლს ჩაამიწებენ ორ ადგილზე, სადაც შეართებენ 2,5 მმ<sup>2</sup> კვეთის სპილენძის გამტარს, რომელიც თავის მხრივ, მიერთებულია ნულოვან გამტართან ან სალტესთან. მზიდი გვარლის გამოყენება ჩამამიწებელ გამტარად დაუშვებელია. ნახ.8.22-ზე ნაჩვენებია გვარლზე ელექტროგაყვანილობის მონტაჟის ელემენტები.



ნახ.8.22. გვარლზე ელექტროგაყვანილობის მონტაჟის ელემენტები: ა - ანკერი დამჭიმავი ქურთი; ბ - გვარლის საბოლოო ჩამაგრება კოუშისა და გარესასრასნი მომჭერის დახმარებით; გ - მზიდი გვარლი; დ - მომჭიმავი გამჭოლი ჭანჭიკი კაკვით; ე - მომჭიმავი გამჭოლი ჭანჭიკი რგოლით; ვ - იზოლირებული გამტარის გაყვანა გვარლებზე; ზ - გვარლის ჩამიწება

ბოლოს 1000 ვ-მდე ძაბვის მეგაომეტრით გაზომავენ ელექტროგაყვანილობის იზოლაციას, რომელიც უნდა იყოს არანაკლებ 0,5 მომი.

ღია გაყვანილობა ფოლადის ზოლებზე, ლენტებსა და სიმებზე. 16 მმ<sup>2</sup>-მდე კვეთის უჯრავშნო, დაუცველი, რეზინისა და პლასტმასის იზოლაციანი გამტარებითა და კაბელებით ელექტროგაყვანილობის გაყვანას ახდენენ უშუალოდ კედლების ზედაპირზე. ამ შემთხვევაში გაყვანილობას ამაგრებენ ჩანგლებით, აბზინდებით ან ფოლადის ზოლებზე, ლენტებსა და სიმებზე, რაც მკვეთრად ამცირებს ხერელგამყვანი სამუშაოების შრომატევადობას. სამონტაჟო პერფორირებული ცივად გლინული ზოლები და ლენტები 16 მმ სიფართისა და 0,8 მმ სისქისაა, ხოლო ცხლად გლინული - 20-30 მმ სიფართისა და 1-1,5 მმ სისქის. ისინი გამოიყენებიან როგორც მზიდი კონსტრუქციები. ზოლები და ლენტები უშუალოდ მაგრდება ფუძეზე. დაშორება დამაგრების წერტილებს შორის უნდა იყოს 80-100 სმ., ხოლო ზოლის ბოლოდან არაუმეტეს 7 სმ. 3-4 მმ დიამეტრის მოთუთიებულ მავთულს, რომელიც ფუძესთან მჭიდროდ გაჭიმულია და ბოლოებში დამაგრებულია დამჭიმი მოწყობილობებით, გამოიყენებენ მზიდ სიმაღ.



ნახ.8.23. გამტარების დამაგრება სიმზე; ა, ბ - საკიდართი; გ, - ზოლით; დ - ლენტით

გამტარები და კაბელები დამაგრებულია მეტალის ან პლასტმასის არტახებით 10-15 მმ დაშორებით ტრასის მოხვევის ადგილიდან და 100 მმ-ით განმაშტოებული კოლოფების შესასვლელიდან. მზიდ ზოლებს, ლენტებსა და სიმებს ჩამიწებენ ისევე როგორც გვარლების შემთხვევაში. მეტალის გარსის მქონე კაბელების ან

გამტარების გარსაცმებს ჩაამიწებენ მკვებავ ფარებთან სპილენძის მოქნილი ზღუდართ, რომელიც მირჩილული უნდა იყოს კაბელის ან გამტარის გარსაცმთან. ნახ.8.23-ზე ნაჩვენებია სიმზე გაყვანილი გამტარის დამაგრების ზოგიერთი ხერხი.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რას ეწოდება ღია ელექტროგაყვანილობა?
2. საიდან იწებენ გამტარების გაყვანას?
3. სად გამოიყენება ღია გაყვანილობა იზოლატორებზე?
4. სად გამოიყენება ღია გაყვანილობა გვარლებზე?
5. სად გამოიყენება ღია გაყვანილობა სიმებზე?

**8.9. დახურული ელექტროგაყვანილობის მონტაჟი**

დახურულ ელექტროგაყვანილობას ღია ელექტროგაყვანილობასთან შედარებით გააჩნია უდავო უპირატესობა. გამტარები, რომლებიც დაფარულია ბათქაშის ან ბეტონის ფენის ქვეშ უფრო მეტად ელექტრო და ხანძარუსაფრთხოა; მისი მუშაობის ხანგრძლივობა უფრო მეტია, რადგან მასზე არ მოქმედებს მზის სხივები და გარეშე ფაქტორები; არ აუარესებს სახლის ან ბინის გარეგან სახეს. მაგრამ მას გააჩნია მთელი რიგი გართულებები, განსაკუთრებით თუ ელექტროგაყვანილობა არასწორად არის დამონტაჟებული. მაგალითად, თუ გვსურს კედელზე ხალიჩის ან სურათის ჩამოკიდება, მაშინ ადვილი შესაძლებელია ლურსმნის მიჭედების დროს დავაზიანოთ ელექტროგაყვანილობა და საჭირო ხდება მთელი დაზიანებული უბნის გამოცვლა, რაც მოგვიყვანს კედლის ზედაპირის დაზიანებამდე, შემდგომ კი – რემონტამდე. გარდა ამისა დახურული ელექტროგაყვანილობის მონტაჟი შრომატევადია. მიუხედავად ამისა თანამედროვე პირობებში დახურული ელექტროგაყვანილობა ფართოდ გამოიყენება.

***დამახსოვრეთ!** ბეტონისა და აგურის კედლებზე დახურული ელექტროგაყვანილობის მონტაჟისათვის უნდა ავირჩიოთ ჩასალაგებელი კაბელის დიამეტრზე ოდნავ მეტი სიფართისა და კაბელის დიამეტრზე 5-10 მმ-ით მეტი სიღრმის არხი.*

კაბელს აწყობენ ღარაკში და ამაგრებენ მას თაბაშირის ან ცემენტის ხსნარით. მონტაჟის დამთავრების შემდეგ კვალს შეფითხნიან. დასაშვებია ელექტროგაყვანილობის ჩაწყობა ფოლადისა და პლასტმასის მილებში, როგორც დახურულად, ასევე ფუძის ზედაპირზე. კაბელის მილებში გატარება ხდება ფოლადის გამტარით ან წვრილი გვარლით.

დახურული ელექტროგაყვანილობის მონტაჟი ხდება ნაწილ-ნაწილ. დახურული ელექტროგაყვანილობისას გამტარები შეიძლება ჩალაგებული იქნეს კედლების, ჭერების, ფუნდამენტების, გადახურვების შიგნით და შენობის სხვა კონსტრუქციული ელემენტების ქვეშ. დახურული ელექტროგაყვანილობა კეთდება მობათქაშებისა და სუფთა იატაკის დაგების წინ.



გამტარები შეიძლება განლაგებული იქნეს მილებში, მეტალის გარსამოსში, სამშენებლო კონსტრუქციების ცარიელ ადგილებში, ღარებსა, ბათქაშის ქვეშ.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რა უპირატესობა გააჩნია დახურულ ელექტროგაყვანილობას ღიასთან შედარებით?
2. სად შეიძლება გამტარებისა და კაბელების ჩალაგება დახურული ელექტროგაყვანილობისას?

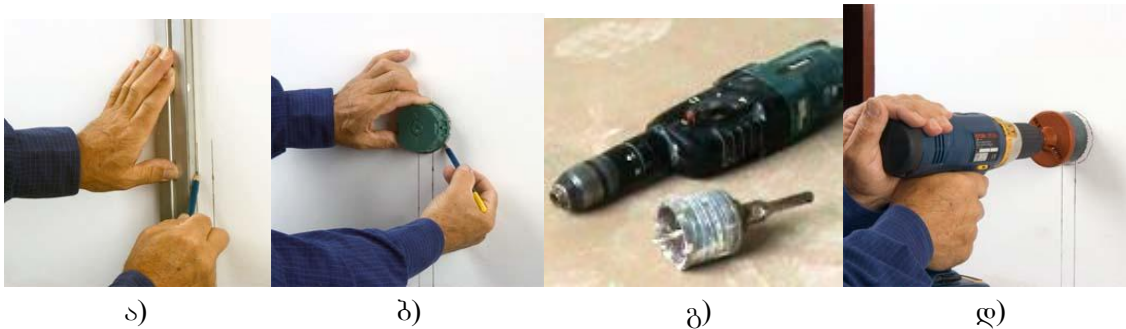
**8.10. ღრმულებისა და ღარების გაკეთება ბეტონისა და აგურის ზედაპირზე**

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, დახურული ელექტროგაყვანილობის შესრულებისას ერთერთი ძირითადი ეტაპია კედლებსა და ჭერზე ელექტროაპარატებისა და ელექტროარმატურის დამონტაჟება. რისთვისაც შესრულდეს მოსამზადებელი სამუშაოები – გაკეთდეს ხვრელები და ღარები. რომელთა გაკეთება რამდენიმე ძირითად ეტაპს მოიცავს.

სანამ დავიწყებდეთ ღარების მომზადების სამუშაოებს, საჭიროა მოვამზადოთ კედელი დასადარავად. მოსამზადებელი ეტაპი მოიცავს ბინის მომზადებას, რისთვისაც წინასწარ უნდა გასუფთავდეს ზედაპირები. ამის შემდეგ, სქემის მიხედვით, უნდა ჩატარდეს შესაბამისი მონიშვნითი სამუშაოები (ნახ.8.24.ა,ბ.) მონიშვნის ძირითად ელემენტებს მიეკუთვნება: გამანაწილებელი კოლოფების, როზეტებისა და ამომრთველების დაყენების ადგილები.

**დაიმახსოვრეთ!** სანამ დამოკიდებლად გადავწყვეტდეთ დასაყენებელი ელემენტების რაოდენობასა და დაყენების ადგილს, მანამ საჭიროა მოვეთათბიროთ სპეციალისტს (ან შევუთანხმდეთ ბინის მფლობელს, თუ იგი ცნობილია).

მონიშვნითი სამუშაოების ჩატარებისას, პირველ რიგში, უნდა გავამზადოთ როზეტების, ამომრთველებისა და გამანაწილებელი კოლოფების ბუდეები.



**ნახ.8.24.** მონიშვნითი სამუშაოები (ა, ბ); ელექტროდრელი და „ბალერინკა“ (გ) და როზეტებისა და ამომრთველების ბუდეების მომზადება (დ)

ამისათვის საჭიროა ავიღოთ ელექტროდრელი და „ბალერინკა“ (ნახ.8.24.გ). „ბალერინკა“ არის სხვადასხვა დიამეტრის სპეციალური მოწყობილობა ბეტონისა და აგურის კედლებში ხვრელების გასაკეთებლად ვიღებთ საჭირო დიამეტრის

„ბალერინკას“ და ვამაგრებთ დრელზე. ვბურღავთ საჭირო სიღრმეზე ისე, რომ კოლოფი მთლიანად მოთავსდეს ხვრელში (ნახ.8.24 დ).

ამის შემდეგ ვიწყებთ კაბელებისა და გამტარების ჩასაწყობად ღარების გაკეთებას. ღარები კედელზე კეთდება ჰორიზონტალურად, ჭერის ქვემოთ ან იატაკის გასწვრივ, აგრეთვე როზეტებთან და ამომრთველებთან ვერტიკალურად ჩამოშვებული. ღარები შეიძლება გაკეთდეს ჭერზეც სანათების ჩასართავად.

ღარები ამოჭრილი უნდა იქნეს სპეციალური ღარსაჭრელის დახმარებით, რომელიც აღჭურვილია სპეციალური მტკვრსასრუტით (ნახ.8.25.ა).



ნახ.8.25.სპეციალური მტკვრსასრუტით აღჭურვილი ღარსაჭრელი (ა)

ჩაქუჩისა და ღოჯის საშუალებით გამოვტეხავთ ღარებს (ნახ.8.25.ბ), ხვრელის შიგა ნაწილს (ნახ.8.25.გ) და გამოვასუფთავებთ.

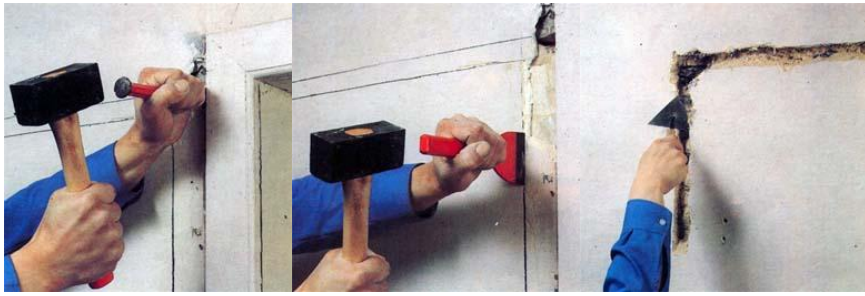
ამის შემდეგ ხვრელებში ვამაგრებთ როზეტებისა და ამომრთველების დასამონტაჟებელ კოლოფებს და ვიწყებთ გამტარების ჩალაგებას ღარებში.

მოცემული პროცესის მიმართ სპეციალისტები ადგენენ განსაზღვრულ მოთხოვნებს. კერძოდ, ჩასაწყობი კაბელის ან გამტარის სიგრძე უნდა იყოს მაქსიმალურად ნაკლები. აგრეთვე ყურადღება უნდა მივაქციოთ კაბელების ჩაწყობისას, რათა ადგილი არ ჰქონდეს გადაკვეთებს. თუ გადაკვეთის თავიდან აცილება შეუძლებელია, მაშინ მათი რაოდენობა უნდა იყოს მინიმალური.

**დაიმახსოვრეთ!** ღარების გასამზადებლად შეიძლება გამოყენებული იქნეს პერფორატორი. თუ პერფორატორი არ გაგვაჩნია, მაშინ მის ალტერნატივად შეიძლება გამოყენებული იქნეს „ბოლგარკა“, რომელიც აღჭურვილი იქნება სპეციალური აღმასის დისკოებით.

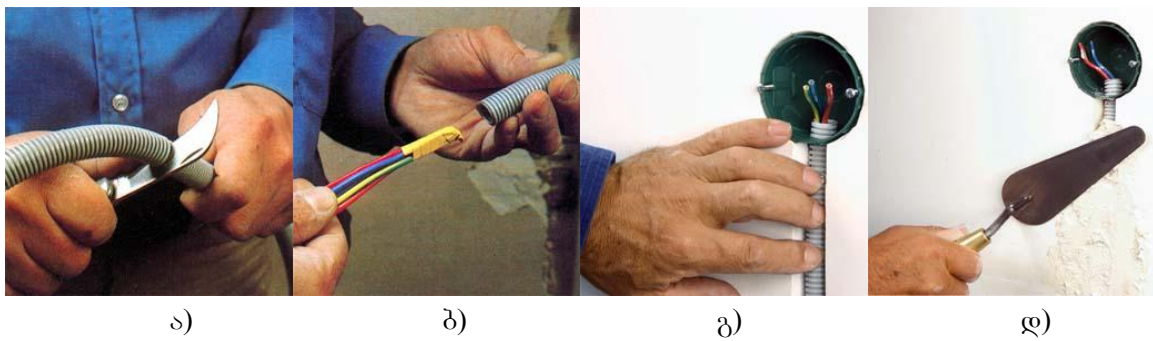
აღმასის დისკოებით ჭრა საშუალებას იძლევა სწრაფად და წყნარად ამოვჭრათ ღარის საზღვრები და ყურადღება არ მივაქციოთ არმატურის განლაგებას, რადგან არმატურა აღმასის დისკოსათვის დაბრკოლებას არ წარმოადგენს. მიღებულ ხაზებს შორის ღარების ამოტეხვა უნდა მოხდეს პერფორატორით ან ღოჯით.

სურვილის მიხედვით ღარები შეიძლება გაკეთდეს პნევმატური ჩაქუჩით, მაგრამ ამ ხერხით გაკეთებული ღარები არააკურატულია. თუ კედლები არ არის ბეტონის და არც ღარების ამოსაჭრელი ელექტრონისტრუმენტები გაგვაჩნია, მაშინ ღარები შეიძლება გაკეთდეს ჩვეულებრივი ღოჯით ისე, როგორც ეს ნახვენებია ნახ.8.26-ზე.



ნახ.8.26. ღარების გაჭრა ღოჯით

ღარების გაჭრისა და გამზადების შემდეგ ვჭრით გამტარებს საჭირო სიგრძეზე, ვალაგებთ ღარებში და ღარებს ამოვლესავთ თაბაშირის ხსნარით. თუმცა უმჯობესია ელექტროგაყვანილობა შესრულდეს გოფირებული მილებით. რაც საშუალებას გვაძლევს, საჭიროების შემთხვევაში, გამოვცვალოთ ელექტროგაყვანილობა ისე, რომ არ დავაზიანოთ ჭერი და კედლები. ამისათვის საჭიროა დავჭრათ გოფირებული მილები საჭირო ზომებად (ნახ.8.27.ა). დაჭრილ მილებში გავატაროთ გამტარები (ნახ.8.27.ბ). ამის შემდეგ მილები ჩავაწყოთ ღარებში (ნახ.8.27.გ) და ამოვლესოთ თაბაშირის ან ბეტონის ხსნარით (ნახ.8.27.დ).



ნახ.8.27. გოფირებული მილების მომზადება და ჩალაგება ღარებში

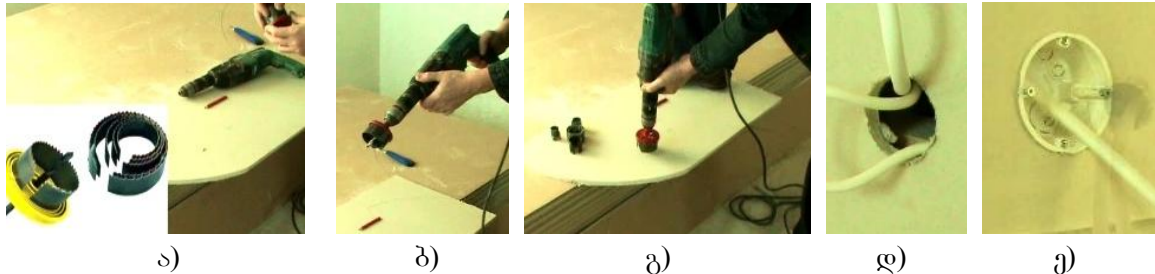
**საკონტროლო კითხვები:**

1. რას მოიცავს მოსამზადებელი ეტაპი?
2. რა საშუალებებით შეიძლება ხვრელების გაკეთება?
3. სად კეთდება ღარები კედელზე?
4. როგორ ვიქცევით თუ ღარების ამოსატრელი ელექტროინსტრუმენტები არ გაგვაჩნია?

**8.11. ელექტროგაყვანილობა თაბაშირმუყაოს კედლებსა და ტიხარებში**

ელექტროგაყვანილობის ჩალაგება თაბაშირმუყაოს კედლებსა და ტიხარებში ხდება იმ ეტაპზე, როცა შეკრულია კარკასი და რჩება საბოლოო შემოფიცვრის სამუშაოები. მას შემდეგ, რაც კარკასის ერთი მხარე შემოფიცვრულია თაბაშირ-მუყაოს ფურცლებით, საჭიროა გაკეთდეს მონიშვნები იმ ადგილებში, სადაც დაყენებული უნდა იქნეს ამომრთველები, როზეტები და სხვა ელექტროტექნიკური მოწყობილობების ელემენტები.

პირველ რიგში, მონიშნულ ადგილებში როზეტებისა და ამომრთველებისათვის ბუდეების გასაკეთებლად ვიღებთ საჭირო დიამეტრის წრიულ ფრეზს (ნახ.8.28.ა) და ვამაგრებთ ელექტროდრელზე (ნახ.8.28.ბ). ვამოწმებთ სწორად დავამაგრეთ თუ არა ფრეზი, რადგან იგი არ უნდა განიცდიდეს ვიბრაციას. შემოწმების შემდეგ ყოველგვარი ძალდატანების გარეშე შეიძლება გავხვრიტოთ თაბაშირმუყაო (ნახ.8.28.გ). ხვრელი მზადაა ბუდის ჩასაყენებლად (ნახ.8.28.დ).



ნახ.8.28. როზეტებისა და ამომრთველების ბუდეებისათვის ხვრელების გამზადება და ბუდეების ჩადება თაბაშირმუყაოს კედლებში

**დაიმახსოვრეთ!** ფრეზის დიამეტრის ცვლილებით შეიძლება გავაკეთოთ სხვადასხვა დიამეტრის ხვრელი. გამზადებულ ხვრელში მონტაჟდება სპეციალურად თაბაშირმუყაოს კედლებისათვის განკუთვნილი როზეტებისა და ამომრთველების ჩასაყენებელი კოლოფები (ნახ.8.28.ე).

გოფრირებული მილები ლაგდება კარკასის შიგნით დგარებში არსებულ სპეციალურ ხვრელებში. თუ ხვრელები არ არის ან არ ყოფნის, მაშინ საჭიროა გოფრირებული მილის დიამეტრზე 1–2 მმ-ით მეტი დიამეტრის მქონე ბურღის საშუალებით გაიბურღოს დგარები. იმისათვის, რომ თავიდან ავიცილოთ გოფრირებული მილების ჩამოკიდება, ისინი გააყავთ ქვემოთ და შემდეგ ააყავთ ვერტიკალურად ზემოთ, საჭირო სიმაღლემდე. არავითარ შემთხვევაში არ შეიძლება გამტარის ჩადება პროფილის შიგნით, რათა არ დაზიანდეს მონტაჟის დროს. გოფრირებული მილების მონტაჟის შემდეგ მასში უნდა გატარდეს გამტარი გოფრირებულ მილში, სპეციალურად წინასწარ დატანებული ფოლადის წვრილი მავთულის დახმარებით. მომავალში ელექტროგაყვანილობის დაზიანების შემთხვევაში, ამავე ხერხით, შესაძლებელი იქნება დაზიანებული ელექტროგაყვანილობის შეცვლა.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. როდის ხდება ელექტროგაყვანილობის ჩალაგება თაბაშირმუყაოს კედლებსა და ტიხარებში?
2. რისი ცვლილებით შეიძლება სხვადასხვა დიამეტრის ხვრელების გაკეთება?

**8.12 ელექტროგაყვანილობა საკაბელო არხებში**

ელექტროსამონტაჟო სამუშაოებისას გამოიყენება ელექტროგაყვანილობის მონტაჟის კომბინირებული ხერხი. ელგაყვანილობის ეს სახე ინარჩუნებს ღია ელექტროგაყვანილობის უპირატეს თვისებებს, მაგრამ ხდის მას უფრო უსაფრთხო და

ესთეტიკურს. საკაბელო არხები წარმოადგენენ სხვადასხვა კვეთის ღრუ ხოკერს, რომელთაც შიგნით გააჩნიათ სხვადასხვა რაოდენობის არხები (ნახ.8.29.), სადაც აწყობენ: ელექტრულ, სატელეფონო, კომპიუტერისა და სატელევიზიო კაბელებს. კაბელები ერთმანეთისაგან ისე არის განმსოლოებული, რომ გამორიცხებულია სატელეფონო და რადიო სიგნალების ურთიერთდამახინჯებები.

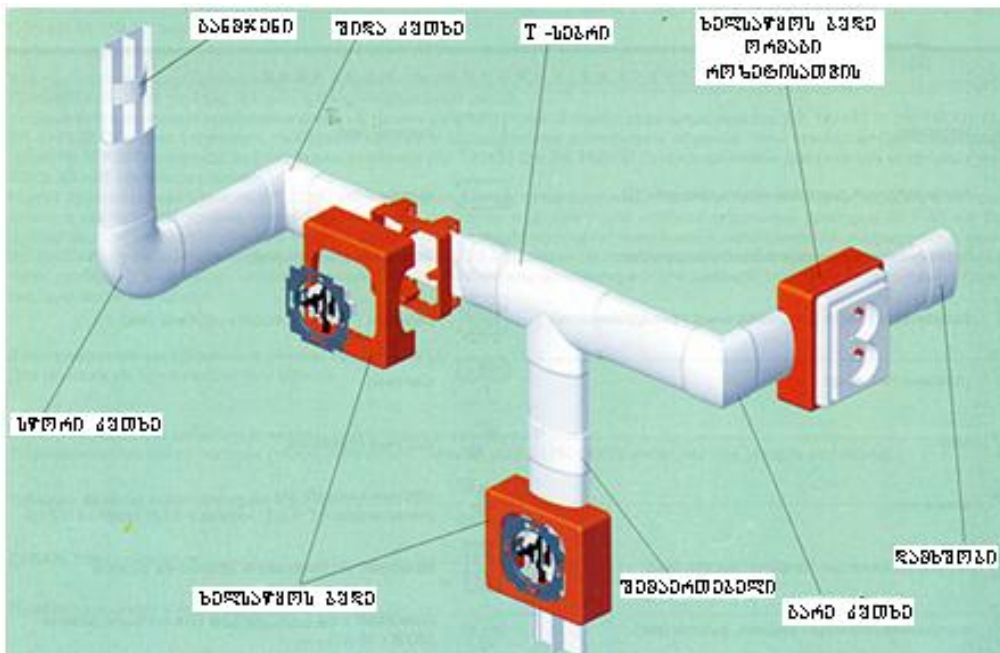


ა)

ბ)

ნახ.8.29. მრავალგანყოფილებიანი საკაბელო არხი (ა) და მისი დამონტაჟებული სახე (ბ)

**დაიმახსოვრეთ!** საკაბელო არხებს გააჩნიათ მთელი რიგი დადებითი თვისებები. კერძოდ: ელექტროგაყვანილობის დამატებითი იზოლაცია უზრუნველყოფს ელექტროუსაფრთხოებას; გაყვანილობა დაცულია მექანიკური ზემოქმედებისაგან; მოკლედ შერთვის დროს გამორიცხებულია ხანძრის გაჩენა; მარტივია მისი ელექტრომონტაჟი; ავარიულ სიტუაციაში უზრუნველყოფილია გაყვანილობასთან სწრაფი შეღწევა; შესაძლებელია სწრაფი მოდერნიზაცია და გაყვანილობის დამატება.

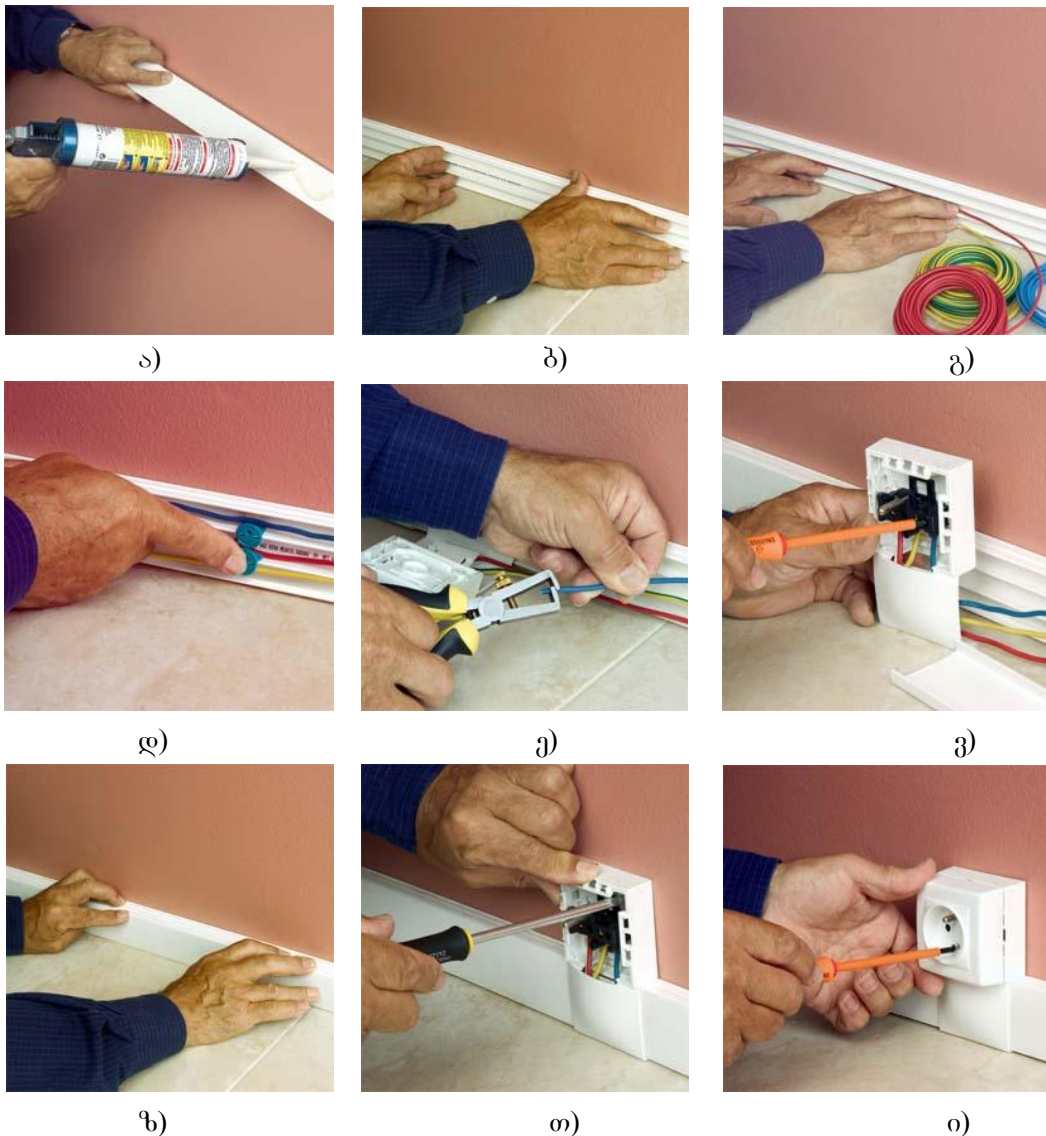


ნახ.8.30. თანამედროვე იმპორტული საკაბელო არხების აქსესუარები

ელექტროგაყვანილობა შეიძლება ჩაიწყოს როგორც პლინტუსების, ასევე იატაკის საკაბელო არხებში. ახალი თაობის საკაბელო არხების კომპლექტში

შედიან გარე და შიგა კუთხეები, განმბჯენები, შემაერთებლები, ხელსაწყოთა ჩასამონტაჟებლები (ნახ.8.30). წარმოების მიერ ძირითადად გამოშვებულია თეთრი ფერის საკაბელო არხები, თუმცა არსებობს სხვა შეფერილობისაც, ძირითადად, ხისფერი. ისინი მზადდება დარტყმის მიმართ მტკიცე პლასტიკური მასალისაგან, რომელზეც არ მოქმედებს ულტრაიისფერი გამოსხივება და აგრესიული ქიმიური გარემო, არის ნესტგაუმტარი, მასალის ანთებისას არ აძლევს ხანძარს გავრცელების საშუალებას. საკაბელო არხები შეიძლება გამოვიყენოთ შენობის მოპირკეთებითი სამუშაოების დამთავრების შემდეგ.

საკაბელო არხებში გამტარები მაგრდება კლიფსებით, 50–70 სმ დაშორებით. საკაბელო არხების ფუძეზე დამაგრება დამოკიდებულია ფუძის მასალაზე და სრულდება სხვადასხვა ხერხით: წებოს საშუალებით. ამისათვის გამოიყენება სპეციალური სწრაფადშრობადი წებო, რომელიც წაესმება კაბელ-არხის ზედაპირს წვეთობით, 30–50 სმ დაშორებით, რის შემდეგაც მას მჭიდროდ მიაკრავენ კედელზე, აღნიშნული ხაზის გასწვრივ, რამდენიმე წამის განმავლობაში; დიუბელებით, თვითმჭრელი შურუპებით ან ლურსმნებით, რომელთა ჩაჭედება ხდება კედელში წინასწარჩამაგრებულ ხის საცობებში.



ნახ.8.31. ელექტროგაყვანილობის შესრულების თანმიმდევრობა საკაბელო არხებში

საბოლოოდ, საკაბელო არხებში შესრულებულ ელექტროგაყვანილობას აქვს ნახ.8.32-ზე მოცემული სახე.



ნახ.8.32. საკაბელო არხებში შესრულებული ელექტროგაყვანილობა

**საკონტროლო კითხვები:**

1. ჩამოთვალეთ საკაბელო არხების დადებითი თვისებები?
2. რით მაგრდება გამტარები საკაბელო არხებში?

**8.13. ელექტროგაყვანილობა მილებში**

ელექტროგაყვანილობა მილებში სრულდება მხოლოდ იმ შემთხვევებში, როცა რეკომენდებული არ არის ელექტროგაყვანილობის სხვა ხერხების გამოყენება. მილებში გაყვანილობა გამოიყენება გამტარების მექანიკური დაზიანებისა და იზოლაციის გარემოს არასასურველი ზემოქმედებისაგან დაცვის მიზნით. მექანიკური ზემოქმედებისაგან დაცვისათვის მილგაყვანილობა სრულდება არაჰერმეტიკული, ხოლო გარემო ზემოქმედებისაგან დაცვისათვის – ჰერმეტიკული წესით. მილგაყვანილობის ჰერმეტიკულობა უზრუნველყოფილია მილების ერთმანეთთან, გამანაწილებელ კოლოფებთან და სხვადასხვა ელექტრომომხმარებლებთან შეერთების ადგილების შემჭიდროვებით. გათბობის მილების გადაკვეთის დროს ელექტროგაყვანილობის მილი მისგან დაშორებული უნდა იქნეს 5 სმ-ით, ხოლო პარალელურად განლაგების შემთხვევაში – არანაკლებ 10 სმ-ით.

**დაიმახსოვრეთ!** ფოლადის მილები განლაგებული უნდა იქნენ ისე, რომ მათში არ დაგროვდეს ტენი და კონდენსატი. ამიტომ ჰორიზონტალურ უბანზე მილები გაჰყავთ მცირე დახრილობით კოლოფის მხარეს.

ფოლადისა და პლასტმასის მილებში აწყობენ დაუცველ, იზოლირებულ АПРТО, ПРТО, АПВ, ПВ და სხვა მარკის გამტარებს. მილებში ჩადებული იზოლირებული გამტარების დენგამტარი ძარღვების მინიმალური კვეთი სპილენძის გამტარებისათვის შეადგენს 1 მმ<sup>2</sup>, ხოლო ალუმინისათვის – 2 მმ<sup>2</sup>.

ელექტროგაყვანილობას მილებში ამონტაჟებენ ისე, რომ ადვილი იყოს დაზიანებული გამტარების გამოცვლა. ამიტომ თუ მილგაყვანილობის ტრასაზე გვაქვს მოღუნვის ორი კუთხე, მაშინ დაშორება კოლოფებს შორის უნდა იყოს არაუმეტეს 5 მ-ისა, ხოლო სწორხაზოვან უბანზე არაუმეტეს 10 მ-ისა. გამტარების

შეერთებისა და განტოტებების გაკეთება მიღებში აკრძალულია. ისინი შეიძლება გაკეთდეს მხოლოდ კოლოფებში.

ელექტროგაყვანილობა ფოლადის მიღებში შეიძლება შესრულდეს ღია, დახურული და გარეგანი გაყვანის დროს. ფოლადის მიღებს გამოიყენებენ მხოლოდ გამონაკლის შემთხვევაში, როცა დაუშვებელია მიღების გარეშე გაყვანილობა და არ შეიძლება არალითონური მიღების გამოყენება.

საბაღე სახლებსა და შენობებში ფოლადის მიღები საჭიროა შემყვანების მოსაწყობად, სხვენების, სარდაფებისა და გარე ელექტროგაყვანილობისათვის.

მონტაჟის დაწყების წინ მიღები გაწმენდილი უნდა იქნენ ქანგის, ჭუჭყისა და ხიწვებისაგან. კოროზიის თავიდან აცილების მიზნით ღია გაყვანილობის მიღები შედებილ უნდა იქნეს, ხოლო ბეტონში ჩასადები მიღები მისი გარე ზედაპირის ბეტონთან უკეთ მოჭიდულობის მიზნით არ იღებება.

მიღების მოღუნვის დროს დაუშვებელია კუთხეებში მათი შეჭყლეტა (გოფრირება). მიღების მოღუნვა 90<sup>0</sup>-ზე ნაკლები კუთხით არარეკომენდირებულია, რადგან მიღების რთული კონფიგურაციის დროს ძნელია მათში დიდ სიგრძეზე გამტარების „გათრევა“.

**დამახსოვრეთ!** მიღების მოღუნვის რადიუსი შეზღუდულია. მიღების დახურულად გაყვანის დროს ერთი მოღუნვის რადიუსი უნდა შეადგენდეს არანაკლებ ექვსი მილის გარე დიამეტრის ტოლს, ხოლო ღია გაყვანილობის დროს არანაკლებ ოთხი გარე დიამეტრის ეკვივალენტს, ბეტონში ჩადებისას კი არანაკლებ ათი გარე დიამეტრისა.

ღია გაყვანილობის ფოლადის მიღების დამაგრების წერტილებს შორის დაშორება დამოკიდებულია მილის დიამეტრზე. ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ უბნებზე 15–32 მმ დიამეტრის მიღები მაგრდება 2,5–3 მ დაშორებით, ხოლო მოღუნვის ადგილებში მოხვევის კუთხიდან 15-20 სმ-ის დაშორებით. საყრდენ კონსტრუქციებზე მათ ამაგრებენ კაკვებით, ზესადებებით, ცალულებითა („ხამუტი“) და მავთულსაჭერებით. გადაჭრის შემდეგ მიღებს ასუფთავებენ ხიწვებისაგან, განადრუებენ და დააბოლოებენ მილისებით, რომლებიც იცავენ გამტარის იზოლაციას დაზიანებისაგან, მიღებში შესვლისა თუ გამოსვლის ადგილებში.

ფოლადის მიღებს ერთმანეთთან აერთებენ კუთხვილიანი და უკუთხვილო ქუროებით, სამაჯურებით, შემაერთებელი და განმატოტებელი კოლფებითა და

უჯრედებით. მიღებს კუთხვილიანი ქუროებით შეერთება ნაკარნახევია იმით, რომ ნებისმიერ დროს შესაძლებელი იყოს მილგაყვანილობის ადვილად დაშლა. განშტოებებსა და შეერთებებს ახდენენ სახურავის მქონე კოლოფებში. ისინი მიღებთან ერთდებიან კუთხვილით ან მომჭერების დახმარებით.

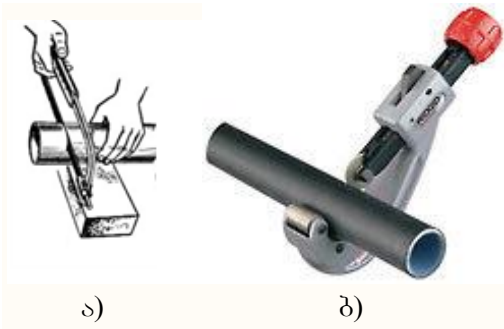
ნესტიან და ხანძარსაშიშ შენობებში, სხვენებში, გარე, ღია და დახურული გაყვანილობის დროს საჭიროა ფოლადის მიღები შევამჭიდროვოთ. მიღების ერთმანეთთან და კოლოფებთან შეერთების ადგილებში შემჭიდროვებები კეთდება ოლიფით ან სურინჯწასმული სტანდარტულკუთხვილიანი ქუროებით. მშრალ და უმტვერო შენობებში ფოლადის მიღების ღია გაყვანილობის დროს მიღების შეერთება



ერთმანეთთან და კოლოფებთან ხდება შემჭიდროვების გარეშე: მილბაბრებით, სამაჯურებით (ხრახნებსა და ქანჩებზე), ჰილზებითა და სხვ.

**პლასტმასის მილების გაყვანა.** მშრალ, ტენიან, განსაკუთრებით ნესტიან, მტვრიან, ქიმიურად აქტიური გარემოს მქონე შენობებში ღია გაყვანილობისათვის; უწვი და ძნელადწვადი ფუძეების გარე გაყვანილობებში გამოიყენება პლასტმასის მილები. პლასტმასის მილების კვანძების შეერთება ხორციელდება შედუღებით სპეციალური სანთურის, ინსტრუმენტებისა და სამარჯვების გამოყენებით.

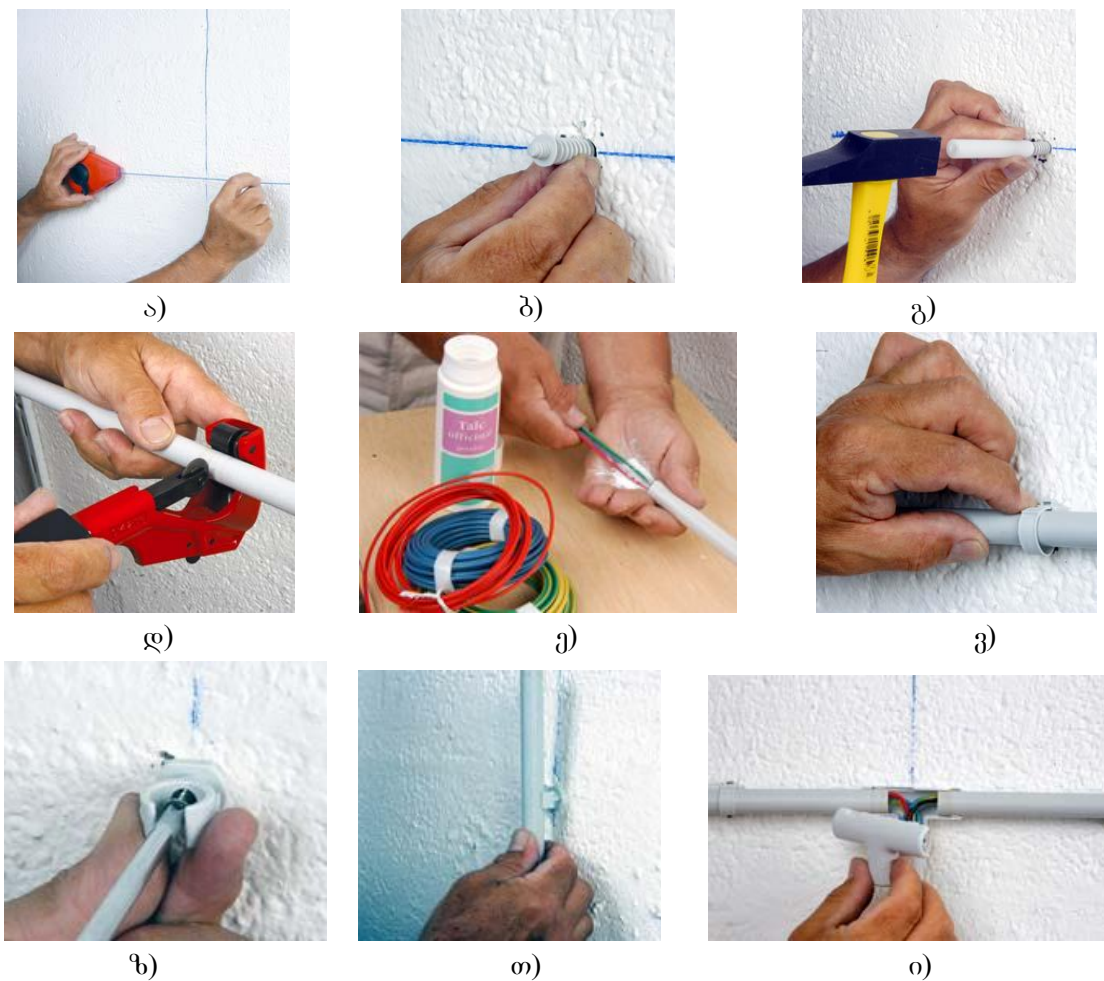
**დაიმახსოვრეთ!** პლასტმასის მილების მოღუნვის რადიუსი მილის ექვსჯერადი გარე დიამეტრის ტოლია.



ნახ.8.33. პლასტმასის მილების გადაჭრა:  
ა – ხერხუნათი; ბ – მილსაჭრელი

ელექტროგაყვანილობისათვის გამოყენებული უნდა იქნეს პლასტმასის გამანაწილებელი კოლოფები. პლასტმასის მილების დამაგრება ხდება კაკვებით. პლასტმასის მილების გადასაჭრელად გამოიყენება ხერხუნა და მილსაჭრელი (ნახ.8.33).

ელექტროგაყვანილობის შესრულების თანმიმდევრობა პლასტმასის მილებში ნაჩვენებია ნახ.8.34-ზე.



ნახ.8.34. ელექტროგაყვანილობის შესრულება პლასტმასის მილებში

### საკონტროლო კითხვები:

1. როდის სრულდება ელექტროგაყვანილობა მილებში?
2. როგორ უნდა განლაგდეს ფოლადის მილები, რომ მასში არ დაგროვდეს ტენი?
3. როგორ ხდება პლასტმასის მილების შედუღება?

### 8.14. როზეტების და ამომრთველების მონტაჟი

*დამახსოვრეთ! საშტეფსელო როზეტებისა და ამომრთველების სწორი მონტაჟი მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ელექტროუსაფრთხოების უზრუნველყოფაში: არასწორი მონტაჟი ზრდის ხანძარსაშიშროებას. თითოეულ მოწყობილობაზე აღნიშნულია მისი ნომინალური ძაბვა, დენი და დაცვის ხარისხი. პირველი პარამეტრი არის ძაბვის მოქმედი მნიშვნელობა, რომლითაც გარანტირებულია ხელსაწყოს ნორმალური ფუნქციონირება. ნომინალური დენი ახასიათებს დენის იმ მნიშვნელობას, რომელიც შეუძლია გაატაროს მოცემულმა მოწყობილობამ ხანგრძლივ რეჟიმში.*

თანამედროვე საყოფაცხოვრებო როზეტების მონაცემები შეადგენს 220 ვ და 16 ა-ს. იმისათვის, რომ გავიანგარიშოთ აღნიშნულ როზეტში ჩასართავი ხელსაწყოს მაქსიმალური სიმძლავრე, საჭიროა ამ სიდიდეების გადამრავლება  $220\text{ვ}\times 16\text{ა} = 3520\text{ვტ} = 3,52\text{კვტ}$ . 20–30 წლის წინათ სტანდარტით როზეტების ნომინალური დენი იყო 6,3 ანუ  $220\text{ვ}\times 6,3\text{ა} = 1386\text{ვტ} = 1,386\text{კვტ}$ . ამიტომ არ გაგვიკვირდეთ, თუ ამ როზეტში ელექტროჩაიდანის ან სარეცხი მანქანის ჩართვისას იგი გაცხელდეს და შეიძლება დადნეს კიდევ.

გარე ზემოქმედებისაგან დაცვის დონის განსასაზღვრავად გამოიყენება კოდი 1P გვერდით მიწერილი ორი ციფრით. პირველი ციფრი აღნიშნავს ხელსაწყოს დაცულობას მასში მტვერისა და წვრილი საგნების მოხვედრისაგან. ეს ციფრები მდებარეობენ 0–6 დიაპაზონში: 0 – მოწყობილობა დაცული არ არის მტვერის შეღწევისაგან; 1 – მოწყობილობა დაცულია მტვერისაგან და 50 მმ-დან ზემოთ ზომის მცირე ნაწილაკებისაგან; 2 – მტვერისა და 12 მმ ზემოთ ნაწილაკებისაგან; 3 – მტვერისა და 2,5 მმ ზომის ნაწილაკებისაგან; 4 – მტვერისა და 1 მმ ზომის ნაწილაკებისაგან; 5 – მტვერისაგან; 6 – აბსოლუტურად დაცულია მტვერისაგან.

მეორე ციფრი აღნიშნავს ხელსაწყოს დაცულობას ნესტის ზემოქმედებისაგან. ეს რიცხვი მდებარეობს 0–8 დიაპაზონში: 0 – დაცვა არ არის; 1 – დაცულია წვეთების ვერტიკალური დაცმისაგან; 2 – წვეთების 15<sup>0</sup>-ით დაცემისაგან; 3 – წვეთების 60<sup>0</sup>-ით დაცემისაგან; 4 – შხეფებისაგან; 5 – წყლის ჭავლისაგან; 6 – მძლავრი წყლის ჭავლისაგან; 7 – წყალში ხანმოკლე ჩაშვებისას; 8 – წყალში ხანგრძლივი ჩაშვებისას. რაც უფრო მეტია მეორე ციფრი, მით მეტადაა დაცული ნაკეთობა. ჩვეულებრივი საცხოვრებელი შენობისათვის ვარგისია 1P20 დაცვის ხარისხის მქონე როზეტი; აბაზანისათვის – 1P44; ქუჩისათვის – 1P65 და ზემოთ.

ნებისმიერ შემთხვევაში, უსაფრთხოების წესების თანამედროვე მოთხოვნებით საჭიროა, შევიძინოთ ჩამიწების მქონე მოწყობილობები. ასეთ რობოტებს ჩვეულებრივისაგან განსხვავებით გააჩნიათ დამატებითი მესამე კონტაქტი – მიწა.

**დაიმახსოვრეთ!** საშტეტესელო რობოტების დაყენების დროს მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ოთახის დაგეგმარება და ელექტროხელსაწყოების შესაძლო რაოდენობა. უმჯობესია დაყენებული იქნეს რობოტების მეტი რაოდენობა, მათ შორის ორმაგი, სამმაგი და ოთხმაგი, რათა შემდეგ არ მოგვიხდეს დამაგრებლებებისა და სამკაპების გამოყენება.

საშტეტესელო რობოტების დაყენების ყველაზე ოპტიმალური სიმაღლეა იატაკიდან 30 სმ, ხოლო საწერი მაგიდისა და მის მსგავსი ნივთებისათვის – 1 მ სიმაღლეზე, ხოლო ამომრთველების დაყენების სიმაღლე აირჩევა ორი ტრადიციული შეხედულებიდან ერთერთის გამოყენებით: 1) დაახლოებით თვალის სიმაღლეზე (იატაკიდან 1,6 -1,8 მ); 2) დაშვებული ხელის მტევნის დონეზე (იატაკიდან 70-90 სმ).

შემდეგ აირჩევენ გამანაწილებელი კოლოფის დაყენების ადგილს. კოლოფი შეიძლება დაყენდეს როგორც ოთახში, ასევე დერეფანში, გამომდინარე იქიდან თუ სად გაივლის საერთო ხაზი. რობოტებისათვის გამტარები განლაგდება უშუალოდ მათი განლაგების სიმაღლეზე, იატაკის პარალელურად. სანათებისა და ამომრთველების განშტოებები ჩაიწყობა ვერტიკალურად. სხვაგვარად, კედელზე რაიმე საგნის ჩამოკიდების შემთხვევაში ლურსმნებისა და დიუბელების ჩაჭედების დროს შეიძლება მოხდეს მოკლედ ჩართვა. განშტოებების ყველა შეერთება სრულდება მხოლოდ ამომრთველებისა და სანათების ან რობოტების გამანაწილებელ კოლოფებში.

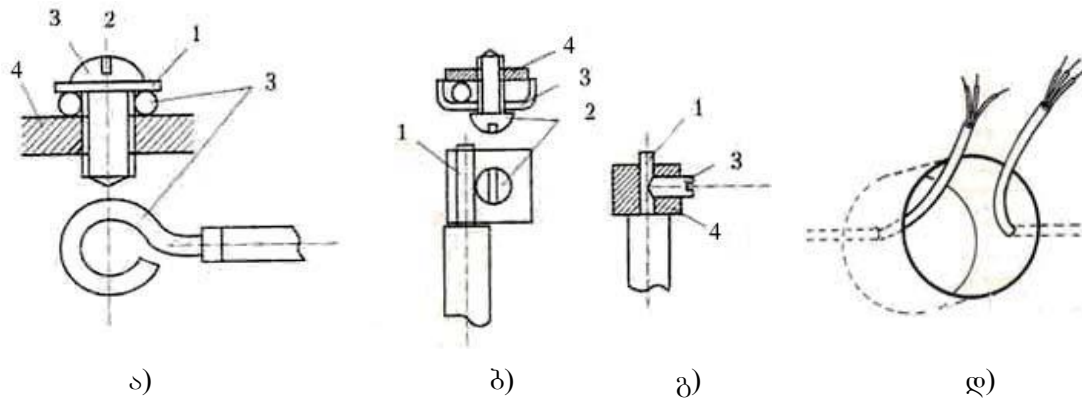
**დაიმახსოვრეთ!** თუ ოთახში ვათვალისწინებულია კომპიუტერების ჩართვა, მაშინ მათი კეებისათვის ელექტროფარიდან გაყვანილი უნდა იქნეს დამოუკიდებელი ხაზი, თავისი ავტომატური ამომრთველით.

რობოტებისა და ამომრთველების მონტაჟის დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს გამტარების შეერთებას, რათა უზრუნველყოფილ იქნეს ელექტრული წრედის საიმედო და ხანგრძლივი კონტაქტი. ფართოდ გამოიყენება კონტაქტური მომჭერებით შეერთება. ისინი იყოფა ორ ჯგუფად: ხრახნიანად და ზამბარიანად. ხრახნიანი კონტაქტური შეერთების ძირითადი სახეები მოყვანილია ნახ.8.35-ზე. არსებობს ხრახნიანი კონტაქტური შეერთების სამი ვარიანტი:

- გამტარის ბოლოს უკეთდება მარყუჟი და დაეჭირება კლემაზე ხრახნითა და საყელურით;
- გამტარის ბოლო დაეჭირება ქანჩითა და კლემის ფირფიტით;
- გამტარის ბოლო შემვებულია კლემის ხვრელში და გვერდიდან დაეჭირება ხრახნით.

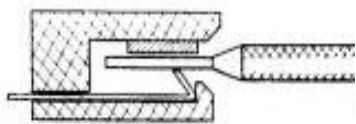
პირველი ვარიანტი იძლევა ყველაზე საიმედო გამაგრებას და აქვს კონტაქტის კარგი ფართობი, მაგრამ სამონტაჟოდ უფრო რთულია. ასეთი შეერთებები ძირით

თადად, გვხვდება პოსტსაბჭოური ქვეყნების პროდუქციაში. დანარჩენი იმპორტული წარმოების კონსტრუქციაში ეს ვარიანტი პრაქტიკულად არ გვხვდება.



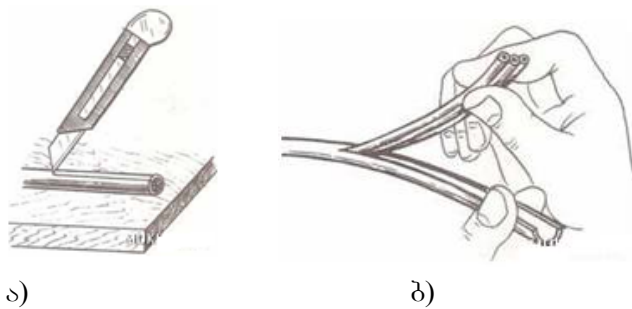
**ნახ.8.35.** როზეტებსა და ამომრთველებში გამტარების სამაგრი კლემების სახეები: ა – გამტარის დაჭერა კლემაზე ხრახნითა და საყელურით; ბ – გამტარის დაჭერა ქანჩითა და კლემის ფირფიტით; გ – გამტარის ბოლოს დაჭერა გვერდიდან ხრახნით; დ – ჩასაყენებელ კოლოფში გამოყვანილი კაბელის ბოლოები; 1 – გამტარის ბოლო; 2 – საყელური; 3 – ჭანჭიკი; 4 – დეტალი ხრახნიან-კუთხვილიანი ბუდით

მესამე ვარიანტი მონტაჟდება უფრო მარტივად, მაგრამ, ამასთანავე, ნაკლებად საიმედოა, რადგან მოჭერამ შეიძლება ვერ უზრუნველყოს გამტარის ბოლოს საიმედო დაფიქსირება (დაჭერა). ამიტომ საჭიროა გავითვალისწინოთ, რომ გამტარის დიამეტრი უნდა შეადგენდეს კლემაში არსებული ხვრელის დიამეტრის არანაკლებ სამ მეოთხედს. სხვაგვარად ხრახნი ვერ დაიჭერს გამტარს და გაივლის მის გვერდით. აღნიშნული ხელსაწყოების მონტაჟი სრულდება მანამ, სანამ მათ ჩააყენებენ კოლოფებში. ამ მიზნით ტოვებენ სამონტაჟო კოლოფების ხვრელში გატარებული კაბელების საკმაოდ დიდ სიგრძეს (ნახ.8.35.დ).



**ნახ.8.36.** ზამბარიანი მომჭერი

უნიფიცირებული დასაყენებელი ნაკეთობების უმეტესი ნაწილი გათვლილია შესარტობი ტიპის ხრახნულ შეერთებაზე, რომელთა დროსაც გამტარის ძარღვის ბოლო ყოველგვარი რგოლის გაკეთების გარეშე პირდაპირ შეიყვანება მომჭერში. ლუმიწეცენციურ სანათებში გამტარების შეერთება ნათურისა და სტარტერის მასრასთან მაღალხარისხოვანი ბრინჯაოსაგან დამზადებული ზამბარიანი მომჭერით სრულდება (ნახ.8.36).



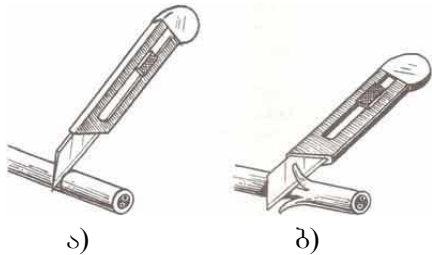
**ნახ.8.37.** კაბელის გარსის განცალკევება (ა) და კაბელის ძარღვების გათავისუფლება გარსისაგან (ბ)

პირველ რიგში, სამონტაჟო დანის ბასრი წვერით უნდა გაკეთდეს ჭრილი კაბელის გარე გარსის გასწვრივ, თან თვალყური ვადევნოთ, რათა დავაზიანოთ ძარღვების იზოლაცია (ნახ.8.37.ა). ჭრილის სიგრძე აირჩევა იმ გამტარის მიხედვით, რომელიც ჩართული იქნება ყველაზე მეტად დაშორებულ კლე-

მაზე. შემდეგ გაჭრილი ნაწილი გადავლუნოთ, გავათავისუფლოთ ძარღვები და მოვაჭრათ გარსი (ნახ.8.37.ბ).

კაბელის ძარღვების გაათავისუფლების შემდეგ, კლემების განლაგებიდან გამომდინარე, მათ მოაჭრიან საჭირო სიგრძემდე და თითოეულ ძარღვს 6–12 მმ სიგრძეზე გაასუფთაებენ იზოლაციისაგან ისე, რომ იზოლაციის კიდე ჩართვის შემდეგ რაც შეიძლება ახლოს აღმოჩნდეს კლემასთან.

ყველაზე საპასუხისმგებლო ოპერაციაა კაბელის ძარღვების (განსაკუთრებით ალუმინის) გასუფთავება (ნახ.8.38). ხშირად აკეთებენ ასე: საჭირო ადგილზე დანით შემოსაზავენ გამტარის იზოლაციის წრიულ ჭრილს (ნახ.8.38.ა) და გამოაძრობენ



ნახ.8.38. გამტარის ძარღვების ბოლოების გაწმენდა: ა – არასწორი; ბ – სწორი

საიზოლაციო მილის ბოლოს. ამ დროს გარდაუვალია ალუმინის ან სპილენძის ძარღვზე წრიული ნაკაწრი, რომელსაც როგორც წესი მონტაჟის დროს ჯერ მივყავართ ბზარის წარმოქმნამდე, ხოლო შემდეგ კლემასთან გამტარის გაწყვეტამდე. ამიტომ დანით კაბელის ძარღვის იზოლაციის გასუფთავების დროს დანა ძარღვს უნდა ეხებოდეს კუთხით (როგორც ფანქრის გათლის დროს) (ნახ.8.38.ბ).

ყველაზე უმჯობესია ვისარგებლოთ სპეციალური საწმენდი ინსტრუმენტით.

ბოლოების გასუფთავების შემდეგ მათ მიაერთებენ კლემებთან. თანამედროვე საკაბელო პროდუქციის მწარმოებლები ძარღვებისათვის გამოიყენებენ ფერად იზოლაციას. მაგალითად, სამძარღვიანი გამტარის იზოლაცია შეიძლება იყოს ლურჯი, შავი და ყვითელ-მწვანე. მიღებულია, რომ ფაზური გამტარისათვის გამოყენებულ იქნეს ლურჯი ფერის, ნულოვანისათვის – შავი და ჩამიწებისათვის – ყვითელ-მწვანე შეფერილობა. მნიშვნელოვანია, რომ მთელ სახლში, ელექტროფარიდან დაწყებული ბოლო ელექტროსელსაწყობამდე, გამტარების მარკირება იყოს ერთნაირი.

**დაიმახსოვრეთ!** თუ კაბელის ძარღვები ერთმანეთისაგან ფერით არ განსხვავდებიან, მაშინ უმჯობესია კოლოფიდან კოლოფამდე გამტარის თითოეულ გამზადებულ ნაჭერს გაუკეთდეს „გარეკვა“ და მარკირება ფერადი იზოლენტით, ან გაუკეთდეს ქლორვინილიტის მილის ნაჭერი წარწერით: ფ-ფაზა, ნ-ნული, მ-მიწა.

კაბელის „გარეკვას“ ახდენენ შემდეგნაირად: პირველად, რომელიმე ძარღვს ერთ ბოლოზე, უკეთებენ მარკირებას და ანიჭებენ მას რომელიმე ნიშანს „ფ“, „ნ“, ან „მ“ – ნებისმიერი რიგით. შემდეგ რომელიმე ამ ძარღვს, (მაგალითად, „ფ“) მიუერთებენ სასინჯის მომჭერს ან საცეცს და მეორე მომჭერით კაბელის მეორე ბოლოზე ეძებენ იმ ძარღვს, რომელთანაც შეხება გვიჩვენებს ძარღვში დენის გავლას (ამ დროს გადაიხრება ისარი, აინთება ნათურა და სხვა). ამ ძარღვს მონიშნავენ აგრეთვე „ფ“-თი. ამგვარ ოპერაციას გაიმეორებენ კიდევ ერთ გამტარზე, მაგალითად, „ნ“-ზე. ცხადია, რომ დარჩენილი ძარღვი იქნება „მ“.

კაბელის ძარღვების ბოლოებს შეაერთებენ საშტეფსელო როზეტის კლემებთან და შემდეგ ფრთხილად ჩააყენებენ კოლოფში. წინასწარვე კოლოფში ჩაალა-

გებენ გამტარების მარყუჟებს და დაამაგრებენ. კოლოფებში ჩასამაგრებლად როზეტებს გააჩნიათ გასაშლელი თათები, დაკბილული ბოლოებით; სპეციალური ხრახნების ჩახრახნის დროს თათები გაიშლება და მიეყრდნობა კოლოფის კედლებს. ხრახნების საბოლოო დაჭერამდე როზეტი კოლოფში ჩასმული უნდა იქნეს ბოლომდე, რათა სამაგრი თამასის ორი საბრჯენი დააწვეს კოლოფის ნაპირს.

ჩასაყენებელი კოლოფების თანამედროვე მოდელებს გააჩნიათ ხრახნილ-კუთხვილიანი ბუდეები, რომლითაც როზეტის მილისი მიიზიდება კოლოფთან. საშტეფსელო როზეტი უნდა დავაყენოთ იმგვარად, რომ ჩანგლის ბუდეები განლაგებული იყოს ჰორიზონტალურად.

თუ საშტეფსელო როზეტების კვების ხაზები გაყვანილია უშუალოდ როზეტების დაყენების სიმაღლეზე, მაშინ ჩასაყენებელი კოლოფები შეიძლება გამოყენებული იქნეს საკომუტაციოდ: თითოეულ კლემასთან ერთდროულად მაგრდება შემავალი და გამავალი გამტარები.

ამომრთველების მონტაჟის დროს უნდა გვახსოვდეს, რომ ფაზური გამტარი მიერთებული უნდა იქნეს მოძრავი კონტაქტის, ხოლო ნულოვანი – უძრავი კონტაქტის კლემაზე. თუ ამომრთველი ორ ან სამკლავიშიანია, მაშინ მას ყველა მოძრავი კონტაქტი გამოტანილი აქვს ერთ კლემაზე, რომელზეც ჩაირთვება ფაზური, ხოლო უძრავ კონტაქტებზე – ორი ან სამი ნულოვანი გამტარი.

**დაიმახსოვრეთ!** ამომრთველების ნულოვანი გამტარები მიიყვანება სანათებთან ან ჭაღებთან, როგორც ფაზური. ისინი ჩართულნი უნდა იქნენ ელექტრული მასრის ცენტრალურ კონტაქტთან. ნულოვანი გამტარი ჩართული უნდა იქნეს იმ კუთხვილის კონტაქტთან, რომელშიც იხრახნება ნათურის ცოკოლი.

თუ აუცილებლობა მოითხოვს, რომ ერთ წერტილში რამდენიმე როზეტის ან ამომრთველებისა და როზეტების ბლოკის დაყენებას, მაშინ მონტაჟდება სპეციალური ჩასაყენებელი კოლოფები გადამყვანებით, რომლებიც აერთიანებენ მათ ერთ ბლოკად.

ამომრთველებისა და როზეტებისათვის არსებობს აგრეთვე ჩარჩო-ხესადებები, რომლებიც აერთიანებენ ორ, სამ ან ოთხ ხელსაწყოს ერთ ვერტიკალურ ან ჰორიზონტალურ ბლოკად.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, დახურული ელექტროგაყვანილობის დროს როზეტები და ამომრთველები ყენდება მონტაჟის წინ კედლებში ჩაყენებულ კოლოფებში, რომელთა სპეციალურ ნახვრეტებში გატარებულია გამტარები. ნახ.8.39-ზე ნაჩვენებია ბეტონისა და თაბაშირმუყაოს კედლებში ჩამაგრებული კოლოფები.



ა)



ბ)

ნახ.8.39. ბეტონისა (ა) და თაბაშირმუყაოს (ბ) კედლებში ჩამაგრებული კოლოფები

**დაიმახსოვრეთ!** როზეტებისა და ამომრთველების მონტაჟის დაწყების წინ უნდა დავრწმუნდეთ, რომ გამტარებში არ არის დენი.

შევამოწმოთ კაბელში ძაბვის არ არსებობა ძაბვის ინდიკატორით. თუ ინდიკატორზე თითის დაჭერით იგი არ აინთო, მაშინ კაბელში ძაბვა არ არის (ნახ.8.40.ა); თუ ინდიკატორი აინთო, მაშინ კაბელში ძაბვაა (ნახ.8.40.ბ). უნდა შემოწმდეს სამივე სადენი. კოლოფების მონტაჟისას გამტარების სიგრძე ჩვეულებრივ მარაგითაა დატოვებული. ამიტომ მოვაჭრით მას ზედმეტ სიგრძესდა დავტოვებთ დაახლოებით 10 სმ-ს, რადგან გრძელი გამტარის შემთხვევაში ძნელი იქნება როზეტის ჩაყენება კოლოფში (ნახ.8.40.გ).



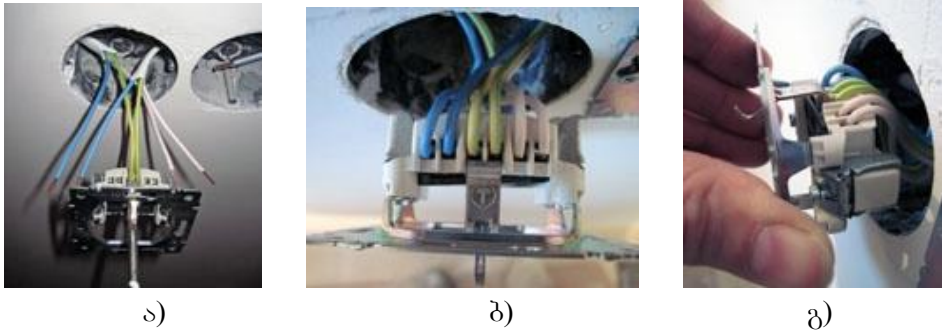
ა) ბ) გ)  
ნახ.8.40. ძაბვის შემოწმება (ა, ბ) და გამტარის მოჭრა (გ)

დანით ან სპეციალური მოწყობილობით გავასუფთავოთ გამტარების ბოლოები იზოლაციისაგან დაახლოებით 8–10 მმ სიგრძეზე (ნახ.8.41. ა). ჩვენს ბლოკში, რომელიც შედგება სამი როზეტისაგან, არის მხოლოდ შემავალი და გამომავალი გამტარები. ამიტომ საჭიროა სამივე როზეტის კომუტაციისათვის მოვამზადოთ შემაერთებელი გამტარები სიგრძით 15–18 სმ (ნახ.8.41.ბ). გავატარებთ აღნიშნულ გამტარებს კოლოფებს შორის არსებულ სპეციალურ ხვრელებში. თითოეულ კოლოფში გვექნება სამი ძარღვისაგან შემდგარი ორ-ორი გამტარი (ნახ.8.41.გ).



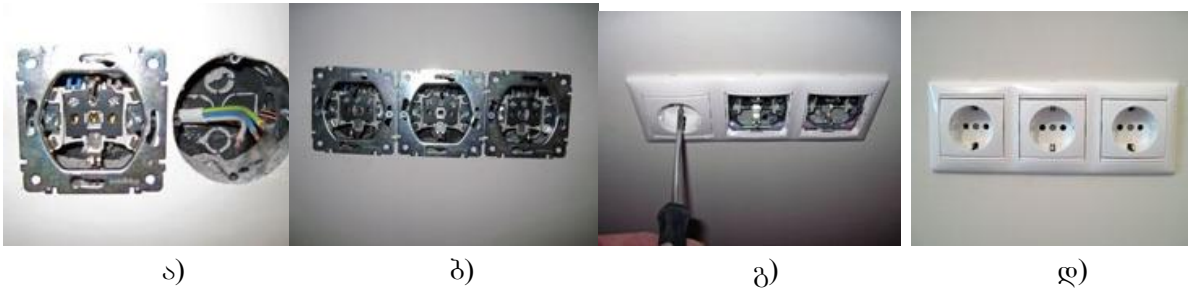
ა) ბ) გ)  
ნახ.8.41. გამტარის ბოლოების გასუფთავება (ა), შემაერთებელი გამტარების მომზადება (ბ) და ხვრელებში გატარებული გამტარები (გ)

ამის შემდეგ როზეტის კონტაქტებთან წყვილწყვილად შევაერთებთ გამტარებს. ჩამიწების გამტარი (ჩვეულებრივ ყვითელ-მწვანე ფერის) უერთდება ცენტრალურ კონტაქტს (ნახ.8.42.ა). დანარჩენი გამტარები წყვილწყვილად უერთდება დარჩენილ კონტაქტებს. მთავარია არ ავუროთ ფერები (ნახ.8.42.ბ). ვანაწილებთ გამტარებს კოლოფში იმგვარად, რომ ადვილად ჩაეწყონ და არ მოხვდნენ როზეტის გვერდითი, ზამბარიანი ფიქსატორების ქვეშ (ნახ.8.42.გ).



ნახ.8.42. ჩამიწების გამტარის (ა) და დანარჩენი გამტარების (ბ) წყვილწყვილად მიერთება როზეტის კონტაქტებთან; როზეტის ჩასმა კოლოფში (გ)

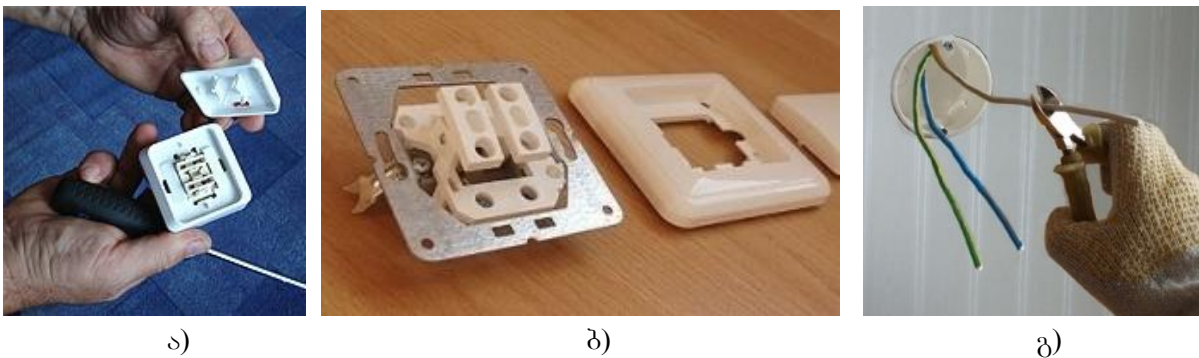
მჭიდროდ მივატყუპოთ როზეტი კოლოფს (ნახ.8.43.ა) და დაუჭიროთ ზამბარიანი ფიქსატორების ხრახნები. დანარჩენი როზეტების დაყენდება ანალოგიურადაა (ნახ.8.43.ბ) შესაძლებელი. რიგ შემთხვევაში შეიძლება საჭირო გახდეს როზეტების კოლოფებთან მიმაგრება. ამისათვის კი გათვალისწინებულია სპეციალური ხვრელები. ბოლოს ყენდება დეკორატიული ჩარჩოები. თუ როზეტი სწორად არის დაყენებული, მაშინ ჩარჩო ადვილად ჩაიდგმება და მჭიდროდ მიეკვრება კედელს. წინააღმდეგ შემთხვევაში ზამბარიანი ფიქსატორების რეგულირებით უნდა მივაღწიოთ როზეტების სწორ განლაგებას. (ნახ.8.43.გ). სამი როზეტისაგან შედგენილი ბლოკი მზად არის (ნახ.8.43.დ).



ნახ.8.43. როზეტების ჩაყენება და საბოლოო მონტაჟი

**დაიმახსოვრეთ!** როზეტების მონტაჟის ანალოგიურად ამომრთველების მონტაჟიც იწყება გამტარებში ძაბვის არსებობის შემოწმებით (ნახ.8.44.ა,ბ).

ყურადღებით დაეშალოთ ახალი ამომრთველი და შევამოწმოთ მისი კონტაქტებისა და სამაგრების მდგომარეობა. ამომრთველის სამონტაჟო კოლოფიდან გამოძვალვი გამტარები გადაუჭრათ არაუმეტეს 10 სმ სიგრძეზე (ნახ.8.44.გ).



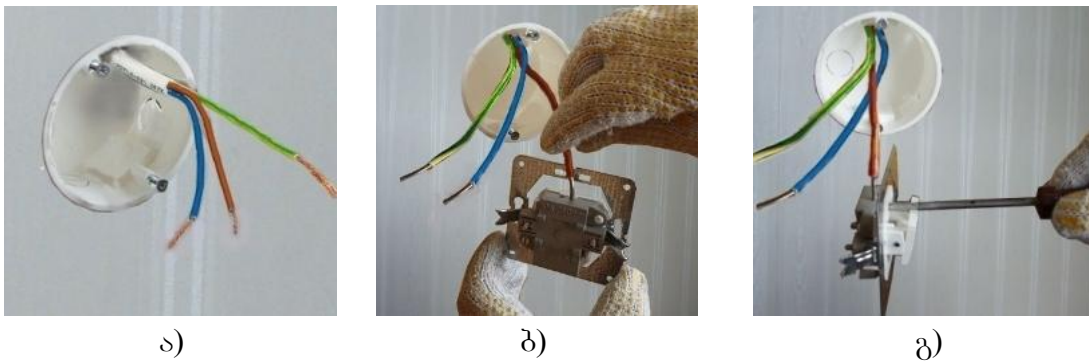
ნახ.8.44. ამომრთველის დაშლა და გამტარის მოჭრა



გამტარების ბოლოები გავასუფთავოთ იზოლაციისაგან 11 მმ სიგრძეზე (ნახ.8.45.ა). დავადგინოთ, რომელი გამტარია ფაზისა, ნულოვანი და ჩამიწების. თანამედროვე კაბელებში ნულოვანი გამტარი ყოველთვის ლურჯი ფერისაა, ფაზისა – ყავისფერი ან შავი, ხოლო ჩამიწების – მწვანე-ყვითელი ფერის. მოძველებულ ელექტროგაყვანილობებში ფაზური გამტარის დადგენა ხდება ინდიკატორით, წინასწარ ჩართული ძაბვის ფონზე. ფაზური გამტარს ჭანჭიკით (ამ შემთხვევაში ყავისფერს) ვუერთებთ ამომრთველის შესაბამის მომჭერს (ნახ.8.45.ბ).

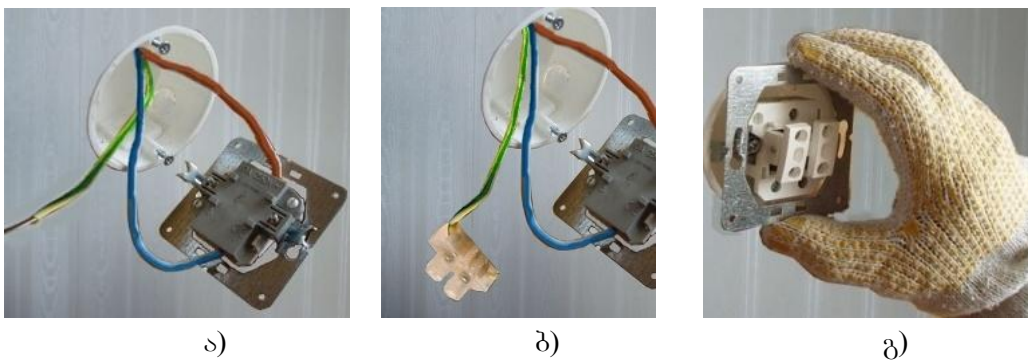
**დაიმახსოვრეთ!** ამომრთველზე ფაზური მომჭერი აღინიშნება L-ით ან გარეთ მიმართული ისრით, ხოლო ნულოვანი მომჭერი N-ით ან შიგნით მიმართული ისრით.

ჩადებული ფაზური გამტარი დავუჭიროთ სახრახნისით (ნახ.8.45.გ).



ნახ.8.45. ფაზური გამტარის მიერთება ამომრთველთან

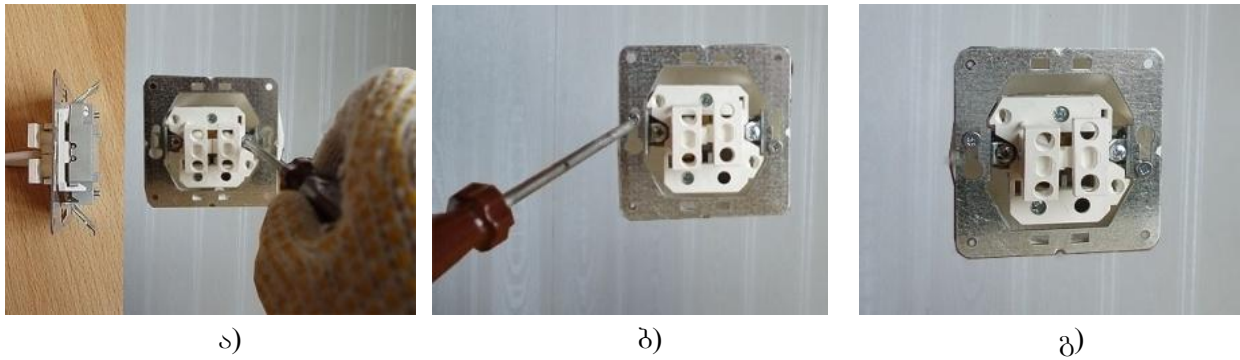
იმავე პრინციპით მეორე მომჭერს მიუერთოთ ნულოვანი ( ლურჯი) გამტარი (ნახ.8.46.ა). ჩვეულებრივ ამომრთველს ჩამიწების გამტარი არ უერთდება. ამიტომ ის იზოლირებულია ცალკე პლასტიკური მომჭერით ან საიზოლაციო ლენტით (ნახ.8.46.ბ). ამომრთველი გამტარებთან ერთად იდგმება კოლოფში (ნახ.8.46.გ).



ნახ.8.46. ნულოვანი გამტარის მიერთება ამომრთველთან (ა), ჩამიწების გამტარის იზოლირება (ბ) და ამომრთველის ჩაყენება კოლოფში (გ)

თანამედროვე ხელსაწყოებს აქვთ 2 ხრახნიანი კაუჭი, რომელზედაც დაჭერით ისინი გაიშლებიან და დაფიქსირდებიან კოლოფის შიგა კედლებზე (ნახ.8.47.ა). ზოგიერთი მოდელის ხელსაწყო შეიძლება კოლოფში ჩამაგრდეს მეტალის ფირ-

ფიტაზე არსებული ხვრელების საშუალებით (ნახ.8.47.ბ). ამომრთველი ჩამაგრებულია (ნახ.8.47.გ).



ნახ.8.47. ამომრთველის ჩამაგრება კოლოფში

მივამაგროთ ამომრთველის ჩარჩო (ნახ.8.48.ა). მივამაგროთ ამომრთველის ჩართვა-ამორთვის კლავიში (ნახ.8.48.ბ) და ამომრთველი დაყენებულია (ნახ.8.48.გ).



ნახ.8.48. ამომრთველის ჩარჩოსა და კლავიშის დაყენება

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რას ახასიათებს ნომინალური დენი?
2. რა სიმაღლეზეა ყველაზე ოპტიმალური საშტეფსელო როზეტის დაყენება?
3. როგორ უნდა გასუფთავდეს იზოლაციისაგან გამტარის ბოლო?
4. ამომრთველის რომელ კონტაქტზე უნდა იქნეს მიყვანილი ფაზური გამტარი?
5. რა უნდა გავაკეთოთ პირველ რიგში როზეტების მონტაჟის დაწყების წინ?

**8.15. სანათები და მათი მონტაჟის ტექნოლოგია**

მოწყობილობებს, რომელთა დანიშნულება სხვადასხვა ტერიტორიებისა და ობიექტების ხელოვნური განათებაა, განათების ელექტროდანადგარები ეწოდებათ.

განათების ელექტროდანადგარებია: სინათლის წყაროები (ნათურები), განათების არმატურები, გამშვები მარეგულირებელი მოწყობილობები, დაცვისა დამართვის აპარატით აღჭურვილი, სამაგრი და დამცავი კონსტრუქციის მქონე ელექტროგაყვანილობები და გამანაწილებელი მოწყობილობები.

*დაიმახსოვრეთ! ახლო მოქმედების განათების ხელსაწყოებს ეწოდებათ სანათები, ხოლო შორისას – პროექტორები.*

გარემო პირობებიდან გამომდინარე, მათი შესაძლო გამოყენება განისაზღვრება მათივე კონსტრუქციით, რომელიც შედგება შემდეგი ჯგუფებისაგან: ღია დაუცველი, მტვერისგან ნაწილობრივ დაცული, მტვერისგან მთლიანად დაცული, ნაწილობრივ და სრულად მტვერშეუღწევადი, შხევისგან დაცული, მაღალი საიმედოობის ფეთქებადუსაფრთხო, ფეთქებადშეუღწევადი.

სინათლის განაწილების მიხედვით სანათები იყოფა შემდეგ კლასებად: პირდაპირი, უპირატესად პირდაპირი, გაბნეული, უპირატესად არეკლილი და არეკლილი სინათლის.

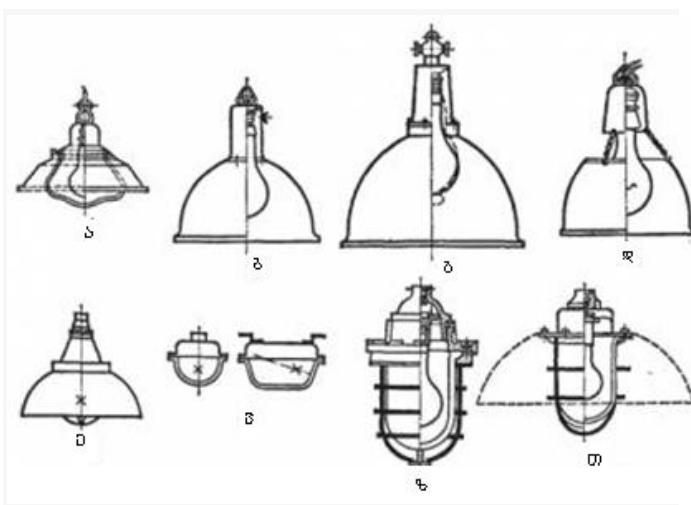
დაყენების ხერხის მიხედვით სანათები იყოფიან შემდეგ ჯგუფებად: ჭერის, ჭერში ჩაშენებული, ჩამოსაკიდი, კედლისა და იატაკის (ტორშერი).

განასხვავებენ განათების სამ სისტემას: საერთოს, ადგილობრივსა და კომბინირებულს. საერთო განათება გამოიყენება კონკრეტული შენობის მთლიანად გასანათებლად; ადგილობრივი – დასამუშავებელი საგნების ან სამუშაო ინსტრუმენტების გასანათებლად; კომბინირებული განათება კი საერთო და ადგილობრივი განათების ერთობლიობაა.

ელექტროდანადგარების მოწყობის წესების თანახმად ნათურების განათებისათვის დაშვებულია 220 ვ ძაბვა. 380/220 ვ ძაბვის ქსელში ნათურები ირთვება ფაზურ და ნულოვან გამტარებს შორის. ადგილობრივი განათებისათვის და მომატებული საფრთხის მქონე შენობებში ძაბვა ნათურებზე არ უნდა იყოს 36 ვ-ზე მეტი, ხოლო განსაკუთრებით საშიშ ადგილებში – არაუმეტეს 12 ვ-ისა.

**დაიმახსოვრეთ!** განათების სისტემების გარდა, განასხვავებენ მუშა და ავარიულ განათებებს. მუშა განათების დანიშნულებაა უზრუნველყოს ადამიანთა ნორმალური მუშაობის პირობები, ხოლო ავარიულისა – მუშა ძაბვის გამორთვის დროს უზრუნველყოს სამუშაოს დროებითი გაგრძელება ან ადამიანთა უსაფრთხო ევაკუაცია.

ნახ.8.49-ზე წარმოდგენილია სხვადასხვა სახის სანათები.



ნახ.8.49. სხვადასხვა ტიპის სანათები

ა – სანათი „უნივერსალი“; ბ – ღრმად გამომსხივებელი ემალირებული; გ – ღრმად გამომსხივებელი სარკიანი; დ – ფართოდ გამომსხივებელი; ე და ვ – მტვერშეუღწევადი; ზ – ფეთქებადდაცული; თ – ფეთქების წინააღმდეგ მაღალი საიმედოობისა.

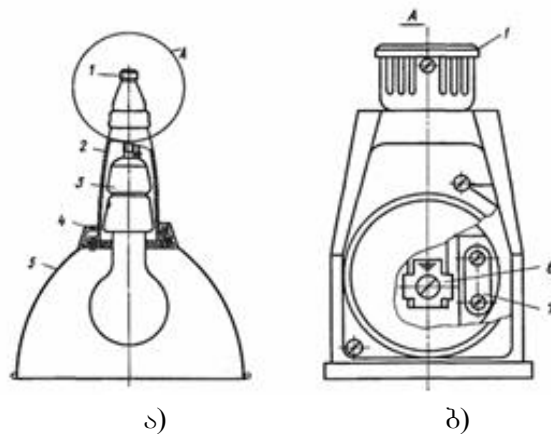
ნახ.8.49-ზე მოცემული სანათები გამოშვებულია სხვადასხვა სიმძლავრის ნათურებისათვის. მაგალითად, „უნივერსალი“, რომელიც გამოშვებულია 200 და 500 ვტ სიმძლავრის ნათურებისათვის.

ისინი ძირითადად გამოიყენებიან ნორმალურ სამრეწველო შენობებში. დაბალ სიმაღლეებზე მათ მათ გამოიყენებენ ნახევრად მქრქალი

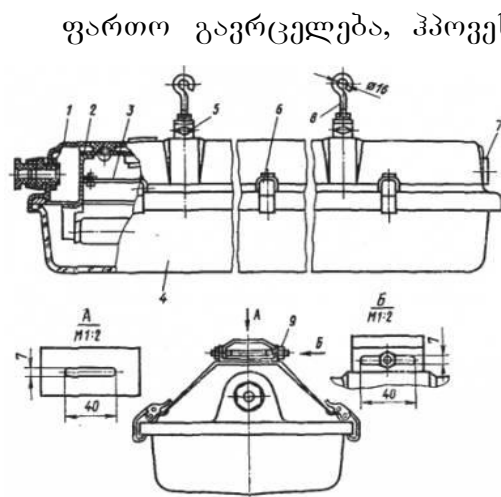
დამაჩრდილებელით; ნესტიან ან აქტიური გარემოს მქონე შენობებში – სანათებს თბომდეგი რეზინის შემამჭიდროებელი რგოლით.

ემალირებული ღრმად გამომსხივებელი (ნახ.8.49.ბ) გამოშვებულია 500 და 100 ვტ სიმძლავრის ნათურებისათვის. მას იყენებენ მაღალ სიმაღლეზე ყველა ნორმალურ საწარმოში. საშუალო კონცენტრაციის სინათლის ნაკადის მქონე ღრმად გამომსხივებლები გამოშვებულია 500, 1000 და 1500 ვტ სიმძლავრეზე. სანათის კორპუსი დამზადებულია ალუმინისაგან, რომელსაც აქვს სარკესთან მიახლოებული ამრეკლი. გამოიყენება ნორმალურ, ნესტიან და ქიმიურად აქტიურ შენობებში.

**დაიმახსოვრეთ!** თითოეული სანათის ძირითად ნაწილებია: კორპუსი, ამრეკლი, საბნეველა, დამაგრების კვანძი, კონტაქტური შეერთება და ნათურის დასამაგრებელი მასრა (ნახ.8.50).



ნახ.8.50. УПД – ტიპის სანათის საერთო სახე (ა) და შემყვანი კვანძი (ბ); 1 – ჩამოსაკიდი ქანჩი; 2 – კორპუსი, 3 – ფაიფურის მასრა, 4 – საკეტი; 5 – ამრეკლი; 6 – ჩამიწების კონტაქტი; 7 – მომჭერების კალაპოტი



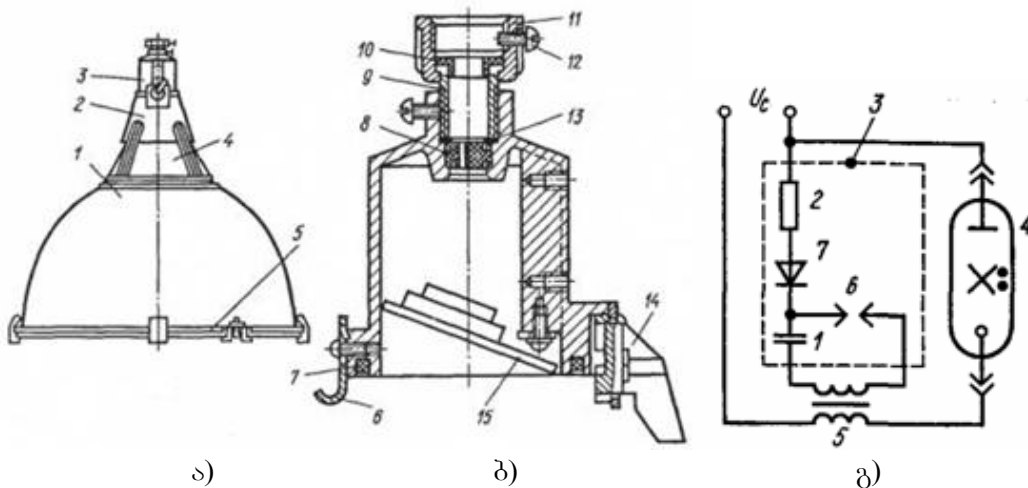
ნახ.8.51. ПВЛП – ტიპის ნათურებიანი ლუმინესცენციური სანათი

რომელზეც დამაგრებულია ელექტრული სქემა, ამრეკლისაგან 3, საბნეველასაგან 4 და სამაგრი კვანძისაგან 5. სანათის დასაშლელად აღებენ საკეტს 6 და გაანთავისუფლებენ საბნეველას. სანათს გააჩნია ჩობალიანი („საღნიკი“) შემყვანი 7, რომელიც კონტაქტურ შეერთებასა და ნათურებს იცავს როგორც მტვრის, ასევე

ტენისაგან. კაკების 9 დახმარებით სანათს აყენებენ ჭერზე ან ჩამოკიდებენ შტანგაზე 8.

PCII-12 ტიპის სანათი ДРЛ ტიპის ნათურებით (ნახ.8.52) შედგება ამრეკლის 1, კორპუსის 2, საკიდი კვანძის 3 და საბნეველასაგან 4. სანათის ქვედა მხარე დახურულია დამცავი მინით 5. კვანძი 3 დამაგრებულია კორპუსთან 2 კაკების 6, ღერძის 7 და მომჭერის 14 დახმარებით, რომლებიც უზრუნველყოფენ მონტაჟისა და ექსპლუატაციის დროს კორპუსის ადვილად მოხსნას. კონტაქტური შეერთებები, რომლებიც განლაგებულია თერმოსაიზოლაციო საფენზე 15, საშუალებას იძლევა შევართოთ 4 მმ<sup>2</sup>-მდე კვეთის ალუმინისა და სპილენძის გამტარები. მასრის მტკიცედ დამაგრება გამორიცხავს ნათურის შეცვლის დროს მის დატრიალებას.

სანათის ქსელთან შესაერთებლად საჭიროა კორპუსისაგან 2 მოიხსნას ამრეკლი 1, რისთვისაც მომჭერი 14 სახელური უნდა მოვაბრუნოთ საათის ისრის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით და მოვხსნათ ღერძიდან 7. გავატაროთ გამტარი შემამჭიდროებელი 8, საყელურს 13, მილისის 9 და საფენის 10 გავლით. გამტარის გატარების შემდეგ ამ დეტალებს აწყობენ უკუთანმიმდევრობით. სანათს აყენებენ მილზე, მოუჭერენ ქანჩითა 11 და ხრახნით 12.



ნახ.8.52. PCII-12 ტიპის სანათი ДРЛ ტიპის ნათურებით: ა – საერთო სახე; ბ – შემყვანი კვანძი; გ – ДРЛ ტიპის ნათურის ჩართვის სქემა

ნახ.8.52.გ-ზე ნაჩვენებია ДРЛ ტიპის ნათურის ქსელში ჩართვის სქემა. ნათურა 4 ქსელში ირთება დროსელის 5, გამშვი მარეგულირებელი მოწყობილობის 3 გავლით. თავის მხრივ გამშვი მარეგულირებელი მოწყობილობა შედგება: რეზისტორის 2, გამმართველი მოწყობილობის 7, განმმუხტველი 6 და დაბრკოლების დამწვევი კონდენსატორისაგან 1.

**დაიმახსოვრეთ!** ყველა შენობაში სანათები უნდა განლაგდეს ფანჯრის პარალელურად. სანათები რიგში და სიმაღლეზე უნდა გასწორდეს იმგვარად, რომ ცდომილება არ იყოს თვალში საცემი. განათების მართვა უნდა განხორციელდეს ამომმრთველების საშუალებით. თითოეული ამომმრთველი განკუთვნილი უნდა იყოს სანათების ცალკეული რიგების ჩართვა – ამორთვისათვის.

ნახ.8.53-ზე ნაჩვენებია არმსტრონგის ტიპისა და წერტილოვანი სანათების განლაგება შენობის ჭერზე.



ა)



ბ)

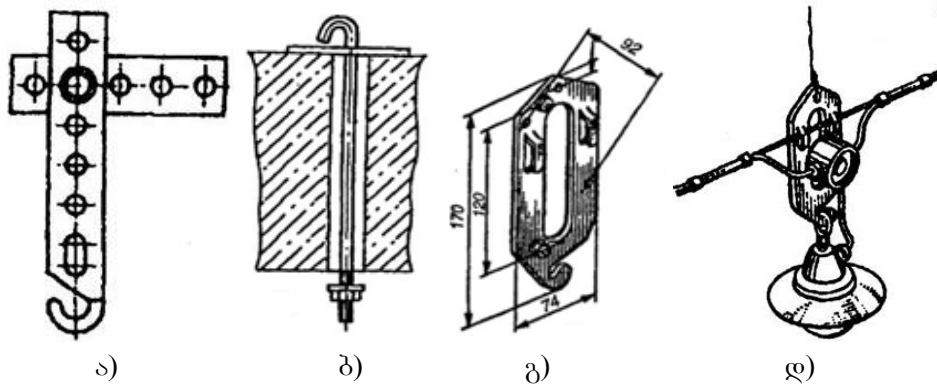
ნახ.8.53. არმსტრონგის ტიპის (ა) და წერტილოვანი (ბ) სანათების განლაგება შენობის ჭერზე

**დაიმახსოვრეთ!** მონტაჟის დაწყების წინ სანათები ექვემდებარება შემოწმებას. განსაზღვრული და მარკირებული უნდა იქნეს ფაზური და ნულოვანი გამტარები, ახდენენსანათების დამუხტვას ანუ გამტარების შეერთებას, კრებენ ლუმინესცენციური სანათების ბლოკებს.

სანათების მონტაჟის ოპერაციები შედგება: სამაგრი და კონსტრუქციის დეტალების დაყენების, სანათების ჩამოკიდებისა და დამაგრების, ელექტრო და ჩამიწების ქსელებთან მიერთებისაგან. ვარვარებისა და ДРЛ ტიპის ნათურების სანათების კონსტრუქციები ფორმით ერთნაირია, მაგრამ ამ უკანასკნელთ გააჩნიათ უფრო რთული კონსტრუქცია, დიდი მასა და გამშვებ-მარეგულირებელი აპარატურა. სანათების კორპუსები აღჭურვილია გამტარის შემყვანი მოწყობილობის ბლოკით და სხვადასხვა საკიდებით. თანამედროვე სანათებს გააჩნიათ შტეფსელური შეერთებები ან მომჭერები ელექტროქსელთან სტაციონარულად მისაერთებლად. მიერთებისათვის ჭერისა და კედლის ნათურის მასრები ყენდება ხის როზეტებზე და მაგრდება შურუპებით.

სანათები, მათი საბნეველები და დამცავი ბადეები მტკიცედ უნდა იქნენ დამაგრებულნი. კაკვები და სხვა სამარჯვები 100 კგ-მდე მასის ჩამოსაკიდი სანათებისათვის 10 წთ-ის განმავლობაში გამოცდილი უნდა იქნეს ხუთმაგი მასით, ხოლო 100 კგ ზევით ორმაგ მასას პლუს 80 კგ. სანათების დუბელებით დამაგრების შემთხვევაში, რომლებიც ჩატედილია სამონტაჟო პისტოლეტით, ჩამოკიდების თითოეული წერტილი გამოცდილი უნდა იქნეს სანათის სამმაგ მასას პლუს 80 კგ. თუ სანათის მასა არ აღემატება 10 კგ-ს მაშინ მას ჩამოკიდებენ კაკვზე რგოლების ან სამაგრი ჩანგლების ბლოკის დახმარებით. ჩამოკიდების ბლოკი აღჭურვილი უნდა იქნეს იზოლირებული რგოლით. თუ სანათი ყენდება ხრახნიან სარჭზე, მაშინ მას ამაგრებენ ფუძეზე. ხრახნისა და რგოლის მქონე სანათებს აყენებენ კედლებზე, სვეტებსა და ფერმებზე კრონშტეიების დახმარებით, რომლებიც თავის მხრივ დამაგრებულნი არიან დიუბელებით ან შედუღებულია მეტალის ან რკინა ბეტონის ფერმებთან. სანათების სამონტაჟო პროფილებზე დაყენებისას, მათ ამაგრებენ ორი ხრახნით.

ნახ.8.54-ზე ნაჩვენებია სანათების დაყენების კონსტრუქციული ელემენტები.



ნახ.8.54. სანათების დაყენების კონსტრუქციული ელემენტები: ა - კაკვი; ბ - საჩუცი; გ - საკიდი; დ - სანათის ჩამოკიდება

გვარლზე დამაგრების დროს სანათები ყენდება გვარლის საკიდებზე, კაკვზე გარსაკრით, რომელიც მიღულებულია მეტალის ფირფიტასთან განმაშტოებელ კოლოფთან ერთად. ფირფიტის მოღუნული მხარეები შემოჭერილია გვარლის გარშემო.

სანათებთან შეერთებულია 0,5–1,5 მმ<sup>2</sup> კვეთის სპილენძის გამტარები. გამტარები გატარებულია შტანგების, კრონშტეინების, საკიდებისა და დგარების გავლით; მათ შიგნით გამტარების შეერთება აკრძალულია. ვარვარებისა და ДРЛ ტიპის ნათურების ელექტროქსელში ჩართულია შემაჯალი ბლოკის, ორპოლუსა შტეფსელის ან მომჭერების კალაპოტებით.

**დაიმახსოვრეთ!** სანათების მეტალის კორპუსები ჩამიწებულია ელექტროგაყვანილობის ნულოვანი გამტარიდან გამოყვანილი ცალკე განშტოებით, რომლის ბოლოები მიერთებულია სანათის კორპუსების ჩამამიწებელ ხრახნებთან.

ჩაშენებული სანათების დაყენების დროს საჭირო ხდება ზღუდარების გამოყენებით სანათების ერთმანეთთან შეერთება. ვარვარების ნათურების გამოყენების შემთხვევაში, იმასთან დაკავშირებით, რომ ნათურა ცხელდება და სითბოს ნაწილს მასრის გავლით გადასცემს კვების გამტარებს, ბუნებრივია, რომ დროთა განმავლობაში გამტარის იზოლაცია კარგავს თავის პირველსაწყის თვისებებს (ხმება და იწვება). ამიტომ მასრის შემაერთებელი გამტარები უნდა იყოს თბომედეგი იზოლაციისა.

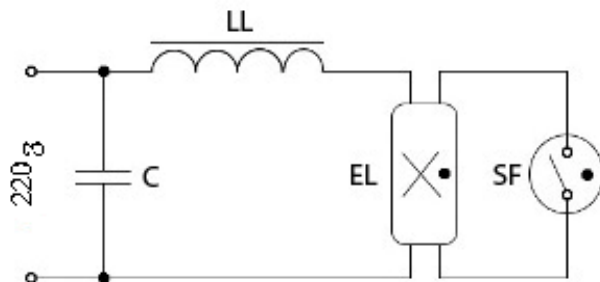
ლუმინესცენციურ ნათურებიან სანათებს აქვთ მნიშვნელოვანი სიგრძე და შედარებით მცირე სიმძლავრე, ამიტომ მათ აყენებენ უწყვეტად ან მცირედ წყვეტად მანათობელ ხაზებად. ცალმაგი ლუმინესცენციური სანათები კედლებსა და კოლონებზე ყენდება კრონშტეინების დახმარებით. როგორც ცალმაგი, ასევე სანათების ჯგუფის დასაყენებლად გამოიყენება მილის, კუთხოვანებისა და პროფილების საკიდები, შტანგები, ტიპიური მოღუნული პერფორირებული პროფილები, რომლებიც აადვილებენ მონტაჟს, რადგან ამ შემთხვევაში მცირდება დამმაგრი საკიდების რიცხვი და უზრუნველყოფილია მანათობელი ხაზების სისწორე და დაუშლელად სანათის დაუშლელად მოხსნა და დაყენება. ლუმინესცენციური სანათების უფრო დაყენების სრულყოფილ ხერხს წარმოადგენს მათი ჩამოკიდება მაგი-

სტრალურ გამანათებელ ხოკერებზე, სადაც მუშა და ავარიული განათების გამტარები ჩაწყობილია ხოკერის სხვადასხვა ნაკვეთურში. სანათები ჩამოიკიდება სპეციალურ სამაგრებზე, რომელიც მიეწოდება ხოკერის კომპლექტთან ერთად და დამაგრებულია მის ქვედა ნაწილში. სამაგრი შესაძლებელია გადაადგილდეს ხოკერის გასწვრივ, რაც საშუალებას მოგვცემს სანათის ნებისმიერ ადგილზე ჩამოკიდებისა. სანათით დაუფარავი ხოკერის ხერელი იფარება სახურავით. მკვებაე მაგისტრალიდან გამტარების განშტოებას (სანათებთან) აკეთებენ ხოკერის შიგნით, მაგისტრალის გაუჭრელად, მცირეგაბარიტიანი მომჭერებით. გამტარების შეყვანა ხდება კიდურა ტორსიდან სახშობის გავლით ან ხოკერის ქვემოდან. ხოკერის ცალკეული სექცია (თითოეული 2 მ სიგრძის), კაკვებისა და ხრახნების დახმარებით, შეიძლება შეერთდეს განუსაზღვრელი სიგრძის უწყვეტ ხაზებად. ხოკერის კომპლექტს თან მოჰყვება ტიპური დეტალები მათი დაყენებისათვის (ჩამოსაკიდი გვარლები, კაკვები, კრონშტეინები), რომელთა დახმარებითაც ისინი მაგრდებიან და ჩამოიკიდებიან გადახურვებზე, კოჭებზე, სვეტებზე, კედლებსა და ფერმებზე. ხოკერებში სანათების სამგრებს გადაბმული რგოლების სახით აქვთ ჯაჭვები ან საკიდები, რომლებიც საშუალებას იძლევიან ჩამოუშვათ სანათები მომსახურებისას, ნათურების შესაცვლელად ან რემონტის დროს. ჩამიწება ხორციელდება ჩამამიწებელი გამტარის ხოკერის შიგნით მიდუღებულ მომჭერთან მიერთებით.

უკანასკნელ ხანებში გამოშვებული ლუმინესცენციური სანათების კონსტრუქცია იძლევა ჭერზე ან კედელზე დიუბელებით ან შურუპებით პირდაპირი დამაგრების საშუალებას.

შეკიდული ჭერის ლუმინესცენციური ნათურების მონტაჟი ხორციელდება მარტივად. შეკიდული ჭერის კარკასის კვადრატული უჯრედები გამოიყენება სანათების ჩასაყენებლად, რადგან ფილასა და სანათს ერთნაირი ზომები გააჩნიათ. ფილას კიდებსა და კარკასს შორის უნდა იყოს ღრეხო არანაკლებ 5–7 მმ. იმ შემთხვევაში, თუ ღრეხო დიდია, მაშინ ფილა შეიძლება ჩამოვარდეს და საფრთხე შეუქმნას ადამიანის ჯანმრთელობას. თუ ღრეხო 5 მმ-ზე ნაკლებია, მაშინ იგი აძნელებს ფილის დემონტაჟის სამუშაოებს, რომლებიც საჭირო ხდება სანათების შეცვლის შემთხვევაში.

**დაიმახსოვრეთ!** ლუმინესცენციური ნათურების ჩართვისათვის გამოიყენება სპეციალური გამშვებ-მარეგულირებელი აპარატურის ორი სახე: ელექტრონული (ელექტრონული ბალასტი) და ელექტრომაგნიტური (სტარტერთა და დროსელით).



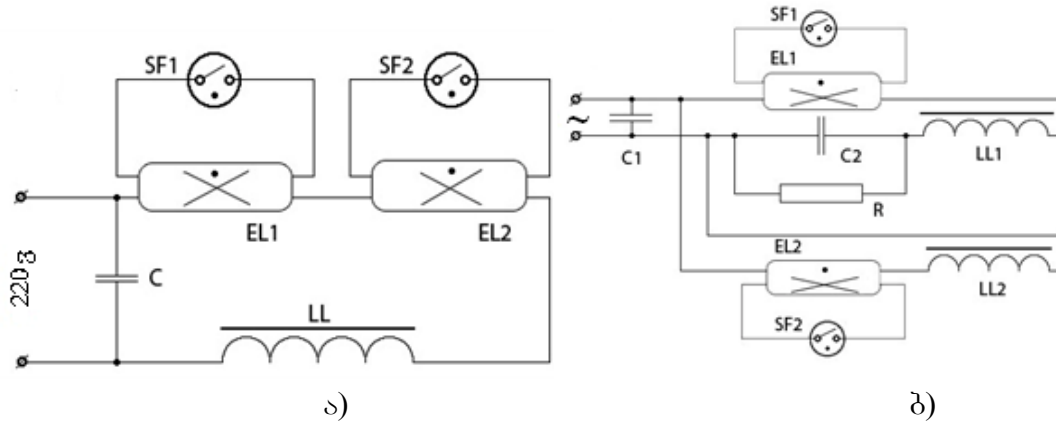
ნახ.8.55. ერთი ლუმინესცენციური ნათურის ჩართვის სქემა: C – საკომპენსაციო კონდენსატორი; LL – დროსელი; EL – ლუმინესცენციური ნათურა; SF – სტარტერი



ყველაზე უფრო გავრცელებული ლუმინესცენციური ნათურების ჩართვის სტარტერული სქემები.

ნახ.8.55-ზე მოცემულია ერთი ლუმინესცენციური ნათურის ჩართვის სქემა.

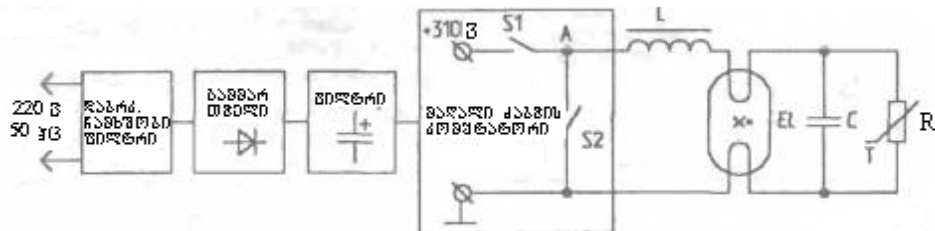
უფრო გავრცელებულია სანათები ორი ლუმინესცენციური ნათურით. ნახ.8.56.ა-ზე მოცემულია ორი ნათურის ჩართვის სქემა, როცა მათი სიმძლავრე 20 (18) ვტ-ია, ხოლო ნახ.8.56.ბ-ზე, როცა სიმძლავრე 40 (36) ვტ-ია.



ნახ.8.56. ორნათურიანი ლუმინესცენციური ნათურების ჩართვის სქემა

ნახ.8.56.ა სქემის გამოყენების დროს უნდა გვახსოვდეს, რომ LL დროსელის სიმძლავრე ორჯერ მეტი უნდა იყოს თითოეული ნათურის სიმძლავრეზე.

ნახ.8.57-ზე ნაჩვენებია ლუმინესცენციური ნათურის ელექტრონული ბალასტით ჩართვის სქემა.



ნახ.8.57. ლუმინესცენციური ნათურის ელექტრონული ბალასტით ჩართვის სტრუქტურული სქემა

სქემა მუშაობს შემდეგნაირად: A წერტილს S1 და S2 გასაღებების დახმარებით მორიგეობით მიეწოდება 310 ვ სიდიდის ძაბვა ან ეს წერტილი გადაირთვება საერთო გამტარზე, რის შედეგადაც ამ წერტილში აღიძვრება ძაბვის მაღალსიხშირული იმპულსები (30–100 კჰც), რომლებიც აანთებენ ნათურას და არ აძლევენ ციმციმის საშუალებას. იმპულსების სიმეჩხრის რეგულირებით შეიძლება სიკაშკაშის ცვლილება. იმისათვის, რომ აინთოს ნათურა, საჭიროა ელექტროდების გახურება. რადგანაც ელექტრონული ბალასტის სქემაში არ არის სტარტერი, საჭიროა პირველად გახუროთ ელექტროდები, ხოლო შემდეგ გამოვართოთ გაშვების სქემა. ამ მიზნით ვარვარების ძაფების წრედში ჩართულია თერმორეზისტორი დადებითი ტემპერატურული კოეფიციენტით – პოზისტორი. ცივ მდგომარეობაში პოზისტორის წინაღობა მცირეა და დენი აცხელებს ნათურის ელექტროდებს. ელექტროდებთან ერთად ცხელდება პოზისტორიც. განსაზღვრულ ტემპერატურაზე

მისი წინაღობა სწრაფად იზრდება, წრედი გაწყდება და ინდუქციურობაში დაგროვილი ენერგია ანთებს ნათურას. პოზისტორი დაშენებულია ცხელი ნათურის მცირე წინაღობით. პოზისტორის გამოყენება ნათურას ანთებს მდორედ და ამცირებს ელექტროდების ცვეთას, რაც ახანგრძლივებს ნათურების მუშაობის ვადას 20000 საათამდე.

#### საკონტროლო კითხვები:

1. რას ეწოდება სანათი და პროექტორი?
2. რომელ კლასებად იყოფა სანათები სინათლის განაწილების მიხედვით?
3. რისგან შედგება სანათის მონტაჟის ოპერაციები?
4. როგორ აყენებენ ლუმინესცენციურ ნათურებიან სანათებს?
5. როგორ ხდება ლუმინესცენციური ნათურების გაშვება?

### 8.16. ჭაღებისა და პლაფონების მონტაჟი

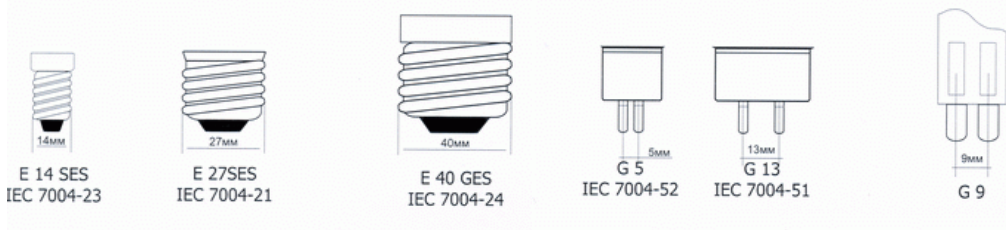
ელექტრული ნათურები დღეისათვის ყველაზე უფრო გავრცელებული და მოხერხებული სინათლის წყაროა როგორც ყოფა-ცხოვრებაში, ასევე წარმოებაში. ამიტომ ისინი ყველაზე ხშირად გამოიყენებიან, როგორც ელექტრული სანათების ელემენტები. ელექტრული სანათების კონსტრუქცია მრავალგვარია, მაგრამ მათ შორის ყველაზე პოპულარულია: ჭაღები, პლაფონები და ბრები. მათში ნათურები ჩართულია საშინაო ელექტროქსელის გამტარებთან ჭაღის შიგა ელექტროგაყვანილობისა და სპეციალური საკომუტაციო მოწყობილობის – მასრის დახმარებით. მასრები ნათურებს აფიქსირებენ ხრახნების საშუალებით. საყოფაცხოვრებო სანათებში გამოყენებულია E14, E27, G5, G13, G9 და სხვა ტიპის ცოკოლის მქონე მასრები (ნახ.8.58.).

მაგალითად, E14 ტიპის მასრა არის წვრილი ცოკოლით, ხოლო E27 მსხვილი ცოკოლით. რაც მხედველობაში უნდა მივიღოთ ნათურების შექენისას დროს. გარდა ამისა, მასრის მასალისა და სანათის კონსტრუქციის მიხედვით განსაზღვრულია ელექტრონათურების მაქსიმალური დასაშვები სიმძლავრე, რაც ნაჩვენებია სანათის ტექნიკურ აღწერილობაში.

**დაიმახსოვრეთ!** ჭაღს შეიძლება ჰქონდეს ერთი ან რამდენიმე ელექტრონათურა. უკანასკნელ დროს როგორც წესი, გამოიყოფა ნათურების ორი ჯგუფი, რაც საშუალებას იძლევა ორკლავიანი ამომრთველის დახმარებით ჩავართოთ ისინი ცალ-ცალკე ან ერთდროულად.

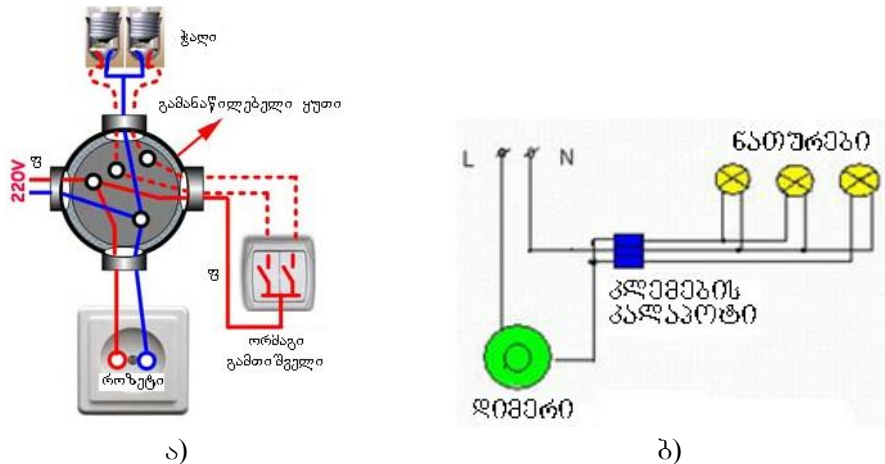
ამისათვის ჭაღის შიგა ელექტროგაყვანილობა სრულდება ისეთი სქემით, რომლის დროსაც ყოველი მასრის ნულოვანი კონტაქტი შეერთებულია ერთ საერთო გამტართან და კლემების კალაპოტის დახმარებით ჩართულია სახლის ელექტროქსელის ნულოვან გამტართან. მასრების ფაზური კონტაქტები შეერთებულია ჭაღის შიგა ელექტროგაყვანილობის ორ დანარჩენ გამტართან და კლემების კალაპოტის დახმარებით შეერთებულია ამომრთველიდან მომავალ ორ გამტართან, რომლებიც

თავის მხრივ დაკავშირებულნი არიან სახლის ელექტროქსელის ფაზასთან. ნახ.8.59.ა-ბე ნაჩვენებია ჭადის ელექტროგაყვანილობასთან მიერთების სქემა.



ნახ.8.58. მასრის ცოკოლების ტიპები

ნათურების ჯგუფებად განაწილება საშუალებას იძლევა სურვილის მიხედვით ვარეგულიროთ ჭადის ნათების სიკაშკაშე. სპეციალური ელექტრონული მოწყობილობის – დიმერის საშუალებით შესაძლებელია ჭადის ნათების მდორე რეგულირება. მაგრამ ამასთანავე უნდა გავითვალისწინოთ, რომ დიმერის საშუალებით შეიძლება ვარეგულიროთ მხოლოდ განსაზღვრული რაოდენობის ნათურები. მათი რაოდენობა განისაზღვრება ჯამური სიმძლავრით.



ნახ.8.59. ჭადის ელექტროგაყვანილობასთან მიერთებისა (ა) და დიმერის ქსელში ჩართვის (ბ) სქემები

მაგალითად, თუ დიმერი გათვლილია 600 ვტ სიმძლავრეზე, მაშინ მასზე შეიძლება ჩაირთოს მხოლოდ ექვსი ცალი 100 ვტ სიმძლავრის ნათურა. დიმერის ქსელში ჩართვის სქემა ნაჩვენებია ნახ.8.59.ბ-ზე.



ნახ.8.60. დამონტაჟებული ჭადი (ა), ჩამოსაკიდი კაკვი (ბ) და კლემის კალაპოტი (გ)

ჭადის დამონტაჟებისათვის (ნახ.8.60.ა) საჭიროა კიბე-პწკალა, სახრახნის-ინდიკატორი, გაზკობილა, მკენეტარა და სამონტაჟო ბლოკი მომჭერებით. თუ ოთახში საკმარისი განათება არ არის, მაშინ უნდა ვისარგებლოთ ფანრით. ჭადს ჩამოკიდებენ წინასწარ მომზადებულ კაკვზე (ნახ.8.60.ბ), რომელიც უკვე შემოწმებულია სიმტკიცეზე. შემდეგ კაკვს დაახვევენ იზოლაციის ორ ფენას. თუ კონსტრუქცია ითვალისწინებს ჩამიწებას, მაშინ იგი უნდა შესრულდეს. ქარხანა-დამამზადებლის მიერ ჭადის მიღში გატარებული გამტარები გამოყვანილი უნდა იქნეს კლემის კალაპოტზე (ნახ.8.60.გ). მისი საშუალებით ჭადი უერთდება ელექტროგაყვანილობას.

ჭადის მონტაჟი მოიცავს ოთხ ეტაპს:

**პირველ ეტაპი.** უნდა მომზადდეს გამტარები. ამისათვის მრიცხველის ფარიდან უნდა გამოირთოს ავტომატური ამომრთველი. ძაბვის არარსებობა მოწმდება სახრახნის-ინდიკატორით, რომელიც წინასწარ უნდა იყოს შემოწმებული. ჭერზე ჩამოკიდებულია სამი გამტარის ბოლო – ერთი ნული და ორი ფაზა. ფაზის გამტარები მიდიან ამომრთველზე, ხოლო ნულის – პირდაპირ სამონტაჟო კოლოფზე. სამივე გამტარის ბოლოზე 3–5 მმ სიგრძეზე უნდა მოეხსნას იზოლაცია და გადავშალოთ სხვადასხვა მხარეს, რათა არ მოხდეს მოკლედ შერთვა.

**მეორე ეტაპი.** ვრთავთ ამომრთველს და ინდიკატორით მორიგეობით ვეხებით გამტარის თითოეულ ბოლოს. თუ ინდიკატორი აინთო, მაშინ ეს არის „ფაზა“, თუ არ აინთო „ნული“. დავიმახსოვროთ ან დავნიშნოთ „ნული“.

**დაიმახსოვრეთ!** ელექტროდანადგარების მოწყობილობის ახალი წესების თანახმად, გამტარებს მთელ სიგრძეზე უნდა ჰქონდეთ ფერადი მარკირება: ლურჯი-ნული; ყვითელ-მწვანე – დამცავი ჩამიწება; შავი, ყავისფერი, თეთრი და სხვა – ფაზა.

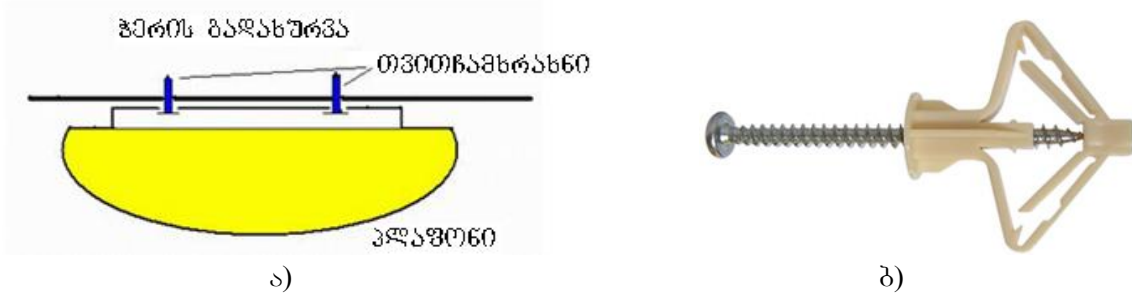
**მესამე ეტაპი.** ჭადიდან გამოდის სამი გამტარი. უნდა ვიპოვოთ მათ შორის „ნული“. ამისათვის როზეტში მორიგეობით ვრთავთ ორ ნებისმიერ გამტარს, არ ვეხებით მესამეს. უნდა აინთოს ნათურების ერთი ნახევარი, ვიმახსოვრებთ გამტარებს. შემდეგ ერთ გამტარს ვტოვებთ როზეტში და მეორის ადგილზე ვრთავთ მესამეს. უნდა აინთოს ნათურების მეორე ნახევარი. თუ ეს არ მოხდა, მაშინ ვცვლით გამტარს. მანიპულაციის შედეგად უნდა მივიღოთ ისეთი მდგომარეობა, რომ ერთი გამტარი ყოველთვის იყოს როზეტში, ხოლო ორი დანარჩენი – ქსელში მორიგეობით ჩართვისას, ანთებდეს ნათურების „თავის“ რიგს. ის გამტარი, რომელიც მანიპულაციის დროს მუდმივად არის ჩართული როზეტში არის „ნულოვანი“.

**მეოთხე ეტაპი.** ჭადი ფრთხილად უნდა ჩამოვიკიდოთ კაკვზე. ჭერზე მდებარე „ნულოვანი“ გამტარი უნდა მივუერთოთ ჭადის „ნულოვანი“ გამტარს. ასევე უნდა შევუერთოთ ერთმანეთს „ფაზური“ გამტარები.

**პლაფონის მონტაჟი.** ჭერის სიმაღლე ყოველთვის არ გვაძლევს საშუალებას გამოვიყენოთ ჭადი მოკლე ჩამოკიდებითაც კი. ამ შემთხვევაში ოპტიმალური ვარიანტია გუმბათის ფორმის პლაფონი-სანათი, რომელიც თავისი ფუძით მიკრულია ჭერზე. ვიზუალურად იგი არ ამძიმებს სივრცეს და ქმნის თავისუფლების

შეგრძნებას. ნათურების შუქი გაიბნევა ნახევრად გამჭვირვალე მინით, რის შედეგადაც გადმოიღვრება რბილი ნათება.

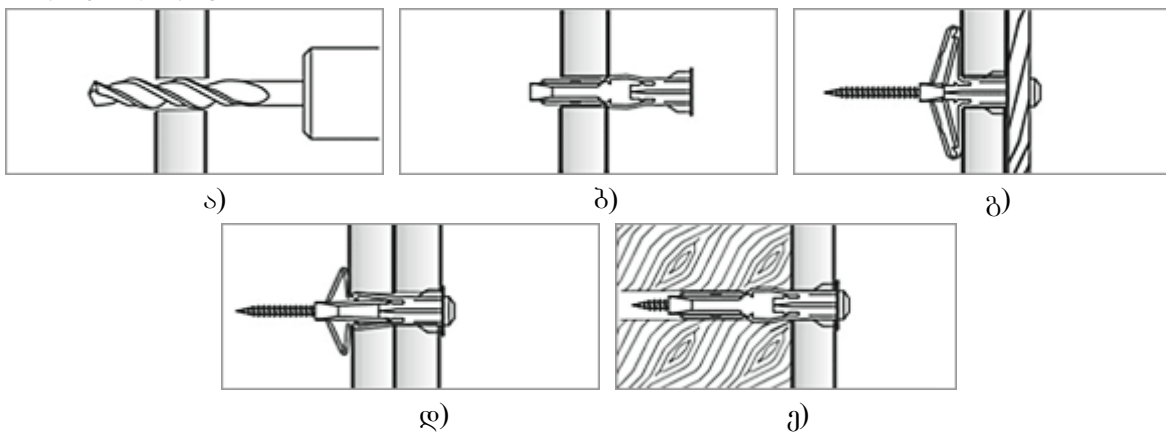
პლაფონს გააჩნია ამრეკლი დისკო, რომლითაც იგი დამაგრებულია ჭერზე. პლაფონის ჭერზე დამაგრების ხერხი დამოკიდებულია ჭერის მასალაზე. თუ ჭერი ხისაა, მაშინ საკმარისია 3-4 შურუპი. შურუპებით პლაფონის ჭერზე დამაგრება ნაჩვენებია ნახ.8.61.ა-ზე.



ნახ.8.61. პლაფონის დამაგრება ჭერზე შურუპებით (ა) და ანკერი-„პეპელა“ (ბ)

ბეტონის ჭერის არსებობისას საჭიროა დიუბელები, ხოლო თაბაშირმუყაოს შემთხვევაში გამოიყენება ანკერი – „პეპელა“ (ნახ.8.61.ბ). მათ შეუძლიათ 15 კგ-მდე ტვირთის დაჭერა.

ანკერი – „პეპელა“-ს საშუალებით თაბაშირ მუყაოს ჭერზე ფურცლოვანი მასალების დამაგრების ხერხი შემდეგშია (ნახ.8.62): ა – გავხვრიტოთ ხერხელი დიამეტრით 10 მმ; ბ – გავშალოთ სამაგრი და ჩავსვათ ხერხელში ბოლომდე; გ – ერთ ფურცელზე მოთავსებული დანადგარის დამაგრება – შურუპის ჩახრახნისას „პეპელა“ შეიკუმშება და ფიქსირდება. დ – ორ ფურცელზე მოთავსებული დანადგარის დამაგრება – შურუპის ჩახრახნისას „პეპელა“ შეიკუმშება და ფიქსირდება. ე – „პეპელა“-ს გამოყენება შეიძლება ბეტონისა და აგურის ფუძეებში ჩასამაგრებლადაც.



ნახ.8.62. ფურცლოვანი საგნების დამაგრება ანკერი-„პეპელა“-ს საშუალებით

ამრეკლ დისკოზე შეიძლება განლაგდეს 1-6 მასრა. რა თქმა უნდა, რაც მეტია ნათურები პლაფონში, მით უფრო მეტად იწვევს ტემპერატურა მის შიგნით. ამიტომ ამ სახის სანათებზე ნაჩვენებია სიმძლავრის შეზღუდვა (მაგალითად, 5 ნათურა, თითოეულის სიმძლავრით 60 ვტ). სინათლის წყაროს არჩევა დამოკიდებულია

ჭერის მასალაზე. ეტონის ან თაბაშირმუყაოს შემთხვევაში შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნებისმიერი ნათურა.

**დაიმახსოვრეთ!** ხის გადახურვის ან პოლივინილქლორიდის შეკიდული ჭერის შემთხვევაში, რომელთაც „ეშინიათ“ მაღალი ტემპერატურისა, უპირატესობა ენიჭება ენერგოდამზოვ წყაროებს, რომლებიც პრაქტიკულად არ გამოყოფენ სითბოს.

ჭერზე შესრულებული ელექტროგაყვანილობის შეერთება პლაფონის კლემის კალაპოტთან ხდება ჭადის ანალოგიურად.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რა როლი აკისრიათ მასრებს?
2. რომელი ტიპის მასრაა წვრილი ციკლით?
3. რას გვაძლევს ნათურების ჯგუფებად განაწილება?
4. რით მიიღწევა ნათების მდორე რეგულირება?
5. რამდენ და რომელ ეტაპებს მოიცავს ჭადის მონტაჟი?
6. როდის არის ოპტიმალური პლაფონის გამოყენება?

**შეფასების ინდიკატორები:**

**შენობებისა და ნაგებობების ელმომარაგება:**

- ნაგებობის გარე ელექტრომომარაგების სქემის წაკითხვა;
- საცხოვრებელი შენობების შიგა ელმომარაგების სქემების წაკითხვა.

**ავტომატური გამომრთველები და დნობადი მცველები:**

- ავტომატური გამომრთველების დაშლა-აწყობა;
- დნობადი მცველის დაყენება და ჩანართვის შეცვლა.

**გამტარებისა და კაბელების შერჩევა დატვირთვის მიხედვით:**

- სერიული წარმოების გამტარებისა და კაბელების შერჩევა;
- გამტარებისა და კაბელების დაყენება.

**ღრმულებისა და ღარების გაკეთება ბეტონისა და აგურის ზედაპირზე:**

- ღრმულებისა და ღარების ხელით საჭრელი სამარჯვების გამოყენება;
- ვიბრაციული ღრელებისა და ბოლგარკების გამოყენება ღრმულებისა და ღარების გასაყვანად.

**საკაბელო ღარებისა და პერფორირებული პროფილების მონტაჟი:**

- საკაბელო ღარების მოწყობა;
- კაბელების დასაწყობი პერფორირებული პროფილების დაყენება;
- დგუშიანი სამონტაჟო პისტოლეტის დამუხტვა და გამოყენება.

**გამტარების, კაბელებისა გაყვანა სიმის გასწვრივ:**

- სიმის მომზადება და დამაგრება;
- გამტარებისა და კაბელების დაყენება სიმის გასწვრივ.

**ლითონისა და პლასტმასის მიღების მონტაჟი ღია გაყვანილობისათვის:**

- ლითონის მიღების მოსამზადებელი სამარჯვებისა და ინსტრუმენტების გამოყენება;
- ლითონის მიღების დაყენება გარე გაყვანილობაში.

**ლითონისა და პლასტმასის მიღების მონტაჟი დახურული გაყვანილობისათვის:**

- პლასტმასის მიღების მოსამზადებელი სამარჯვებისა და ინსტრუმენტების გამოყენება;
- ლითონის მიღების დაყენება დახურულ გაყვანილობაში;
- პლასტმასის მიღების დაყენება დახურულ გაყვანილობაში.

**სანათები და მათი მონტაჟი.**

- სანათების დაშლა-აწყობა;
- სანათების ჩამოკიდება;
- ლუმინესცენციურ ნათურებიანი სანათის სქემის აწყობა;
- ჭაღების დამონტაჟება.

## თავი IX. უსაფრთხოებისა და სიგნალიზაციის სისტემების მონტაჟი

ამ თავში თქვენ გაეცნობით თანამედროვე უსაფრთხოებისა და სიგნალიზაციის სისტემებსა და მათი მონტაჟის საკითხებს. კერძოდ, ვიდეოდომოფონების, ზარების, ვიდეომეთვალყურის, დაცვისა და სახანძრო სიგნალიზაციის სისტემებსა და მათ მონტაჟს; უახლეს GSM დაცვის სისტემებს.

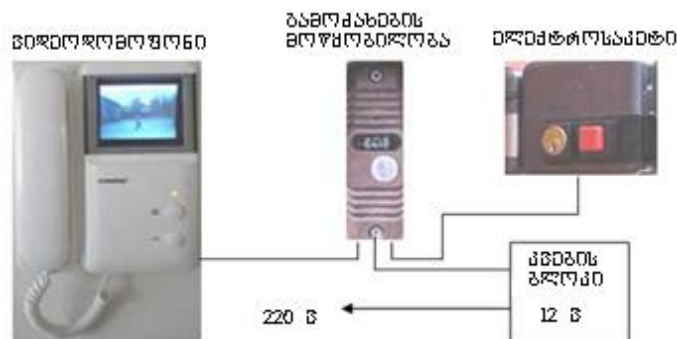
### 9.1. ვიდეოდომოფონების მონტაჟი

ვიდეოდომოფონები წარმოადგენენ უსაფრთხოების ელექტრონულ სისტემას, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელია საცხოვრებელ ბინებში შეღწევის კონტროლი, ასევე ტერიტორიის განსაზღვრული უბნის ვიდეოდათვალიერება

დაცვის მოცემულ სისტემაში შედის: შიგა სააბონენტო ბლოკი და გარე მოწყობილობები: ვიდეოკამერა და გამომახების პანელი. ინდივიდუალური სააბონენტო ბლოკი შეიცავს ერთ კორპუსში მოთავსებულ: ბრტყელკინესკოპიან მონიტორს, რომელიც მინიმალური დამახინჯებით აღიქვამს გამოსახულებას; აუდიო მილი, რომლის დახმარებითაც ხდება მომსვლელებთან ურთიერთობა, საკეტის გაღების ღილაკი, რომელიც უზრუნველყოფს შესავალი კარის დისტანციურ გაღებას მომსვლელთა შენობაში შეშვების მიზნით.

გარე გამომახების პანელი შეიცავს: მინიატურულ ვიდეოკამერას ჩვეულებრივი ინფრაწითელი ნათებით. ნათება გამოიყენება ღამით ან ცუდი განათების პირობებში ვიდეოკამერის მიერ კონტროლირებადი ზონის გასანათებლად; გამომახების ღილაკი, რომელზეც მომსვლელი თითის დაჭერისას შეატყობინებს აბონენტს მისი ვიზიტის შესახებ. ამ დროს დომოფონი გამოსცემს ხმოვან სიგნალს, რომელიც აფრთხილებს სტუმრის მოსვლის შესახებ, რთავს მონიტორის ეკრანს და ვიდეოკამერაზე ჩანს სტუმრის გამოსახულება. აბონენტსა და მომსვლელს შორის ხმოვანი კავშირის უზრუნველყოფის მიზნით სალაპარაკო მოწყობილობა და გამომახების პანელი აღჭურვილია მიკროფონითა და დინამიკით.

ნახ.9.1-ზე მოცემულია ვიდეოდომოფონის შეღწევის კონტროლის მოწყობილობასთან ჩართვის ელექტრული სქემა.



ნახ.9.1. ვიდეოდომოფონის შეღწევის კონტროლის მოწყობილობასთან ჩართვის ელექტრული სქემა

**დაიმახსოვრეთ!** მოწყობილობის დაყენება და მონტაჟი ხდება ელექტროსამონტაჟო სამუშაოების შესრულების შემდეგ.



მონტაჟის არსი მდგომარეობს მთელი მოწყობილობის ელემენტებს შორის ელექტრული კავშირის უზრუნველსაყოფად საჭირო კაბელებისა და გამტარების გაყვანაში. ვიდეოდომოფონიდან გამოძახების მოწყობილობამდე გაგყვავს ოთხძარღვიანი კაბელი, ორი გამტარით. ვიდეოდომოფონიდან შეტყობინების მოწყობილობას მიეწოდება ელექტროკვება მუდმივი 12 ვ ძაბვით. მესამე გამტარით ხორციელდება აუდიო კავშირი, შეტყობინებითა და ელექტრომექანიკური საკეტი მართვა; მეოთხე გამტარით ვიდეოკამერიდან გამოსახულება მიეწოდება ვიდეოდომოფონს. ნულოვანი გამტარი ასრულებს საერთო გამტარის როლს.

როცა დომოფონსა და გამოძახების მოწყობილობას შორის დაშორება დიდია, მაშინ გამოსახულების ხარისხის გასაუმჯობესებლად გამოიყენება სატელევიზიო კაბელი, რომლის ცენტრალურ ძარღვში გაივლის ვოდეოსიგნალი, ხოლო კაბელის ეკრანი გამოიყენება, როგორც საერთო (მინუსი) გამტარი და ორძარღვიანი კაბელი გამოიყენებული პლუს და აუდიო გამტარებად.

დომოფონის დილაკზე საკეტის გასაღებად თითის დაჭერისას გამოძახების მოწყობილობაში ხდება ელექტროკვებისა და საკეტის კვების ბლოკის კომუტაცია. საკეტის ელექტრომაგნიტზე მიეწოდება (ან მოეხსნება) 12 ვ მუდმივი ძაბვა და საკეტი გაიღება, რითაც უზრუნველყოფილია მომსვლელთა შესვლა შენობაში.

**დაიმახსოვრეთ!** მოწყობილობის ელექტრომონტაჟის დროს დომოფონსა და შეტყობინების მოწყობილობას შორის დიდი დაშორებისას ან მცირედენიანი წრეების მიწაში ჩაწყობისას საჭიროა მათი გაყვანა პლასტმასის მილებში.

#### საკონტროლო კითხვები:

1. რა ელემენტები შედის ვიდეოდომოფონის სისტემაში?
2. რა ელემენტებს შეიცავს გარე გამოძახების პანელი?
3. როდის სწარმოებს ამ მოწყობილობის დაყენება და მონტაჟი?
4. რა სიდიდის ძაბვა მიეწოდება საკეტის ელექტრომაგნიტზე?

## 9.2. ზარის სიგნალიზაციის დაყენება

ბინაში ზარის სიგნალიზაცია ყენდება არა 220 ვ ძაბვაზე, არამედ დაბალ (5, 8, 12 ვ) ძაბვაზე. აღნიშნული ძაბვები იქმნება სპეციალური, ე.წ. ზარის ტრანსფორმატორების საშუალებით (ნახ.9.2.ა). მასზე ყოველთვის აღნიშნულია საჭირო ძაბვის მაჩვენებელი.

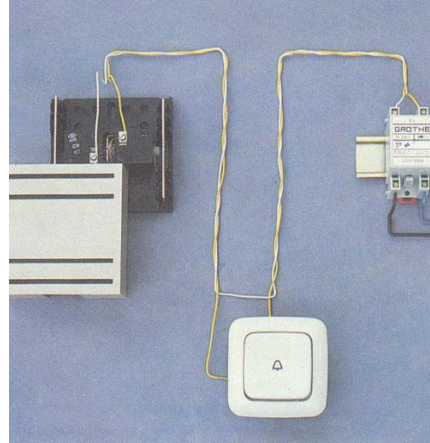
ზარის ტრანსფორმატორი მონტაჟდება ელექტროფარში DIN – ლარტყაზე ან ზოგიერთ შემთხვევაში კედელში – ბათქაშის ქვეშ, გაყვანილობის დროს – კედელზე. ტრანსფორმატორის შესავალი ჩართულია 220 ვ ძაბვაზე. შემაერთებელ გამტარებად გამოიყენება ზარის გამტარები, რომლებიც შეიძლება გაყვანილ იქნენ ბათქაშზე ან მის ქვეშ.

**დაიმახსოვრეთ!** ზარის გამტარები გაყვანილი უნდა იქნეს ძალოვანი ხაზებიდან ცალკე მინიმალური, 1 სმ-ის დაშორებით მაინც. დაუშვებელია ზარისა და ძალოვანი ხაზების გადაჯვარედინება.

ზარის დასამონტაჟებლად პირველ რიგში საჭირო ადგილზე დავამაგროთ ზარი, დილაკი და ტრანსფორმატორი. ტრანსფორმატორიდან მიმავალი გამტარი გაწვევით და გაწვევებზე ბოლოებს შორის ჩავრთოთ დილაკი (ნახ.9.2.ბ). დილაკზე თითის დაჭერისას დენის კონტური ჩაირთვება და ზარი იძლევა სიგნალს. თითის ადებისას კონტური წყდება და ზარიც გაითიშება.



ა)



ბ)

ნახ.9.2. ზარის ტრანსფორმატორი (ა) და ზარის მონტაჟის სქემა (ბ)

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რის საშუალებით იქმნება დაბალი ძაბვები?
2. სად მონტაჟდება ზარის ტრანსფორმატორი?
3. რა დაშორებით უნდა იქნენ გაყვანილი ზარის ხაზები ძალოვანი ხაზებიდან?

**9.3. ვიდეომეთვალყურის სისტემები და მათი მონტაჟი**

ვიდეომეთვალყურის სისტემები დღეისათვის უსაფრთხოების აუცილებელ პირობად ითვლება. ისინი თავიდან გვაცილებენ ობიექტზე არასასურველ შეღწევას, ამადლებენ უსაფრთხოების დონეს, ასევე უზრუნველყოფენ მატერიალური ფასეულობებისა და კონფიდენციალური ინფორმაციის დაცვას. მთელი დასაცავი ობიექტის, მისი შიგა სათავსოების, გარეშე სივრცისა და პერიმეტრის დისტანციური ვიზუალური კონტროლის შესაძლებლობა საშუალებას გვაძლევს შევქმნათ უსაფრთხოების მაღალეფექტური სისტემა დაცვის მცირე შტაბით.

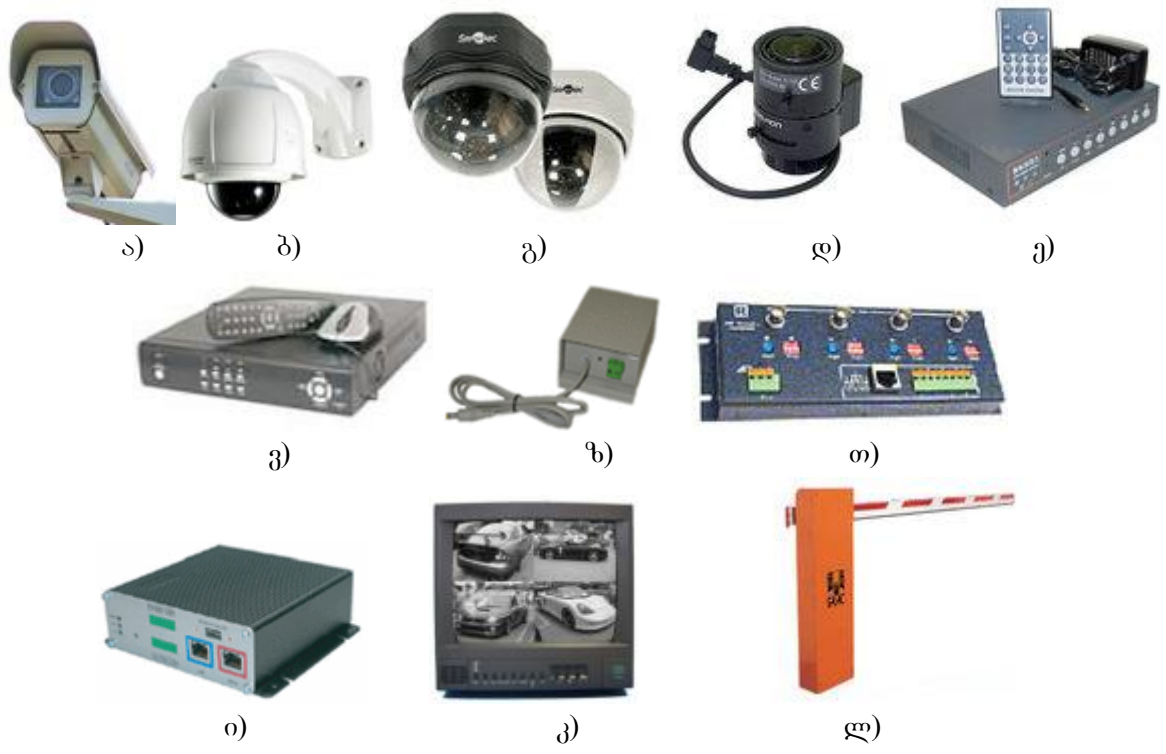
**დაიმახსოვრეთ!** ამ სისტემებს გააჩნიათ უნარი არა მხოლოდ ასახონ ოპერატიული მდგომარეობა, არამედ შეინახონ ისინი შემდგომი დამუშავებისათვის.

სატელევიზიო მეთვალყურეობის ძირითად კომპონენტს წარმოადგენს: სატელევიზიო კამერები (დღეისათვის ვიდეომეთვალყურეობისათვის გამოიყენება როგორც შავ-თეთრი, ასევე ფერადი კამერები), ობიექტივები, მონიტორები, კვადრატორები, მულტიპლექსორები (ამუშავებენ ვიდეოკამერიდან მიღებულ სიგნალებს), სპეცვიდეომანტიტოფონები, ციფრული ვიდეორეგისტრატორები დისკოზე ჩაწერით. დამატებით გამოიყენება სხვადასხვა სახის კრონშტეინები, საბრუნო მოწყობილობები, გარსაც-

მები, მაძლიერებლები, მოდულატორები და სხვა. მოწყობილობის კონკრეტული შედგენილობა დამოკიდებულია კამერების რაოდენობაზე, მუშაობის პირობებზე (შენობის შიგნით თუ გარეთ), ტელეკამერისა და მონიტორის (სამეთვალყურეო საგუშაგოს) დაშორებაზე და სხვა.

ნახ.9.3-ზე წარმოდგენილია ვიდეომეთვალყურის თანამედროვე სისტემების შემადგენელი ელემენტები.

ჩვენ განვიხილავთ ვიდეომეთვალყურეობის სისტემის სამ ძირითად ამოცანას: დასაცავი ობიექტების მეთვალყურეობა ციფრული ვიდეომეთვალყურეობის სისტემების დახმარებით; ვიდეომოწყობილობების დამაგრება; ვიდეომეთვალყურის სისტემის უსაფრთხო დაცვა.



ნახ.9.3. ვიდეომეთვალყურის სისტემის ელემენტები: ა – ქუჩის სატელევიზიო კამერა; ბ – საბრუნო კამერა; გ – ვიდეოკამერა; დ – ობიექტივი; ე – კვადრატორი და მულტიოპლექსორი; ვ – ვიდეორეგისტრატორი; ზ – კეების ბლოკი; თ – ვიდეოსიგნალის გადამცემი; ი – მიმღებები და გადამცემები; კ – მონიტორი; ლ – შლაგბაუმი

ვიდეომეთვალყურეობის სისტემის მონტაჟის ორგანიზაციის საწყისი ნაბიჯია აქსესუარების შერჩევა. ასევე საჭიროა გავერკვეთ რა მონაკვეთი უნდა მოიცვას ვიდეომეთვალყურის კამერამ და როგორ დავაყენოთ იგი მოხერხებულად.

**დაიმახსოვრეთ!** ვიდეოკამერის დამაგრების დროს უპირველესად მხედველობაში უნდა მივიღოთ შემკვეთის სურვილი და შეუთავსოთ იგი დამპროექტებლის ცოდნას.

შეირჩეს მთელი სისტემის დაყენების ძირითადი მიზანი. განსაზღვრული მიზნიდან გამომდინარე აირჩევა ვიდეოკონტროლის მოწყობილობები. ვიდეოკამერის განლაგების ძირითადი წესებია: ვიდეომეთვალყურე უნდა ათვალისწინებდეს იმ ტერიტორიას, რომელზედაც ყველაზე მეტად ფიქსირდება ადამიანთა მოძრაობა.

მოცემული წესიდან ვასკვნით, რომ რაც უფრო მეტად მოხდება თვალყურის არე-  
ალში კიბის მალეობი, მით უკეთესია. სტატისტიკის მიხედვით ვიდეომეთვალყურის  
დათვალიერების უმთავრესი ტერიტორიაა შესასვლელია.

ვიდეოკამერის განლაგების მთავარი საზრუნავია, თუ სად უფრო ეფექტურია  
ვიდეოკამერის განლაგება და როგორი საიმედოობით არის დამაგრებული იგი. კამე-  
რის დამაგრება დამოკიდებულია ვიდეომეთვალყურის ტექნიკურ ამოცანაზე. მაგა-  
ლითად, თუ ჩვენ დავაყენებთ ვიდეოკამერა კარის თავზე, მაშინ მხედველობის არეში  
მოხდება მხოლოდ თავი, ხოლო სხეულის დანარჩენი ნაწილები არ გამოჩნდება.

**დაიმახსოვრეთ!** მოწყობილობის განლაგებისას უნდა დავიცვათ მოცემული  
წესები: 1. მინიდან და სხვა ამრეკლი ობიექტებიდან არეკლილი სხივები აუარე-  
სებენ ვიდეომეთვალყურის მუშაობას; 2. ვიდეოკამერის ობიექტივზე მოხვედრილი  
წვიმის წვეთები ამახინჯებენ გამოსახულებას; 3. ვიდეომეთვალყურის კამერას  
ობიექტების დათვალიერებაში ხელს არ უნდა უშლიდეს სხვადასხვა ობიექტები;  
4. გარე სინათლის წყაროს პირდაპირ სხივებს ასევე შეუძლიათ დაარღვიონ  
ვიდეოდათვალიერება.

მნიშვნელოვანია უსაფრთხოების სისტემის ხარისხიანი კვების წყაროთი უზ-  
რუნველყოფა. ნაკლებად ეფექტურია ვიდეოკამერის დაყენება ძალიან ბნელ ად-  
გილებში. სამეთვალყურეო ტერიტორიაზე უნდა იყოს განათების განსაზღვრული  
ხარისხი ან შეიძლება გამოვიყენოთ ვიდეოკამერა ჩამონტაჟებული ინფრაწითელი  
ნათებით, რომელიც საშუალებას იძლევა გაუნათებელი ტერიტორიის გადაღებისა.

კამერის დაყენების ზემოთ მოყვანილი წესების გარდა, ყურადღება უნდა მი-  
ვაქციოთ ვიდეომეთვალყურის მოწყობილობის უსაფრთხოებას, რადგანაც დაცვისა  
და ვიდეომეთვალყურის სისტემები ხშირად ხდებიან ვანდალების თავდასხმის ობი-  
ექტი. ამგვარი შემთხვევების თავიდან ასაცილებლად საკმარისია დავიცვათ შემ-  
დეგი წესები: 1. ვიდეომოწყობილობა დაცული უნდა იქნეს კრონშტეინების დახმა-  
რებით; 2. დაყენდეს სიგნალიზაცია ან განგაშის სხვა სისტემა რომლებიც შეგვა-  
ტყობინებს აპარატის მოხსნის მცდელობას ან მასთან მიახლოებას; 3. ვიდეოკამერა  
უნდა იყოს შენიღბული, რათა ბოროტმოქმედებმა ვერ შეამჩნიონ იგი. წინააღმდეგ  
შემთხვევაში, კამერა დაუცველია. დღეისათვის სამომხმარებლო ბაზარი გაჯერებუ-  
ლია ვიდეოკამერების ნაირსახოვანი მოდელით, რომელთაც გააჩნიათ ნემსის  
ყუნწის ზომის ობიექტივი, რაც ძალიან ამარტივებს მათ შენიღბვას.

**დაიმახსოვრეთ!** ვიდეოკამერის დამაგრების წინ საჭიროა პერფორატორით  
გავიყვანოთ ხვრელი კედელში არა ქუჩის, არამედ შიგა მხრიდან. წინააღმდეგ  
შემთხვევაში, პერფორატორის მოქმედებით შეიძლება ჩამოტყდეს აგურის ან  
ბეტონის მასა.

თუ ეს მოხდება იმ ადგილზე, სადაც მაგრდება კამერა, მაშინ დეფექტი შეუ-  
ჩნვევლი, იქნება რადგან იგი კამერით დაიფარება. ხვრელის გაკეთების შემდეგ  
მასში გატარდება ფოლადის მავთული, რომელზეც მაგრდება ვიდეოკამერის  
გამტარები. გამოვწვეთ ფოლადის მავთულს და შემოვიტანოთ ვიდეოკამერის  
გამტარებს შიგნით.

ამის შემდეგ უნდა მოეწყოს ე.წ. ტრასა ხვრელიდან სამონტაჟო კოლოფამდე. ამისათვის ვიყენებთ საკაბელო არხებს, რომელთაც წინასწარ გადაზომავენ და დაჭრიან საჭირო სიგრძეზე. საკაბელო არხებს უკანა მხრიდან უკეთებენ ხვრელებს გამტარების შესაყვანად. მას შემდეგ, რაც გამტარები აღმოჩნდება არხებში, უნდა დავიწყოთ მათი მონტაჟი. ისინი მაგრდებათ ფუძეზე დიუბელებისა და თვით-ჩამხრახნების დახმარებით. სამონტაჟო კოლოფები მაგრდება მიწიდან 50 სმ სიმაღლეზე, ვინაიდან ვიდეოკამერის გამტარები მოკლეა საჭირო ხდება მათი დაგრძელება სამონტაჟო კოლოფში შესაერთებლად. გამტარების დაგრძელებისას აუცილებელია მათი მირჩილვა. თითოეული დაგრძელებული გამტარი მირჩილვის ადგილზე უნდა იყოს ზედმიწევნით იზოლირებული. სამუშაოს დასრულების შემდეგ საკაბელო არხის სახურავი იხურება, ხოლო მისი ზედა ნაწილი და კოლოფში გამტარების გამოყვანის ადგილი იხურება ჰერმეტიკულია.



ნახ.9.4. ვიდეომეთვალყურის ელემენტების შეერთების სქემა

გამტარების შეერთება დიდ სიძნელეებთან არ არის დაკავშირებული, რადგან შესაერთებელია მხოლოდ სამი გამტარი („მიწა“, „კვება“ და „ვიდეო“). ვიდეოსისტემის ინსტრუქციაში ნაჩვენებია, რომელ გამტარს რომელი ფერი შეესაბამება. გამტარების ერთმანეთს შორის შეერთებისა და იზოლირების შემდეგ „საშინაო“ გამტარების ბოლოებზე ყენდება განსართები. შემდგომ ამისა ვიწყებთ დავიწყოთ დახურული ვიდეოკამერის მონტაჟს. კამერისათვის გაკეთებულ ნიშაში ჩავასხათ მცირეოდენი ცემენტის ხსნარი, რის შემდეგაც ხვრელში იდგმება კამერა. ამ დროს ბინაში მომუშავე მემონტაჟე რთავს სისტემას, რის შემდეგაც იგი თვალყურს ადევნებს გამოსახულებას მონიტორზე და კორექტირებას უკეთებს კოლეგის მოქმედებას. კამერის დამყენებელი მემონტაჟე უზრუნველყოფს მის საჭირო მდგომარეობას ბინიდან მიღებული მითითებების საფუძველზე. ამასთანავე მას მხედ-

ველობიდან არ უნდა გამორჩეს ის ფაქტი, რომ „თვალი“ აგურის ან ბეტონის მხრიდან განთავსდეს ერთ სიბრტყეზე. თუ კამერა ყენდება საცხოვრებლიდან მოშორებით, მაშინ საჭიროა გამოვიყენოთ რაცია ან მობილური ტელეფონი. მას შემდეგ რაც კამერა მოთავსდება საჭირო მდგომარეობაში, უნდა შევიცადოთ სანამ ბეტონის ხსნარი არ დაიჭერს კამერის უკანა ნაწილს. ობიექტივზე ხსნარის მოხვედრის თავიდან აცილების მიზნით საჭიროა „თვალი“ დაფარული იქნეს რბილი ქსოვილით ან ბამბით. დახურული კამერა ნამდვილად დახურული იქნება მაშინ, როცა ხსნარი შეიღებება აგურის ან ბეტონის ფერზე.

ვიდეომეთვალყურის ელემენტების ერთმანეთთან შეერთების სქემა მოცემულია თანხმსლებ ინსტრუქციაში. ერთერთი ასეთი შეერთების სქემა მოცემულია ნახ.9.4-ზე.

#### **საკონტროლო კითხვები:**

1. რის უნარი გააჩნიათ თანამედროვე ვიდეომეთვალყურის სისტემებს?
2. ჩამოთვალეთ ვიდეომეთვალყურის თანამედროვე სისტემების შემადგენელი ელემენტები.
3. რა წესები უნდა დავიცვათ ვიდეოკამერის დაყენებისას?
4. რომელი მხრიდან უნდა გაიხვრიტოს კედელი ვიდეოკამერის დაყენებისას?

### **9.4. სიგნალიზაციის სისტემები**

სიგნალიზაციის სისტემების დანიშნულებაა ქონების დაცვა, როგორც ბოროტ-განმზრახველების ხელყოფისაგან (დაცვის სიგნალიზაცია), ასევე გაუფრთხილებელი მოქმედებისაგან, რომელთაც შეიძლება მიგვიყვანონ ხანძრამდე (სახანძრო სიგნალიზაცია).

***დაიმახსოვრეთ!** სიგნალიზაციის თანამედროვე სისტემები მოიცავენ დაცვისა და სახანძრო უსაფრთხოების მოდულებს, რითაც ხორციელდება დაცვითი და სახანძრო სიგნალიზაციის ფუნქციები.*

სიგნალიზაციის სისტემების შემადგენლობაში შედიან: მიმღებ-საკონტროლო ხელსაწყოები და სხვადასხვაგვარი გადამწოდები. შეტყობინების მეთოდის ხერხის მიხედვით სიგნალიზაციის სისტემები შეიძლება მივაკუთვნოთ ლოკალურს, თუ განგაშის სიგნალი გამოდის სირენაზე; პულტზე გამოტანით, თუ განგაშის სიგნალი გამოიყვანება დაცვის სტრუქტურის ან სახანძრო ნაწილის პულტზე; GSM არხის კავშირით (GSM სიგნალიზაცია), თუ განგაშის სიგნალი გაიგზავნება მფლობელის მობილურ ტელეფონზე. ჩართული გადამწოდებისა და რეალიზებული ფუნქციების მიხედვით განასხვავებენ სიგნალიზაციის სისტემის შემდეგ სახეებს: დამცავი, სახანძრო და დამცავ-სახანძრო სიგნალიზაციებს.

დამცავი სიგნალიზაციის ფუნქციაა სახლების, ოფისების, ცალკეული შენობების, სეიფების დაცვა გატეხვისა და შეღწევისაგან. დამცავი სიგნალიზაცია უნდა შეიცავდეს გადამწოდების კრებულს. დასაცავი ობიექტის მოთხოვნიდან გამომდინარე, გადამწოდები შეიძლება იყოს: მოძრაობის, გაღებისა და გატეხვის.

დამცავი სისტემა აფრთხილებს შენობაში გაუფრთხილებელი, თვითნებური შეღწევის შესახებ. დამცავი სისტემა შედგება დაცვის პანელისაგან (ცენტრალისაგან) – ხელსაწყოთაგან, რომელიც აგროვებს და აანალიზებს დამცავი გადამწოდებიდან მოსულ ინფორმაციას. იგი ასრულებს მასში წინასწარ დაპროგრამებულ ფუნქციებს, რომლებიც სრულდება გადამწოდების ამუშავების დროს. მოწყობილობის შემადგენლობაში ასევე შედის მართვის პულტი, რომელიც ასახავს სიგნალიზაციის მდგომარეობას, ემსახურება მის პროგრამირებას და ახორციელებს დაცვიდან ობიექტის დაყენებასა და მოხსნას. მოწყობილობის მინიმალურ ნაკრებში შედის: უწყვეტი კვების წყარო, საკაბელო ქსელი და დაცვის გადამწოდები.

გადამწოდების ნაირსახეობა განისაზღვრება იმით, თუ რა ფაქტორზე რეაგირებენ ისინი. მათგან ყველაზე მეტად გავრცელებულია მოცულობითი ინფრაწითელი, მაგნიტოკონტაქტური (გერკონები), აკუსტიკური, ვიბრაციული, ულტრახმოვანი, სხივური, ტევადური და ასევე გადამწოდები გამომჟღავნების მიმართული დიაგრამით.

მოცულობითი ანუ ინფრაწითელი გადამწოდი (ნახ.9.5.ა) აფიქსირებს სხეულის მოძრაობას. არსებობენ ისეთი გადამწოდებიც, რომლების ასხვავებენ ადამიანისა და ცხოველის მოძრაობას.

მაგნიტოკონტაქტური გადამწოდები (გერკონები) ძირითადად გამოიყენება დაცვის პირველ მიჯნაზე (ნახ.9.5.ბ). ისინი ყენდებიან კარებსა თუ ფანჯრებზე და აფიქსირებენ მათ გაღებას ან დაკეტვას.

აკუსტიკური გადამწოდები (ნახ.9.5.გ) რეაგირებენ მაღალ ბგერაზე, მათ შორის, მინის გატეხვაზეც. თანამედროვე გადამწოდებში დაყენებულია მიკროპროცესორი, რომელიც ანალიზს უკეთებს ხმის დიაგრამას და ერთმანეთში არ ურევს მინის ბგერას სხვა მკვეთრ ბგერებთან.

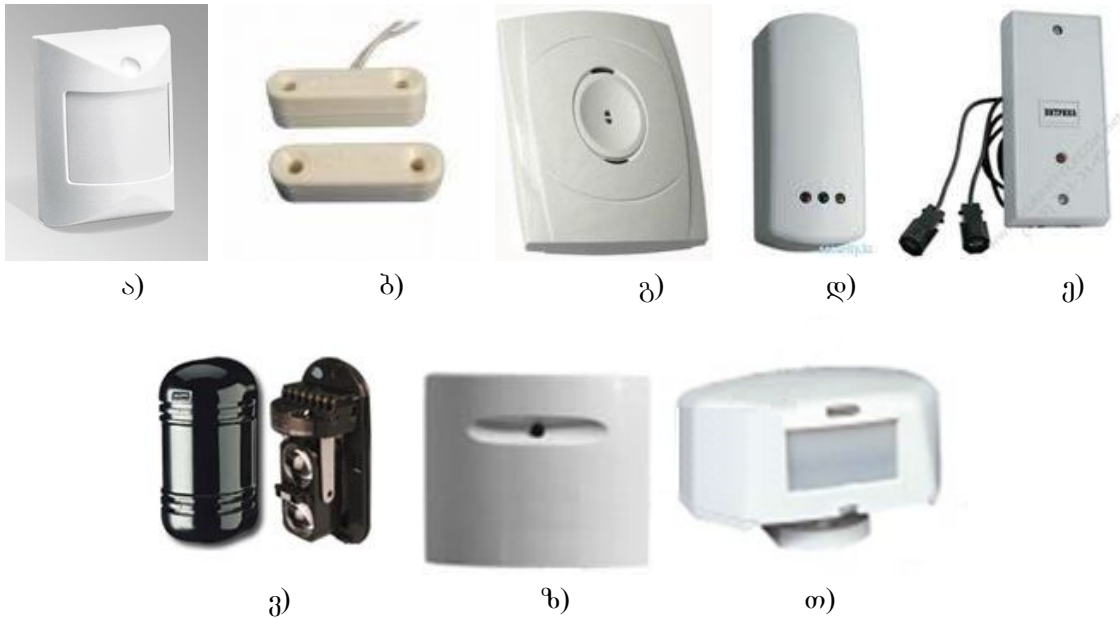
ვიბრაციული გადამწოდები (ნახ.9.5.დ) იცავენ კედლებს გატეხვისაგან, სეიფებს – გახსნისაგან, ფანჯრებს – ჩამტვრევისაგან. როგორც დასახელებიდან ჩანს ისინი რეაგირებენ ვიბრაციაზე. ეს გადამწოდები საკმაოდ რთულია და უშვებს მრავალ შეცდომას, რადგან ისინი უპირატესად მგრძობიარენი არიან დიდი მექანიზმების მუშაობისა და მატარებლების მოძრაობის მიმართ, თუმცა ზოგჯერ მათ ალტერნატივა არ გააჩნიათ.

ულტრახმოვანი გადამწოდები (ნახ.9.5.ე) მუშაობენ ლოკატორის პრინციპით. ისინი გამოუშვებენ და იღებენ ულტრახმოვან რხევებს. თუ მათი მხედველობის არეში მოხვდება მოძრავი საგანი, მაშინ ტალღის სიგრძე უმნიშვნელოდ შეიცვლება. ეს საკმარისია გადამწოდის ამუშავებისათვის. ცხელ სამქროებსა და გრძელ დერეფნებში ეს გადამწოდები შეუცვლელია.

სხივური გადამწოდები (ნახ.9.5.ვ) ემსახურება მნიშვნელოვანი სივრცის გადაფარვას და შედგება გადამცემისა და მიმღებისაგან. თვალის მიერ შეუმჩნეველი სხივის გადაკვეთისას ხდება გადამწოდის ამუშავება. ეს საკმაოდ ძვირი და ფაქიზი გადამწოდები ძირითადად გამოიყენება პერიმეტრის დაცვისათვის. ისინი ყენდებიან მესერების ან ზღუდეების გასწვრივ და მუშაობენ ნებისმიერ ამინდში.

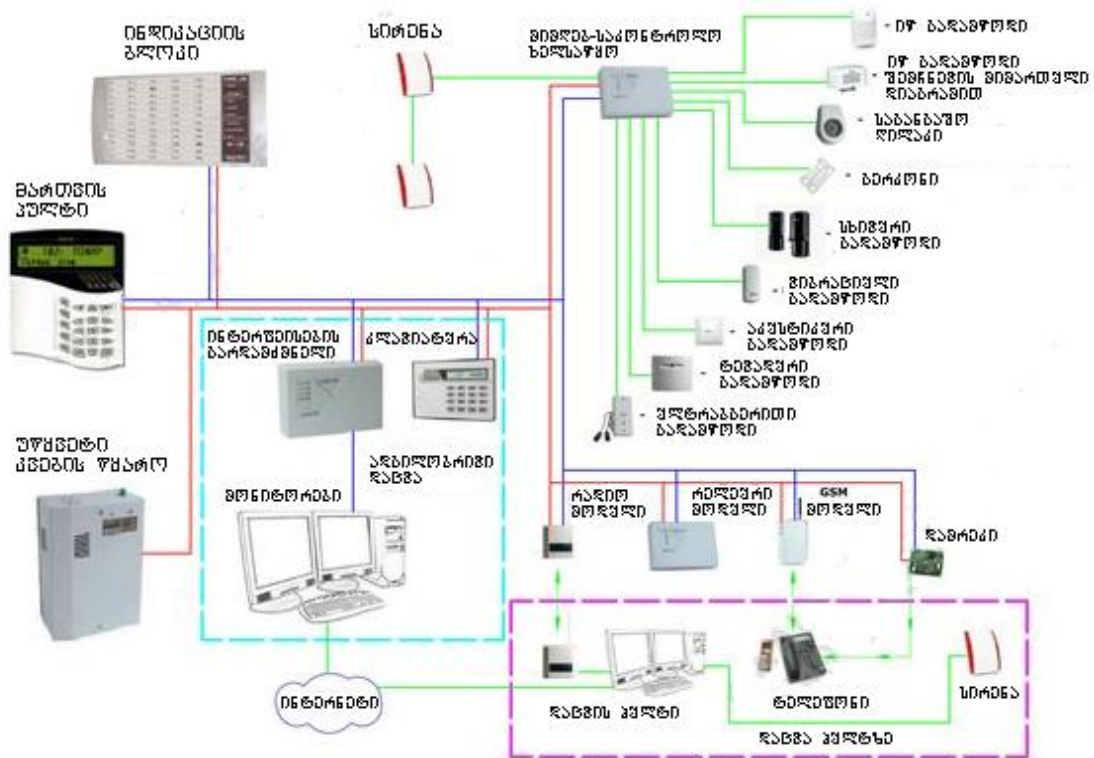
ტევადური გადამწოდები (ნახ.9.5.ზ) გამოიყენება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი საგნების, სეიფებისა და ხელოვნების ნიმუშების დაცვისათვის. მათი მოქმედე-

ბის პრინციპი დაფუძნებულია დასაცავი ობიექტის ახლოს განსაზღვრული ტევა-დობის ველის შექმნაზე. ნებისმიერი საგნის ამ ველში მოხვედრის დროს ტევადობა იცვლება და დამცავი სიგნალიზაცია ამუშავდება.



ნახ.9.5. გადამწოდების სხვადასხვა სახე

გადამწოდები გამომუშავების მიმართული დიაგრამით (ნახ.9.5.თ) იგივე ინფრა-წითელი გადამწოდია, რომელსაც გააჩნია სპეციფიკური ლინზა. არსებობს ასეთი გადამწოდის სამი ტიპი: შტორი (ვერტიკალური ან ჰორიზონტალური სიბრტყე), ფარდა (ნახევარსფერო) და დერეფანი (ვიწრო სხივი). ამ გადამწოდების სახელები-დან ჩანს, სად და რისთვის გამოიყენება ისინი.



ნახ.9.6. თანამედროვე დამცავი სიგნალიზაციის სტრუქტურული სქემა



ნახ.9.6-ზე ნაჩვენებია თანამედროვე დამცავი სიგნალიზაციის სტრუქტურული სქემა.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რა არის სიგნალიზაციის სისტემის დანიშნულება?
2. რისგან შედგება დამცავი სისტემა?
3. ჩამოთვალეთ გადამწოდების სახეები?
4. რაზე რეაგირებენ აკუსტიკური გადამწოდები?
5. რაზე რეაგირებენ ვიბრაციული გადამწოდები?
6. რომელი გადამწოდი აფიქსირებს ადამიანის მოძრაობას?

**9.5. სახანძრო სიგნალიზაცია**

დაცვის სიგნალიზაციისაგან განსხვავებით სახანძრო სიგნალიზაციის დანიშნულებაა ხანძრის საწყისი ეტაპის გამოვლენა და განგაშის სიგნალის გადაცემა დაცვის პულტზე.

**დაიმახსოვრეთ!** სახანძრო სიგნალიზაცია წარმოადგენს ტექნიკური საშუალებების რთულ კომპლექსს, რომელიც დასაცავ ზონაში ხანძრის კერის დროულად აღმოჩენას ემსახურება.

სახანძრო სიგნალიზაცია მონტაუდება საწარმოებში, ოფისებში, საცხოვრებელ და დამხმარე სათავსოებში და სხვა.

სახანძრო დაცვის სისტემა შედგება შემდეგი ძირითადი კომპონენტებისაგან: 1. საკონტროლო პანელი. ეს არის ხელსაწყო, რომელიც ანალიზს უკეთებს სახანძრო გადამწოდებისა და შლეიფების მდგომარეობას, ასევე გასცემს ბრძანებას სახანძრო ავტომატიკის მოქმედებაში მოსაყვანად. იგი სახანძრო სიგნალიზაციის ტვინია; 2. ინდიკაციის ბლოკი ანუ ავტომატიზირებული სამუშაო ადგილი (ასა) კომპიუტერის ბაზაზე. ეს მოწყობილობები ემსახურებიან მოვლენების ასახვასა და სახანძრო სიგნალიზაციის მდგომარეობას; 3. უწყვეტი კვების წყარო. ეს ბლოკი ემსახურება სიგნალიზაციის უწყვეტი მუშაობის უზრუნველყოფას გარე ელექტროკვების შეწყვეტისას. იგი სახანძრო სიგნალიზაციის გულია; 4. სხვადასხვა ტიპის სახანძრო გადამწოდები (მაუწყებლები). უზრუნველყოფენ ხანძრის კერის ან წვის პროდუქტების (კვამლი, მხუთავი აირი და სხვა) აღმოჩენას. ისინი სახანძრო სიგნალიზაციის თვალსა და ყურს წარმოადგენენ.

ძირითადი ფაქტორი, რომელზეც რეაგირებს სახანძრო სიგნალიზაცია არის კვამლის კონცენტრაცია ჰაერში, ტემპერატურის აწევა, მხუთავი აირის CO არსებობა და ღია ცეცხლი. თითოეული მათგანისათვის არსებობს სახანძრო გადამწოდები. ნახ.9.7-ზე წარმოდგენილია თანამედროვე სახანძრო გადამწოდები.

თბური სახანძრო გადაწოდი (ნახ.9.7.ა) რეაგირებს დასაცავ შენობაში ტემპერატურის ცვლილებაზე. ის შეიძლება იყოს ზღურბლური, მოცემული ტემპერატურული ამუშავებითა და ინტეგრალური, რომელიც რეაგირებს ტემპერატურის ცვლი-

ლებზე. ისინი ძირითადად გამოიყენება ისეთ შენობებში, სადაც შეუძლებელია საკვამლე გადამწოდის გამოყენება.

საკვამლე გადამწოდი (ნახ.9.7.ბ) რეაგირებს როგორც ჰაერში კვამლის არსებობაზე. სამწუხაროდ, ასევე მტვერსა და ორთქლზე. ეს ყველაზე უფრო გავრცელებული ტიპის გადამწოდია. იგი გამოიყენება ყველგან გარდა მოსაწვეი ადგილის, მტვერიანი შენობებისა და ტენიანი ოთახებისა.

აღის გადამწოდი (ნახ.9.7.გ) რეაგირებს ღია ალზე და გამოიყენება იმ ადგილებში, სადაც შესაძლებელია ხანძრის გაჩენა წინასწარი გაღვივების გარეშე. მაგალითად, სადურგლო სახელოსნოებში, საწვავი მასალების საწყობებსა და სხვა ასეთ ადგილებში.

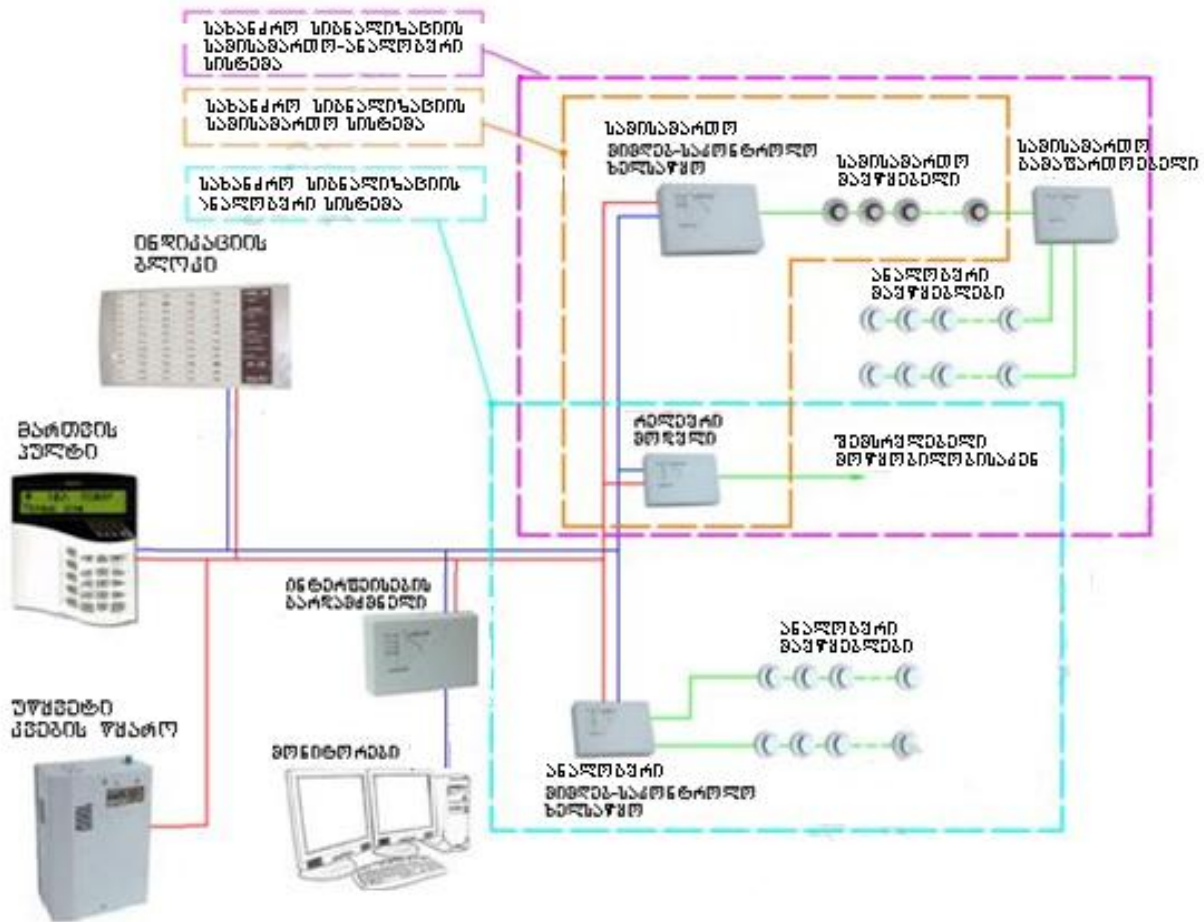


ნახ.9.7. თანამედროვე სახანძრო გადამწოდები

მულტისენსორული მაუწყებლები (ნახ.9.7.დ), პირველ რიგში, რეაგირებენ ორ ნიშანზე: კვამლსა და ტემპერატურის აწევაზე. მაგრამ ტექნოლოგიური პროცესების განვითარებამ წარმოშვა ახალი თაობის მაუწყებლები, რომლებიც რეაგირებენ სამი-ოთხი ფაქტორის წარმომშობ მიზეზებზე. დღეისათვის მრავალი ფირმა უშვებს სახანძრო დაცვის მულტისენსორულ გადამწოდებს. მათ შორის ყველაზე ცნობილია System Sensor, Esser, Bosch Security Systems, Siemens და სხვა.

სახანძრო დაცვის სისტემის ეფექტიანობის ამაღლებისათვის წარმოება-დაწესებულებები, როგორც წესი, აღჭურვილია ხელის სახანძრო მაუწყებელით. (ნახ.9.7.ე), რომელიც გარეგნულად წითელია და გამჭვირვალე, დახურულ კოლოფს წარმოადგენს. იგი განლაგებულია კედლის ადვილადმიწვდომ ადგილზე, რათა ხანძრის აღმოჩენისას პერსონალმა ადვილად შეძლოს შეატყობინება მოსალოდნელი საფრთხის შესახებ. საწარმოებში ხელის მაუწყებლები მიეკუთვნება სახანძრო სიგნალიზაციის დაყენების საერთო მოთხოვნებს.

ნახ.9.8-ზე მოცემულია თანამედროვე სახანძრო სიგნალიზაციის სტრუქტურული სქემა.



ნახ.9.8. თანამედროვე სახანძრო სიგნალიზაციის სტრუქტურული სქემა

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რა არის სახანძრო სიგნალიზაციის დანიშნულება?
2. რა ძირითადი კომპონენტებისაგან შედგება სახანძრო დაცვის სისტემა?
3. ჩამოთვალეთ ძირითადი ფაქტორები, რაზეც რეაგირებს სახანძრო სიგნალიზაცია.
4. რაზე ახდენენ რეაგირებას ახლად შექმნილი მულტისენსორული მაუწყებლები?
5. ჩამოთვალეთ მულტისენსორული მაუწყებლების მწარმოებელი ფირმები.

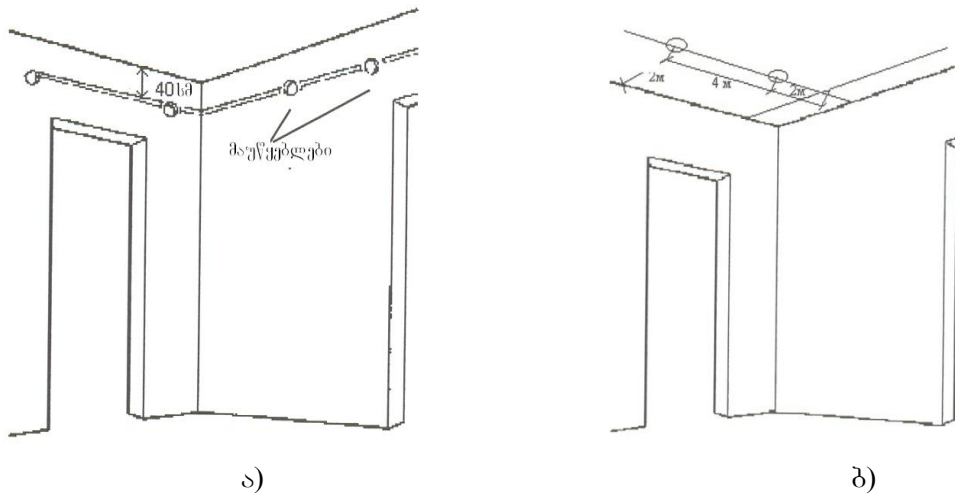
**9.6. სახანძრო სიგნალიზაციის მონტაჟი**

სახანძრო სიგნალიზაციის მონტაჟისათვის საჭიროა შემდეგი ტექნიკური საშუალებები: მაუწყებლები; მიმღებ-მაკონტროლებელი ხელსაწყოები; კონცენტრატორები; სინათლის და ხმოვანი სიგნალიზატორები; კაბელები და სადენები.

სატელეფონო კაბელების მეშვეობით მაუწყებლები ერთდებიან და წარმოქმნიან შლეიფს. **შლეიფი** არის ჩაკეტილი დენგამტარი კონტური, რომელიც შედგება მიმდევრობით ან პარალელურად შეერთებულ მაუწყებლებისაგან.

**დაიმახსოვრეთ!** მაუწყებლები, რომლებიც აღიქვამენ მაღალ ტემპერატურას ( $70^{\circ}-72^{\circ}$ ), რეკომენდებულია აალების ყველაზე დიდი ალბათობის ზონებში და ცხელი ჰაერის დავროვების ადგილებში.

როგორც წესი, მაუწყებლებს აყენებენ ჭერზე. თუ ჭერზე არის მოხატულობა ან ხელოვნების სხვა ნიმუში, მაუწყებლების დაყენება დასაშვებია კედლებზე, ჭერიდან არაუმეტეს 40 სანტიმეტრზე (ნახ.9.9.ა). უდიდესი ფართობი, რომელზეც ვრცელდება ერთი მაუწყებლის მოქმედება, არის 15 მ<sup>2</sup>. ნებისმიერ მეტი ფართობის სათავსოში უნდა იყოს არანაკლებ ორი მაუწყებლისა.



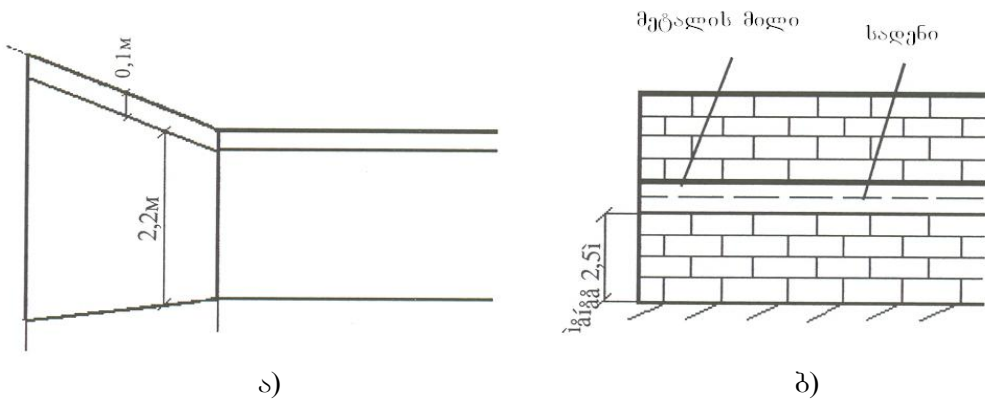
ნახ.9.9. მაუწყებლების დაყენება

ორ მაუწყებელს შორის უდიდესი მანძილია 4 მეტრი, კედლებიდან მაქსიმალური დაშორება – 2 მეტრი (ნახ.9.9.ბ). თუ ჭერი არეუბად არის დაყოფილი, 60 სმ-ზე მეტ ან ტოლ მანძილზე გამოწეული კოჭებით, თითოეულ არეში დგება არანაკლებ ორი მაუწყებლისა. თუ სათავსო დაყოფილია მაღალი თაროების განყოფილებებად და ჭერამდე აშორებს 60 სმ ან უფრო ნაკლები, მაუწყებლები დგება თითოეულ განყოფილებაში. 9 მეტრზე მაღალი ჭერის დროს მცირე ზომის მაუწყებლების დაყენება არ არის მიზანშეწონილი.

შემტყობინებელის (სითბური იოლადღნობადი) მოქმედება დამყარებულია იმაზე, რომ  $72^{\circ}$ -მდე ტემპერატურის აწევსას იოლადღნობადი შენადნობით შედუღებული საკონტაქტო ზამბარები იგლიჯება და თიშავს შლეიფის კონტაქტებს. მაუწყებელი მაგრდება ჭერზე სჭვალებით (შურუპებით), წებოთი და კავებით სახანძრო შემტყობინებლის მუშაობის პრინციპი დამყარებულია იმაზე, რომ ნორმალური ტემპერატურისას ჰერკონი (ჰერმეტიკული კონტაქტი) ჩაკეტილია, რადგანაც ფერიტის რგოლები თავისი მაგნიტური ველით განჭვოლდვენ ჰერკონს.  $70^{\circ}$  ტემპერატურაზე ფერიტი კარგავს მაგნიტურ თვისებებს და ჰერკონის კონტაქტები განირთვება. მაუწყებლებელი ირთვება მრავალჯერადად, რადგანაც გაცივების შემდეგ ფერიტის რგოლებს კვლავ უბრუნდებათ მაგნიტური თვისებები, მაგრამ პრაქტიკულად ხანძრის დროს მაუწყებელი იწვება და მეორედ ვეღარ ფუნქციონირებს. მაუწყებელი ჭერზე მაგრდება სჭვალებით (შურუპებით) ან წებოთი, ხოლო მაუწყებლის მუშაობა მოწმდება ომმეტრით მაუწყებლის კონტაქტებს უერთებენ ომმეტრს,

რომელზეც უნდა აღინიშნებოდეს ნულთან მიახლოებული ჩვენება. თუ მაუწყებელს „მიეწოდება“ ცხელი ჰაერის ნაკადი, ზემოქმედების რამდენიმე (2–3) წუთის შემდეგ გამართული მაუწყებელის გერკონი უნდა გაითიშოს, უნდა ამუშავდეს ხმოვანი და სინათლის სიგნალიზატორები, ცხელი ჰაერის ზემოქმედების შეწყვეტის შემდეგ გერკონის კონტაქტები კვლავიკეტება.

**სახანძრო სიგნალიზაციის სახაზო-საკაბელო მოწყობლობის გაყვანისა და დამაგრების წესები:** 1. სახანძრო სიგნალიზაციის დანადგარების შლეიფები სრულდება 60 ვ ძაბვაზე დამოუკიდებელი სადენებითა და კაბელებით; 2. შლეიფები დამაკავშირებლთ უერთდება განმშტოებელ კოლოფებს; 3. შლეიფის სადენების, ელექტროკვებისა და განათების კაბელების ღია პარალელური გაყვანისას, მათ შორის მანძილი უნდა იყოს არანაკლებ 25 მმ-ისა. 4. სადენების ტრასა ყველა კომუნიკაციის გათვალისწინებით უნდა იყოს უმოკლესი. 5. შლეიფები გაიყვანება იატაკიდან არანაკლებ 2,2 მ-ის სიმაღლეზე და ჭერიდან არანაკლებ 0,1 მ-ის დაშორებით (ნახ.7.10.ა). შლეიფის 2,2 მ-ზე ნაკლებ სიმაღლეზე გაყვანისას გათვალისწინებულ უნდა იქნას სადენების დაცვა მექანიკური დაზიანებებისგან. 6. ელექტროგაყვანილობა, რომელიც გაივლის შენობის გარე კედლებზე – 2,5 მ-ზე მეტ სიმაღლეზე, უნდა შესრულდეს დაფარული ხერხით ან მეტალის მილებში (ნახ.7.10.ბ). 7. სადენებისა და კაბელების 90°-იანი ან მასთან მიახლოებული კუთხით გაყვანისას, მოღუნვის რადიუსი უნდა უდრიდეს კაბელის არანაკლებ 7 დიამეტრს.



ნახ.9.10. შლეიფების გაყვანის ზომები (ა) და ხერხები (ბ)

სახაზო-საკაბელო მოწყობილობის დამაგრება უნდა სრულდებოდეს შემდეგი წესების დაცვით: სადენები მაგრდება ფოლადის ლურსმნებით იმ პირობით, რომ ლურსმნის თავის დიამეტრი არ აღემატება ძარღვებს შორის მანძილს; სადენები მაგრდება თხელფურცლოვანი მოთუთიებული ფოლადის კავებით ან სამაგრებით, პოლიეთილენის ელასტიური სამაგრებით;

**საკონტროლო კითხვები:**

1. ჩამოთვალეთ სახანძრო სიგნალიზაციის მონტაჟისათვის საჭირო ტექნიკური საშუალებები;
2. სად აყენებენ მაუწყებლებს?
3. ჩამოთვალეთ სახანძრო სიგნალიზაციის სახაზო-საკაბელო მოწყობლობის გაყვანისა და დამაგრების წესები.
4. რა უდიდესი მანძილია ორ მაუწყებელს შორის?

## 9.7. GSM სისტემით დაცვა

GSM სისტემის დანიშნულებაა საგანგაშო სიგნალი გადაიცეს SMS-ით ან ხმის სახით აბონენტის ტელეფონზე ან დაცვის პულტზე.

დღეისათვის არსებობს საკმაოდ დიდი რაოდენობა დაცვის სხვადასხვა სისტემებისა საერთო სახელწოდებით GSM დაცვა. ყველა ეს სისტემა ძლიერ განსხვავდება ერთმანეთისაგან თავისი ფუნქციებით, შესაძლებლობითა და ფასებით. განვიხილოთ მოცემული სისტემების მუშაობის საერთო პრინციპები.

**დაიმახსოვრეთ!** GSM დაცვის სისტემები ისეთი სისტემებია, რომლებიც საშუალებას გვაძლევენ რეალური დროის რეჟიმში დისტანციურად ვაკონტროლოთ და ვმართოთ სახლი, ბინა, აგარაკი, ოფისი, გარაჟი, ავტომობილი და სხვა ჩვეულებრივი მობილური ტელეფონის დახმარებით.

მობილური ტელეფონი ამ შემთხვევაში თამაშობს „დისტანციური მართვის“ როლს. სხვადასხვა მოწყობილობების ჩართვა-ამორთვის, შენობის მოსმენის, გატეხვის მცდელობის დროს განგაშის შეტყობინების, ობიექტის დაცვის მოხსნა-დაყენების, თვით სისტემის, გამათბობელი და სხვა მოწყობილობების კონტროლის დროს.

GSM დაცვის სისტემა (ნახ.9.11.) შედგება ძირითადი ბლოკის, შენობაში დამონტაჟებული დაცვის გადამწოდების, ფიჭური ტელეფონის ან GSM მოდემის სახით კავშირის მოდულისა და უწყვეტი კვების წყაროსაგან, რომელსაც ელექტროენერჯის შეწყვეტის შემხვევაში გააჩნია უნარი შეინარჩუნოს სისტემის უწყვეტი მოქმედება რამდენიმე კვირის განმავლობაში.



ნახ. 9.11. GSM დაცვის სისტემის სტრუქტურული სქემა

კავშირის მოწყობილობაში ყენდება რომელიმე ფიჭური ოპერატორის SIM-ბარათი, რითაც სისტემას გააჩნია თავისი ინდივიდუალური სატელეფონო ნომერი, რომლის მეშვეობითაც ხორციელდება სისტემასთან ურთიერთობა.

სისტემის მუშაობის პრინციპი: რომელიმე გადამწოდის ამუშავების შემთხვევაში (მაგალითად ბინის გატეხვის მცდელობისას) სისტემა დაუყონებლივ რეკავს მფლობელის ტელეფონზე. სისტემაში შეიძლება ჩავაპროგრამოთ რამდენიმე ტელეფონის ნომერი, მაგალითად, ოჯახის წევრების, ნდობით აღჭურვილი პირების და სისტემა რეკავს ნომრებზე წრიულად მანამ, სანამ რომელიმე მათგანი არ გასცემს პასუხს და არ შეატყობინებს მომხდარის შესახებ (სისტემის ტიპის მიხედვით) შემდეგი სახით:

ხმოვანი შეტყობინებით (მაგალითად: „გაღებულია ფანჯარა“, „კვამლია“ და სხვა); განგაშის ტონალური სიგნალით; SMS შეტყობინებით (მაგალითად, „კარები“, „გაღებულია შესასვლელი კარები“ და სხვა).

ზოგიერთ სისტემას შეუძლია გაგზავნოს განგაშის შეტყობინება დაცვის დაწესებულების პულტზე. ამ დროს ობიექტი არ არის მიერთებული არც ქალაქისა და არც ადგილობრივ სატელეფონო ხაზებზე, რაც საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ აღნიშნული სისტემა ყველგან, სადაც კი არსებობს ფიჭური კავშირგაბმულობის რომელიმე ოპერატორის მიღების საშუალება. კავშირის არხი შეიძლება დუბლირებული იქნეს სატელეფონო ქსელით, რაც სისტემას ხდის უფრო საიმედოს. როგორც ზემოთ აღნიშნულიდან ჩანს, GSM დაცვის სისტემა ძალიან მარტივია გამოყენებაში.

### **საკონტროლო კითხვები:**

1. რაში მდგომარეობს GSM დაცვის სისტემის მუშაობის პრინციპი?
2. რა როლს თამაშობს მობილური ტელეფონი?
3. სად შეიძლება გამოვიყენოთ GSM დაცვის სისტემა?

### **შეფასების ინდიკატორები:**

#### **ვიდეოდომოფონების დაყენება:**

- ვიდეოდომოფონის შეღწევის კონტროლის მოწყობილობასთან ჩართვის ელექტრული სქემის გაცნობა;
- ვიდეოდომოფონის დაყენება და მონტაჟის შესრულება.

#### **ზარის სიგნალიზაციის დაყენება:**

- ზარებისა და ზუმერების დაყენება.

#### **ვიდეომეთვალყურის სისტემები და მათი მონტაჟი:**

- სათვალთვალო ვიდეოკამერის დაყენება.
- მოძრაობის დეტექტორების მონტაჟი;
- უწყვეტი კვების სისტემის დამონტაჟება;

#### **სიგნალიზაციის სისტემები:**

- გადამწოდების დაყენება.

#### **სახანძრო სიგნალიზაცია:**

- ხანძარსაწინააღმდეგო გადამწოდების დამაგრება, განგაშის ქსელის მოწყობა;

**GSM სისტემით დაცვა:**

- GSM სისტემის გაცნობა;
- GSM სისტემის მონტაჟის შესრულება.



## თავი X. შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობები (შგმ) და მათი მონტაჟი

ამ თავში თქვენ გაეცნობით ენერჯის მიღებისა და განაწილებისათვის, სამფაზიანი სისტემის გამტარების გადატვირთვისა და მოკლე ჩართვისაგან დაცვისათვის განკუთვნილ კომპლექტურ მოწყობილობას, რომელსაც შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობები (შგმ) ეწოდებათ; მათი და ელექტროფარის მონტაჟისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს; სასართულე გამანაწილებელ ფარებსა და მათი მონტაჟის თანმიმდევრობას.

### 10.1. შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობების მონტაჟისადმი წაყენებული მოთხოვნები

საცხოვრებელ, საზოგადოებრივ და ადმინისტრაციულ შენობებში იყენებენ შემყვან-გამანაწილებელ და განათების მოწყობილობებს. შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობა წარმოადგენს კომპლექტურ მოწყობილობას ელექტრული ენერჯის მიღებისა და განაწილებისათვის, სამფაზიანი სისტემის გამტარების გადატვირთვისა და მოკლე ჩართვისაგან დაცვისათვის. შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობების მონტაჟისადმი წაყენებული მოთხოვნები ნაჩვენებია ელექტროდანადგარების მოწყობის წესებში.

**დაიმახსოვრეთ!** ელექტროდანადგარების მოწყობის წესები გეჩვენებენ, რომ: შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობები არ შეიძლება განლაგებულ იქნას სანიტარული კვანძებისა და სააბაზანო ოთახების, აბანოების სამრეცხაო და ორთქლის განყოფილებების, საშხაპეებისა და სხვა სათავსოების ქვემოთ, სადაც ავარიის შემთხვევაში შესაძლებელია ტენიანობის მომატება ან დატბორვა.

დაუშვებელია მილსადენების გაყვანა, მათ შორის გაზის, შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობების სათავსოების თავზე. თვით სათავსოს გათბობის მილების გარდა, ყველა გამავალ მილს უნდა ჰქონდეს დაცვა კონდენსატისაგან. სათავსოში უნდა იყოს ბუნებრივი ვენტილაცია, ელექტრული განათება, ხოლო ტემპერატურა არ უნდა დაეცეს პლუს 5 გრადუსს ქვემოთ. სათავსოს კარები უნდა იღებოდეს გარეთ, მათ უნდა ჰქონდეთ თვითჩამკეტი ურდულები, რომლებიც უნდა იღებოდნენ შიგნიდან, გასაღების გარეშე.

შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობების სათავსოს პროექტში აუცილებლად გათვალისწინებული უნდა იყოს კვების კაბელების შეყვანა ქვემოდან, ცრუ იატაკიდან. გარდა ამისა, გათვალისწინებული უნდა იყოს ავარიული განათება. ელექტროფარები აიკრიბება მხოლოდ დამტკიცებული პროექტის მიხედვით. დღეისათვის არასაცხოვრებელ და ადმინისტრაციულ შენობებში მოითხოვება გამანაწილებელ ფარებთან ერთად დაყენებული იქნეს ცალკე აღრიცხვის ფარი, რომელიც უშუალოდ ჩაირთვება შემავალ მკვებავ კაბელთან. მასზე ყენდება მხოლოდ შემყვანი ავტომატი და მთელი ობიექტის მოხმარებული ელექტროენერჯის აღმრიცხავი ელექტრომრიცხველი. შემყვანი კაბელის ფაზა ირთვება შემყვან ავტო-

მატთან, ნულოვანი გამტარი – მრიცხველთან, ხოლო დამცავი გამტარი – ფარის ჩამიწვებასთან. აღრიცხვის ფარი ყენდება იატაკიდან 1,5 მ სიმაღლეზე (მრიცხველის ფანჯრამდე) და არანაკლებ 0,5 მ დაშორებით გამაცხელებელი ხელსაწყოებიდან და მილებიდან. გამანაწილებელი ფარი უშუალოდ ჩართულია აღრიცხვის ფართან. გამანაწილებელ ფარზე ყენდება: ავტომატური ამომრთველები, დამცავი გამორთვის მოწყობილობა, ნულოვანი და დამცავი კალაპოტები.

**დაიმანსოვრეთ!** მკვებავი კაბელი შეირჩევა დატვირთვიდან გამომდინარე ფაქტორებით: 3 ძარღვიანი ერთფაზა მომხმარებლებისათვის და 5 ძარღვიანი სამფაზა მომხმარებლებისათვის.

შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობების სათავსოში მკვებავი კაბელი ხაზთან ჩაერთვება ავტომატური ამომრთველის გავლით და უკეთდება მარკირება.

#### საკონტროლო კითხვები:

1. სად იყენებენ შემყვან-გამანაწილებელ მოწყობილობებს?
2. სად არ შეიძლება იყოს განლაგებული შგმ?
3. რა აპარატები ყენდება აღრიცხვის ფარზე?
4. რა მანძილზე ყენდება იატაკიდან აღრიცხვის ფარი?

## 10.2. ელექტროფარის ელექტრომონტაჟისადმი წაყენებული მოთხოვნები

ელექტროფარის ელექტრომონტაჟისადმი წაყენებული მოთხოვნებია:

- ელექტროსამონტაჟო სამუშაოები სრულდება იქნეს მხოლოდ კვალიფიციური პერსონალის მიერ;

- ფარში ყველა შეერთებები წარმოებს არანაკლებ 4 მმ<sup>2</sup> კვეთის მქონე, ერთძარღვიანი გამტარით და აუცილებლად სტანდარტული შეფერილობით;

- მრავალძარღვიანი გამტარების ბოლოები უნდა იყოს მოკალუღი ან ბუნიკიანი;

- დამცავი გამორთვის მოწყობილობა და დატვირთვის ავტომატური ამომრთველი ყენდება ფარის ზედა ნაწილში, ნულოვანი და დაცვის კალაპოტები – ქვედაში;

- დატვირთვის ავტომატური ამომრთველები გაწერილი უნდა იყვნენ დატვირთვის მიხედვით;

- გამანაწილებელი ქსელის ყველა გამავალი ფაზა ჩართული უნდა იყოს შესაბამის ავტომატურ ამომრთველთან; მაგრამ არაუმეტეს ორი გამტარისა ერთი ხრახნიანი მომჭერის ქვეშ;

- ყვითელ-მწვანე ფერის დამცავი გამტარი გაერთიანებულია დამცავ კალაპოტთან, რომელიც აუცილებლად შეერთებულია ქანჩით დამცავ ფართან.

განათების ელექტრომოწყობილობების მიმართ არსებობს შემდეგი ტექნიკური მოთხოვნები:

- მისი ყველა ელემენტის საიმედოობა და მუშაობის უწყვეტობა;
- შენობისა და სამუშაო ადგილების განათების საჭირო დონის უზრუნველყოფა;

- ხელსაწყოების, სანათებისა და აპარატების მოხერხებული და უსაფრთხო რემონტი და მომსახურება.

- ელექტროფარის სამონტაჟო სამუშაოების შესრულებისას აკრძალულია:**
- გამტარების შეერთება დაგრეხვით და არაუშეტეს ორი გამტარისა ერთი ხრახნიანი მომჭერის ქვეშ;
  - მრავალძარღვა კაბელის გამოყენება ბუნიკების გარეშე;
  - ერთ ღარში, არხში, მილსა და ხოკერში ძალოვანი და სუსტი დენების ქსელების ჩაღაგება;
  - ფერის მიხედვით არასტანდარტული გამტარების გამოყენება. უკიდურეს შემთხვევაში დასაშვებია მსგავსი ფერის გამტარების გამოყენება ან ძარღვების შეღებვა;
  - ელექტროფარის კედლებსა და ელექტროფარში გამტარებისა და კაბელების გაყვანა პოლივინილქლორიდის ან პლასტმასის მიღების გარეშე.

შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობა კომპლექტდება ცალმხრივი მომსახურების პანელებისაგან და შეიძლება იყოს ერთ ან მრავალპანელიანი. პანელები იყოფა: შემყვან, გამანაწილებელ და შემყვან-გამანაწილებელ სახეებად და კომპლექტდება შემყვანი აპარატურით, ნომინალურ დენზე 250 და 400 ამპერი, ავტომატებითა და დამცველებით.

შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობები შეიძლება აიწყოს შემყვანი, გამანაწილებელი და შემყვან-გამანაწილებელი პანელებისაგან სხვადასხვა ელექტრული სქემებისათვის, რომლებიც მზადდება ფოლადის ერთიანი კონსტრუქციებისათვის და ერთმანეთთან ერთდებიან ჭანჭიკებით.

შემყვანი ნაწილი შედგება ერთი-ორი დამცველებიანი ჩამრაზისა ან გადამრთველისაგან. ერთი ან ორი ავტომატური ამომრთველის ან კონტაქტორისაგან, ასევე რეზერვის ავტომატური შეყვანის აპარატურისაგან.

**დაიმახსოვრეთ!** გამანაწილებელ ნაწილში აყენებენ ავტომატებს ან დამცველებს და ელექტრული ენერჯიის აღრიცხვის ხელსაწყოებს.

საცხოვრებელ და ადმინისტრაციულ შენობებში ყველაზე დიდი გამოყენება ჰპოვა БРУ–1А (ნახ.10.1.ა), БРУ–3А და БРУ–8504А (ნახ.10.1.ბ) ტიპის შემყვან-გამანაწილებელმა მოწყობილობებმა. БРУ–3А ტიპის მოწყობილობა БРУ–1А ტიპის მოწყობილობისაგან მცირედ განსხვავდება. БРУ–3А ტიპის პანელები მზადდება БРУ–1А ტიპის პანელების შესაცვლელად. ისინი განსხვავებიან უკეთესი გამთლიანებით, მცირე გაბარიტებითა და მეტალოტევადობით.

**შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობის პირობითი აღნიშვნების სტრუქტურა.**

შემყვან-გამანაწილებელ მოწყობილობას გააჩნია თავისი პირობითი აღნიშვნები. მაგალითად, БРУ–1А–23–53–УХЛ14 ნიშნავს:

БРУ – შემყვან – გამანაწილებელი მოწყობილობა; 1 – დამუშავების ნომერი; А – ავტომატიკა; 23 – პანელის დანიშნულება: 11–18 – შემყვანი; 21–29 – შემყვან-გამანაწილებელი; 41–50 – გამანაწილებელი; 5 – აპარატის არსებობა შემყვანზე; 0

– არ არსებობს; 1 – გადამრთველი 250ა; 2 – გადამრთველი 400ა; 5 – ამომრთველი 250 ა; 6 – ამომრთველი და გადამრთველი 250 ა; 7 – ამომრთველი, მცველი და რეზერვის ავტომატური ჩართვის აპარატი 100 ა-ზე; 8 – ამომრთველი, მცველი და რეზერვის ავტომატური ჩართვის აპარატი 250 ა-ზე. 3 – დამატებითი მოწყობილობის არსებობა: 0 – არ არსებობს; 1;2 – განათების ავტომატური მართვის ბლოკი 30×16 ა ავტომატური ამომრთველებით; 3;4 – განათების ავტომატური მართვის ბლოკი 14×16 ა ავტომატური ამომრთველებით; 5;6 – ბლოკი მცველებით 8×16 ა.

УХЛ4 – კლიმატური შესრულება.



ა)



ბ)

**ნახ.10.1 BPY-1A (ა) და BPY-8504A (ბ) შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობები**

მაღალსართულიან საცხოვრებელ და საზოგადოებრივ შენობებში აყენებენ შემყვან-გამანაწილებელ მოწყობილობას BPY-8504 A. იგი გაკუთვნილია 380/220 ვ ძაბვის სამფაზა დენის, 50 კვ სიხშირის ქსელებში ელექტროენერჯის მიღების, განაწილებისა და აღრიცხვისათვის. ან ასევე უნდა დაიცვას ქსელი მოკლედ შერთვის, გადატვირთვისა და სხვა შეცდომითი ჩართვებისაგან. ამ მოწყობილობის პანელები იყოფიან: შემყვან, გამანაწილებელ და რეზერვის ავტომატური ჩართვის პანელებად;

**შემყვანი პანელი თავის მხრივ შეიცავს:** ა) აღრიცხვის განყოფილებას, რომელშიც დაყენებულია: დენის ტრანსფორმატორები, სამფაზა მრიცხველი, დენისა და ძაბვის საკონტროლო ხელსაწყოები; ბ) შემყვანის განყოფილებას, რომელშიც შედიან: დენმკვეთები, (გადამრთველები) და მცველები. დენგამტარ ნაწილებთან შეხების თავიდან აცილების მიზნით, შემყვანის განყოფილება დახურულია ცალკე მეტალის კარით.

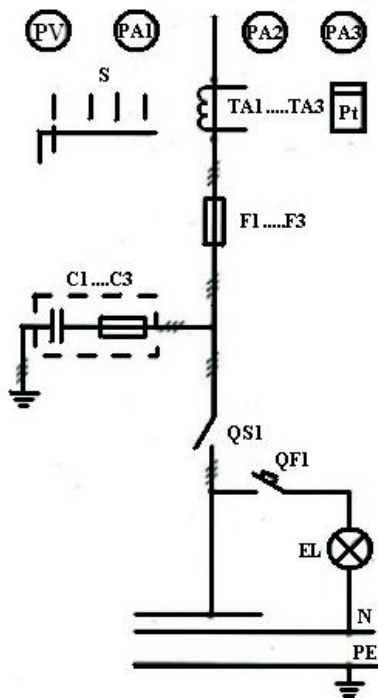
**გამანაწილებელ პანელებზე** გათვალისწინებულია ავტომატური ამომრთველების, ელექტრომაგნიტური გამშვებებისა და დამცავი გამორთვის მოწყობილობების დაყენების ადგილები. გამანაწილებელ პანელებში დამატებით დაყენებულია დენის ტრანსფორმატორები და სამფაზა მრიცხველი. მკვებავი კაბელების შეყვანა ხდება ქვემოდან, ხოლო გამავალი კაბელები შეიძლება გამოვიდეს როგორც ქვემოდან, ასევე ზემოდან – მოსახსნელი სახურავიდან. მრიცხველები, დენის ტრანსფორმატორები (განთავსდება ცალკე ნაკვეთურში და იკეტება ცალკე კარებით). განათების ავტომატური და არაავტომატური მართვის აპარატურა (განლაგდება ასევე ცალკე ნაკვეთურში). კომუტაციის აპარატები და დაცვის ხაზები (დაყენებულია ერთ პანელზე).

ნელზე, მაგრამ იკვებებიან სხვადასხვა შემყვანებისაგან და განცალკევებული არიან ტიხრებით).

შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობა დაზიანების გარეშე უძლებს 10 კა მოკლე ჩართვის დენს.

მაქსიმალური რაოდენობა და კვეთი ძარღვებისა, რომელებიც მიერთებულია ერთ შემყვან მომჭერთან: 250 ამპერზე – 4×95 კვ.მმ., 400 ამპერზე – 4×150 კვ.მმ.

ნახ.10.2-ზე მოცემულია BPY–8504A. შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობის შეერთების პრინციპული სქემა.



ნახ.10.2. BPY–8504A. შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობის შეერთების პრინციპული სქემა

ნი-მკვებავი კაბელების გამოსხნას, ელექტრომოწყობილობისა და შესაცვლელი შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობის დემონტაჟს. პირველ რიგში, მონტაჟდება ახალი შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობა შესაბამისი დამაგრებით, რომელიც უნდა შეესაბამებოდეს დამტკიცებულ სქემას. ამის შემდეგ ხდება კაბელების გაყვანა და მის ძარღვებზე ბოლოების გაკეთება. ახალ ელექტრომოწყობილობებთან შესაბამისი სქემის მიხედვით მიჰყავთ და ამაგრებენ მკვებავ გამტარებს. ცენტრალურ დენმკვეთთან ან მისი არ არსებობის შემთხვევაში, გამთიშ მოწყობილობასთან აერთებენ შემყვან კაბელებს. ამის შემდეგ ვახდენთ აკრეფილი ელექტრული სქემის წრედების, სქემის ელემენტების ტესტირებასა (გარეკვა) და მარკირებას. ობიექტი ჩაერთვება მკვებავ ფიდერთან.

შეერთების პრინციპული სქემა შეიცავს: PA1, PA2, PA – ამპერმეტრები; PV – ვოლტმეტრი; TA1–TA3 – დენის ტრანსფორმატორები; F1- F3 – მცველები; Q51 – დენმკვეთი; QF1- ავტომატური ამომრთველი; EL – ვარვარა ნათურა; C1-C3 – კონდენსატორები; S – ვოლტმეტრის გადამრთველი; P1 – სამფაზა მრიცხველი.

შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობების ელექტრომონტაჟი ხორციელდება სქემის მიხედვით, რომელიც შეიცავს ელექტროსამონტაჟო სამუშაოების განსაზღვრულ თანმიმდევრობას, რომლის დარღვევა უსაფრთხოების ტექნიკიდან გამომდინარე, დაუშვებელია. პირველ რიგში, ელექტროსამონტაჟო სამუშაოები იწყება ობიექტის კვების წყაროდან გათიშვით. შემდეგ ვახდენთ შემყვან-

**დაიმახსოვრეთ!** შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობის ელექტროსამონტაჟო სამუშაოების დამთავრების შემდეგ რეკომენდირებულია ელექტროგაზომების ჩატარება მოძრავი ელექტროლაბორატორიის მიერ, რათა გამოვლენილი იქნეს დაშვებული დარღვევები.

შემოწმების მსვლელობისას პირველ რიგში ტარდება ელექტროდანადგარების, ელექტრომოწყობილობებისა და აკრეფილი სქემის ვიზუალური დათვალიერება. იზომება ჩამიწება. ამ დროს დაუშვებელია ჩამიწებული დანადგარების წრედის გაწვევა. მოწმდება კაბელების, გამტარების და ელექტროხელსაწყოების გრაფიკების იზოლაციის ხარისხი, ასევე მიმდინარეობს იზოლაციისა და „ფაზა-ნული“ მარყუჟის სრული წინაღობის გაზომვა; მოწმდება წრედის პარამეტრების შესაბამისობა დაცვის აპარატების (ავტომატური ამომრთველების) ტექნიკურ მახასიათებლებთან. მოწმდება დაცვის აპარატების დენზე ამუშავება; ხდება მართული დიფერენციალური დენით დამცავი გამორთვის მოწყობილობის გამოცდა.

ჩატარებული გამოკვლევებისა და გამოცდების საფუძველზე ელექტროლაბორატორია გასცემს ტექნიკურ ანგარიშს, რომელიც შედგება ელექტროგამოცდების ოქმებისა და დეფექტების უწყისისაგან.

**საკონტროლო კითხვები:**

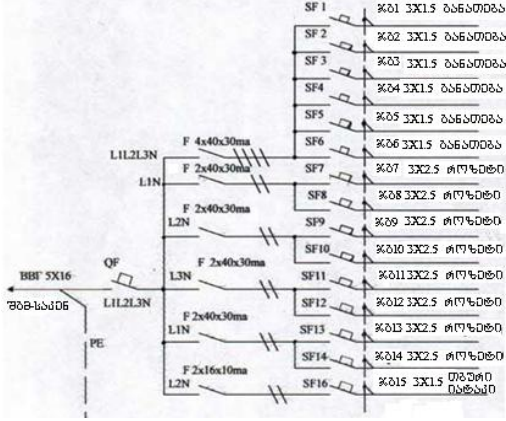
1. რა კვეთის გამტარით სწარმოებს ფარში შეერთებები?
2. სად არის გაერთიანებული ყვითელ-მწვანე ფერის დამცავი გამტარი?
3. რა ხელსაწყოებს აყენებენ გამანაწილებელ ნაწილში?
4. რა არის აკრძალული ელექტროფარის სამონტაჟო სამუშაოების შესრულებისას?

**10.3. სასართულე გამანაწილებელი ფარები და მათი მონტაჟი**

სასართულე გამანაწილებელი ფარის დანიშნულებაა 380/220 ვ ძაბვის ელექტროენერჯის მიღება, განაწილება და აღრიცხვა, აგრეთვე ხაზების დაცვა გადატვირთვისა და მოკლედ შერთვისაგან

განვიხილოთ სასართულე გამანაწილებელი ფარის მონტაჟის ერთ-ერთი ვარიანტი რომლითაც ხორციელდება ჯგუფური ქსელების დაცვა და ელექტროენერჯის მიწოდება ელექტრომომხმარებლებზე ქვემოთ მოტანილი ელექტრული სქემის მიხედვით (ნახ.10.3.).

სქემიდან ჩანს, რომ QF ავტომატური ამომრთველით ხორციელდება მთელი მოწყობილობის ჩართვა და ამორთვა. ფართან მომავალი BBF 5X16 ტიპის ელექტროკვების კაბელის დაცვა გადატვირთვისა და მოკლედ შერთვისაგან ხორციელდება შგმ-ში დაყენებული დაცვის აპარატით. ფარიდან გამავალი ჯგუფური ხაზები (L1, L2, L3 და N) გაჟონვის დენებიდან დაცულია F დიფერენციალური დენის ამომრთველებით, ხოლო გადატვირთვის დენებიდან SF ავტომატური ამომრთველებით. ჩვენს შემთხვევაში სასართულე ფარად გამოყენებულია Sneider Electric ფირმის



ნახ.10.3. მომხმარებელზე ელექტროენერჯის მიწოდების სქემა

პლასტმასის ბოქსი 36 მოდულზე IP 40 დაცვის ხარისხით. ფარის კომპლექტში შედის კლემის ბლოკები, რომლებიც წარმოადგენენ კლემური დამჭერების კომბინაციასა და მათზე დაყენებულ ლარტყას, რომელიც გამოიყენება, როგორც მუშა ნულოვანი N ასევე დამცავი – ნულოვანი PE სალტე.

ფარის დასამონტაჟებლად წინასწარ, ბეტონის კედელში, უნდა ამოიჭრას ნიში და ჩავდვათ მასში ბოქსი, შევიყვანოთ მკვებავი და ჯგუფური კაბელები (ნახ.10.4.ა) და დავამაგროთ იგი შურუპებით ან სამონტაჟო ქაფით. ქაფის გამოყენების შემთხვევაში, არ უნდა დაგვავიწყდეს ბოქსის კორპუსის შიგნით ჩავდვათ განბჯენები, რათა ქაფის გაცივებისას არ მოხდეს მისი დეფორმაცია. ქაფის გაცივების შემდეგ ვიწყებთ ფარის მონტაჟს.

მონტაჟის პირველ ეტაპზე ფარში შემავალი კაბელებისა და ჯგუფური ქსელების ნულოვან დამცველ გამტარებს (ყვითელი ფერის მწვანე ზოლით) ვასუფთავებთ იზოლაციისაგან და ვაერთებთ PE სალტესთან (ნახ.10.4.ბ).

**დაიმახსოვრეთ!** გამტარების შეერთებისას საჭიროა დავიცვათ მეტად საჭირო პირობა: დამცავი გამტარების მიერთების თანმიმდევრობა უნდა ემთხვეოდეს დამცავ აპარატებთან ნულოვანი და ფაზური გამტარების მიერთების რიგითობას.

თუ PE სალტეს მარცხენა პირველ მომჭერთან მიერთებულია ჯგ.1-ის დამცავი გამტარი, მაშინ ამ ჯგუფის დამცავი აპარატი DIN ლარტყაზე ყენდება პირველი და ა.შ. რიგითობით (ნახ.10.4.გ), რათა შემდგომში მაგალითად, რომელიმე გამავალ ხაზზე დაზიანების ძიებისას არ მოგვიხდეს სხვა მომჭერებიდან გამტარის გამორთვა.



ა)



ბ)

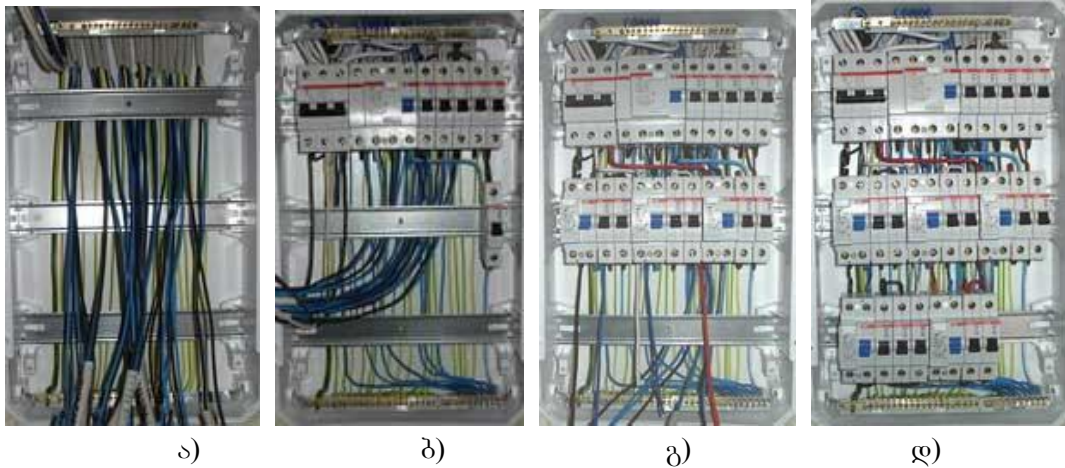


გ)

ნახ.6.10.4. გამანაწილებელი ფარის მონტაჟის თანმიმდევრობა

**დაიმახსოვრეთ!** არსებობს ფარის მონტაჟის დროს დაცვის აპარატების განლაგების ორი ძირითადი ხერხი: 1. როცა გამავალი ხაზების დიფერენციალური დენისა და ავტომატური ამომრთველები განლაგებულია ერთმანეთის გვერდით; 2. როცა ჯერ თანმიმდევრობით ყენდება გამავალი ხაზების დენის დიფერენციალური ამომრთველები, ხოლო შემდეგ იგივე თანმიმდევრობით – ავტომატური ამომრთველები.

შევასრულოთ მონტაჟი პირველი ვარიანტის მიხედვით 1X4 და 1X6 მმ<sup>2</sup> კვეთის გამტარებით. ვაყენებთ შინაგან კარკასს მასში დამაგრებული DIN ლარტყებით (ნახ.10.5.ა), რომლებზეც ყენდება დაცვის აპარატურა. ეს კონსტრუქცია მოხერხებულია იმით, რომ დამაგრების ხრახნების დახმარებით შესაძლებელია ლარტყის აწევა დაცვის აპარატურასთან ერთად განსაზღვრულ დონეზე. ვაყენებთ ნულოვან N სალტეს.



ნახ.10.5. სასართულე გამანაწილებელი ფარის მონტაჟის ერთი ვარიანტი

კვების კაბელის ნულოვანი მუშა გამტარს (ლურჯი ფერის) ვაერთებთ N სალტესთან, ვაყენებთ QF ავტომატურ ამომრთველს და ვრთავთ მკვებავი კაბელის ფაზურ გამტარებს ამ ამომრთველის ზედა მომჭერებთან (ნახ.10.5.ბ). ვაყენებთ დენის დიფერენციალური დაცვის ამომრთველს F და განათების გამავალი ხაზების ავტომატურ ამომრთველებს SF1 – SF6. რადგანაც DIN ლარტყა გათვლილია 12 მოდულზე, ამიტომ ერთ ავტომატურ ამომრთველს ვაყენებთ შემდეგ ლარტყაზე. ფარიდან გამომაგალ ფაზურ გამტარებს SF1 – SF6 (შავი ფერის) ვაერთებთ შესაბამის ამომრთველთან ქვედა მხრიდან ელექტრული სქემის მიხედვით (ნახ.10.5.გ). ამომრთველების ზედა მხარეებს ერთმანეთთან ვაერთებთ ზღუდარებით. სამი ფაზის შემაერთებელი ზღუდარი ფაზების შემდგომ ადვილად ამოცნობის მიზნით, სასურველია იყოს სხვადასხვა ფერის (შავი, ყავისფერი, წითელი, თეთრი, ნაცრისფერი). საჭიროების შემთხვევაში ვაყენებთ დამატებით N სალტეს, რომელთანაც მივაერთებთ ამ ჯგუფის ნულოვან მუშა გამტარებს. ეს სალტე ლურჯი ფერის ზღუდარით მიერთებული უნდა იქნეს დენის დიფერენციალური ამომრთველის ნულოვან გამოსასვლელ მომჭერთან.

ასეთივე თანმიმდევრობით ვაწარმოებთ დაცვის აპარატების დაყენებას, როზეტების ჯგუფისა და იატაკის გათბობის კვების ხაზების მონტაჟს. მოცემულ ეტაპზე დამატებითი სალტეების დაყენება არ მოითხოვება, რადგანაც მუშა ნულოვანი გამტარები ჩართულია უშუალოდ დენის დიფერენციალური ამომრთველის ნულოვან მომჭერებთან. მონტაჟი დამთავრებულია და მოწყობილობა მზადაა მუშაობისათვის (ნახ.10.5.დ).



## 10.4. იზოლაციის წინააღობის გაზომვა

კაბელის ან გამტარის მაიზოლირებელი გარსაცმი (იზოლაცია) გამოიყენება დენგამტარი ძარღვების (ფაზური იზოლაცია) ერთმანეთისა და თვით კაბელის (გამტარის) მიწისაგან (სასარტყელე იზოლაცია) განცალკევებისათვის. იზოლაცია შეიძლება იყოს პლასტიკური, რეზინის, ქაღალდის (ზეთისა და კანიფოლის ნარევით გაუღენთილი), მაგრამ ნებისმიერ შემთხვევაში მან უნდა შეასრულოს თავისი დანიშნულება – იზოლირება. დაზიანებული იზოლაცია ხელს უწყობს ელექტრული დენის გაუონვას ელექტროსისტემიდან და ვერ უზრუნველყოფს ელექტრომომხმარებლების უსაფრთხო მუშაობას.

მისი დაცვითი თვისებების შემოწმების მიზნით საჭიროა რეგულარულად გაკეთდეს გაყვანილობისა და კაბელების იზოლაციის წინააღობის გაზომვა. წინააღობა ეწოდება მაიზოლირებელი მასალის ელექტრულ წინააღობას. იზოლაციის წინააღობის გაზომვა ელექტროდანადგარების დიაგნოსტიკაში მნიშვნელოვანი ელემენტია. ამიტომ იზოლაციის წინააღობის გაზომვა უნდა წარმოებდეს ყველა ელექტრულ ხაზებსა და ქსელებში. ელექტრომომარაგება ძალიან ძლიერად არის დამოკიდებული კაბელებისა და გამტარების მდგომარეობაზე, ხოლო მათი მდგომარეობა – თავის მხრივ – იზოლაციის ხარისხზე. ამიტომ ექსპლუატაციამდე კაბელების იზოლაცია გადის მრავალჯერად შემოწმებას: ქარხანა-დამამზადებელში და სამონტაჟო სამუშაოების დაწყების წინ (იქნებ დაზიანდა ტრანსპორტირების დროს), მონტაჟის შემდეგ გაზომვა ხელახლა წარმოებს. შემდგომში დაზიანების მოძებნა ასევე წარმოებს იზოლაციის წინააღობის გაზომვით. რემონტის ან კაბელის შეცვლის შემდეგ სწარმოებს საკონტროლო გაზომვები.

იზოლაციის გაუარესებაზე გავლენას ახდენს ამინდი, ექსპლუატაციის ვადა. ძალიან მაღალი და ძალიან დაბალი ტემპერატურა აჩქარებს იზოლაციის დაძველებას, რამაც შეიძლება მიგვიყვანოს სრულიად მოულოდნელ პრობლემებამდე. იზოლაციის წინააღობის გაზომვა საშუალებას იძლევა გაზომვის მომენტისათვის გამოვავლინოთ მისი ცვეთის ხარისხი და მაიზოლირებელი თვისებები და თავიდან ავიცილოთ უბედური შემთხვევები. არასწორია დაველოდოთ ავარიებს, რათა შევამოწმოთ იზოლაციის ხარისხი. იზოლაციის უწყისიერობის მიზეზით უბედური შემთხვევების თავიდან აცილების მიზნით იზოლაციის წინააღობის შემოწმება ტარდება პერიოდულად. აუცილებელია მისი შემოწმება ახალი კაბელის ჩადებისა და გაყვანის დროს, ასევე არსებული ხაზის რემონტამდე და რემონტის შემდეგ.

იზოლაციის წინააღობის გაზომვების რაოდენობა დამოკიდებულია ხაზში გამტარების რაოდენობაზე (ზოგადად, ხაზზე 4-დან 15 გაზომვამდე). იზოლაციის შემოწმების შედეგების მიხედვით მიიღება გადაწყვეტილება შეიცვალოს თუ შეკეთდეს დაზიანებული იზოლაცია ან დავტოვოთ იგი როგორც არის, თუ იგი კარგ მდგომარეობაშია და შეესაბამება ყველა ნორმას.

იზოლაციის წინააღობის გასაზომად გამოიყენება სპეციალური ხელსაწყო – მეგაომმეტრი (მეგერი) (ნახ.10.6). ომმეტრისაგან განსხვავებით ის გამოიყენება მაღალი ძაბვების დროს (1000–2500 ვ). იზოლაციის წინააღობის გაზომვის შედეგების მიხედვით დგება ტექნიკური, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს

როგორც დოკუმენტი ან საფუძველი ელექტროგაყვანილობის, კაბელების, ყველა სახის კონტურების იზოლაციის რემონტის ან შეცვლისათვის.



ა)



ბ)

ნახ.10.6. ელექტრომექანიკური (ა) და ანალოგიური (ბ) მეგაომეტრები

გაზომების წინ ტარდება ყველა კაბელისა და გაყვანილობის, ელექტრომოწყობილობისა და გამანაწილებელი კოლოფების ვიზუალური დათვალიერება. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს იმ ადგილებს, სადაც იზოლაციას აქვს გამდნარი ბოლოები. ეს ნიშნავს, რომ ამ ადგილებში კაბელი ან სადენი გადახურდა, რაც ასევე უწესიერობაა და ექვემდებარება გამოსწორებას. ვიზუალური დათვალიერების შემდეგ წარმოებს იზოლაციის წინაღობის გაზომვა. ამისათვის საჭიროა გასაზომი კაბელიდან და გამტარიდან გამოირთოს ყველა ელექტრომოწყობილობა; თვით კაბელი უნდა გამოირთოს ელექტროკვებიდან; გამანათებელი ხელსაწყოებიან მოხსნილი უნდა იყოს ყველა ნათურა; ამომრთველები ჩართული უნდა იყოს. მხოლოდ ამ პირობების შესრულების შემდეგ უნდა ვაწარმოთ იზოლაციის წინაღობის გაზომვა. უკანასკნელი მაგრამ საჭირო პირობაა ხელსაწყოების შემოწმება. მეგაომეტრები ყოველწლიურად უნდა იყოს გამოცდილი, რომელთა გარეშეც მათი გამოყენება დაუშვებელია.

იზოლაციის წინაღობის გაზომვა ტარდება ფაზურ ( A-B; B-C; C-A), ფაზურ და ნეიტრალურ (A-N; B-N; C-N), ფაზურ გამტარებსა და მიწას (A-PE; B-PE; C-PE), ხოლო შემდეგ ნეიტრალურ გამტარებსა და მიწას (N- PE) შორის. იზოლაციის წინაღობის გაზომილი მნიშვნელობა არ უნდა იყოს 0,5 მომ-ზე ნაკლები. იმ შემთხვევაში, თუ ხელსაწყოს ჩვენება არ შეესაბამება ელექტროდანადგარების მოწყობის წესების ნორმებს, მაშინ ეს კაბელი აუცილებლად უნდა გამოიცვალოს.

იზოლაციის წინაღობის გაზომვის დროს უნდა ვისარგებლოთ მოქნილი გამტარებით, რომელთაც ბოლოზე აქვთ იზოლირებული სახელურები, კონტაქტური საცეცების წინ შემზღუდავი რგოლებით. გამტარების სიგრძე, გაზომვის პირობებიდან გამომდინარე, უნდა იყოს მინიმალური.

ჩამიწების კონტურის, გაყვანილობის, საკონტროლო კაბელების იზოლაციის წინაღობის გაზომვა წარმოებს სამი ძირითადი მანქანების დახმარებით: აბსორ-

ბციისა და იზოლაციის პოლარიზაციით, ასევე იზოლაციის წინააღმდეგობით მუდმივი დენის მიმართ. ამ ხერხების გამოყენება საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ იზოლაციის დაზიანებისა და გაჭუჭყიანების არსებობა, მისი დანესტიანება და დაძველება. საკონტროლო კაბელების იზოლაციის წინააღმდეგობის გაზომვა ტარდება არა ყველა, არამედ ყველაზე მნიშვნელოვან ელექტრულწრედებში.

დამოუკიდებლად შეიძლება შევამჩნიოთ ზოგიერთი სახის დაზიანებები. მაგალითად, ელექტროგაყვანილობის იზოლაციის წინააღმდეგობის გაზომვა ელექტროლაბორატორიის გარეშე შეიძლება აწარმოოს საწარმოს ელექტრიკოსმა. უწესრიგობის აღმოჩენის შემთხვევაში, იგი არ დაელოდება დასკვნას და მყისვე დაიწყებს რემონტს და არ დაუშვებს სერიოზულ ავარიებასა და მუშაობაში შეფერხებებს. მაგრამ თუ ელექტროგაყვანილობის იზოლაციის წინააღმდეგობის გაზომვის გარდა საჭიროა შესაბამისი დოკუმენტები. მაშინ აუცილებლად უნდა გამოვიძახოთ ელექტროლაბორატორია და მისი დახმარებით ვაწარმოოთ იზოლაციის გაზომვა, რადგანაც მხოლოდ მისი ანგარიშები და გამოცდები არის ოფიციალური დოკუმენტი მაკონტროლებელი ორგანიზაციისათვის.

#### **საკონტროლო კითხვები:**

1. რა დანიშნულება გააჩნია სასართულე გამანაწილებელ ფარს?
2. რით ხორციელდება ელექტროკვების კაბელის დაცვა გადატვირთვისა და მოკლედ შერთვისაგან?
3. დაცვის აპარატების განლაგების რამდენი ხერხი არსებობს მონტაჟის დროს?

#### **შეფასების ინდიკატორები:**

**შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობების მონტაჟისადმი წაყენებული მოთხოვნები:**

- ელექტროდანადგარების მოწყობის წესების გაცნობა;
- დაცვის მოწყობილობის დაყენება;
- აღრიცხვის ფარების დაყენება.

**შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობების მონტაჟი:**

- სამაგრი მასალების დასაყენებელი ადგილების მონიშვნა და დაყენება;

**შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობების დაყენება:**

- შემყვან-გამანაწილებელი მოწყობილობების დაყენება;
- ავტომატური გამომრთველის დაყენება.

**სართულებისა და ბინების განათების ფარების მონტაჟი:**

- კედელში ნიშის ამოჭრა და ბოქსის დაყენება;
- DIN ლარტყაზე დაცვის აპარატურის დაყენება;
- როზეტების ჯგუფისა და იატაკის გათბობის კვების ხაზების მონტაჟი.

## თავი XI. ელექტრონული საკეტები, მრიცხველები, პროექტორები

ამ თავში თქვენ გაეცნობით თანამედროვე ელექტრომაგნიტურ და ელექტრომექანიკურ საკეტებს; ზოგიერთი მათგანის მოქმედების პრინციპებსა და დაყენების წესებს; ელექტრულ სქემებს; ელექტრორაზებს; ელექტროენერჯის აღრიცხვის ერთფაზა და სამფაზა მრიცხველებს, მათ სამონტაჟო სქემებსა და მონტაჟის წესებს; სხვადასხვა სახის პროექტორებს, მათი დაყენებისა და რეგულირების წესებს.

### 11.1. ელექტრული საკეტები, მათი სახეები და მონტაჟი

ელექტრული საკეტები იყოფა ორ კლასად: 1. ელექტრომაგნიტური საკეტები; 2. ელექტრომექანიკური საკეტები და მმართველი რაზები.

ელექტრომაგნიტური საკეტი წარმოადგენს მოწყობილობას, რომელიც იჭერს კარს ჩაკეტილ მდგომარეობაში მძლავრი ელექტრომაგნიტის ძალის ხარჯზე, რომელზეც მუდმივად მიეწოდება ძაბვა. ამ ძაბვის მოხსნის შემდეგ მაგნიტური საკეტი განბლოკირდება.

ელექტრომაგნიტური საკეტები შედგებიან რამდენიმე ნაწილისაგან. საკეტის ერთი ნაწილი – მაგნიტი შეიძლება დავაყენოთ კარის ღიობის ზემოთ, ხოლო მეორე ნაწილი – მეტალის ფირფიტა უშუალოდ მაგრდება კარზე. რადგანაც რადგანაც ასეთი საკეტი მოითხოვს ენერჯიას, ამიტომ მასთან ერთად ყენდება კვების ბლოკი. იმისათვის, რომ შეხვიდე შენობაში, საჭიროა ელექტრონული გასაღების Touch Memory-ის, მაგნიტური ან Proxy ბარათის გამოყენება, რომელთაც გააჩნიათ სპეციალური კოდი.

ელექტრომაგნიტური საკეტები უზრუნველყოფენ დაჭერის დიდ ძალებს; ბორბლი განზრახულებისაგან დაცვას; მაღალ ცვეთამედევობასა და ნარჩენი მაგნეტიზმის არარსებობას.

ძალიან მაღალი მაგნიტური მახასიათებლების მქონე მასალების გამოყენება საშუალებას აძლევს ელექტრომაგნიტურ საკეტს დაიჭიროს 900 კგ-მდე დატვირთვა მოწყვეტაზე 10 ვტ სიმძლავრით მოხმარებული ელექტროენერჯის დროს.

**დაიმახსოვრეთ!** ელექტრომაგნიტურ საკეტებს ელექტრომექანიკურთან შედარებით გააჩნიათ უფრო მაღალი საიმედოობა. რადგან მათ არ გააჩნიათ მოძრავი დეტალები.

მაგალითისათვის მოვიყვანთ მრავალსართულიანი სახლის სადარბაზოს კარს, რომელიც დღე-ღამის განმავლობაში მუშაობს დაახლოებით 1000-ჯერ. ელექტრომაგნიტურ საკეტს შეუძლია ასეთ რეჟიმში სტაბილურად იმუშაოს, ხოლო ელექტრომექანიკურს – არა.

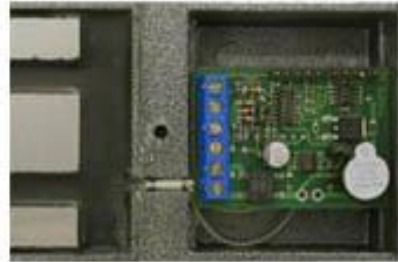
დაყენებისას საჭიროა კარის წონისა და საკეტის დამჭერი ძალის შესაბამისობა. ჩვეულებრივ შიგა მსუბუქი კარისათვის გამოიყენება საკეტები დაახლოებით, 150 კგ დამჭერი ძალით, ქუჩაში გასასვლელი კარებისათვის 250–500, მძიმე მეტალის კარისათვის – 1000 კგ-მდე.

ელექტრომაგნიტურ საკეტებს შეუძლიათ მუშაობა მაღალი ტენიანობის პირობებში და მდგრადია ატმოსფერული ნალექების ზემოქმედების მიმართ. ამ ტიპის საკეტების ერთერთი მნიშვნელოვანი ღირსებაა ის, რომ ქსელის კვების გამორთვის დროს ბლოკირდება და კარი რჩება ჩაკეტილი. მაგრამ მისი გაღება შეიძლება გასაღებით.

ნახ.11.1-ზე წარმოდგენილია TKL-500 ტიპის ორიგინალური დიზაინის კარზე გარედან დასამაგრებელი ელექტრომაგნიტური საკეტი და მისი მართვის ფირფიტა, რომელიც ყენდება საკეტის კორპუსზე. მისი დაჭერის ძალა შეადგენს 480 კგ-ს. მოითხოვს მუდმივ 12 ვ ძაბვასა და 0,7 ა დენს.



ა)



ბ)

ნახ.11.1. TKL – 500 ტიპის ელექტრომაგნიტური საკეტი (ა) და მისი მართვის ფირფიტა (ბ)

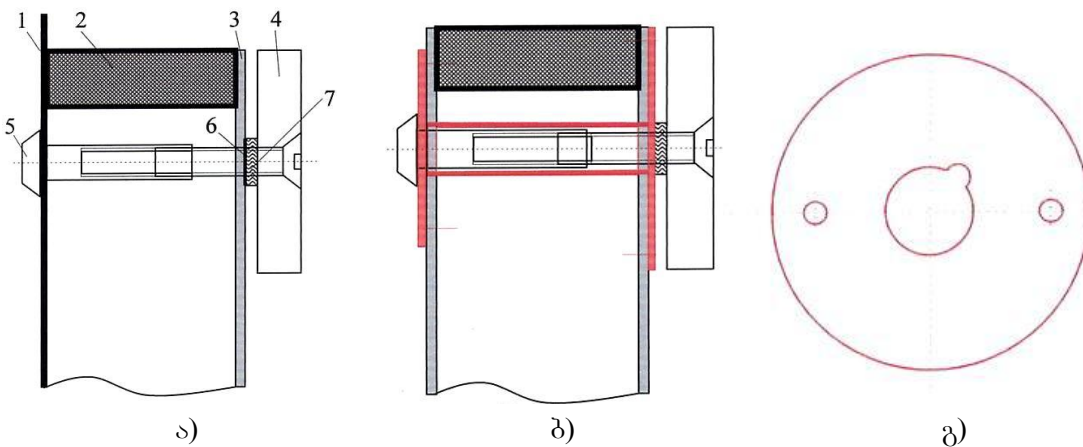


ნახ.11.2-ზე კი წარმოდგენილია კარში ჩასადგმელი ML-1200B (GS-705-30) ტიპის ელექტრომაგნიტური საკეტი, რომლის დაჭერის ძალაა 1200 კგ. მოითხოვს მუდმივ 12-28 ვ ძაბვას.

**ელექტრომაგნიტური საკეტების მონტაჟი.**

ნახ.11.3.ა-ზე წარმოდგენილია კარზე დასაყენებელი ელექტრომაგნიტური საკეტის ესკიზი.

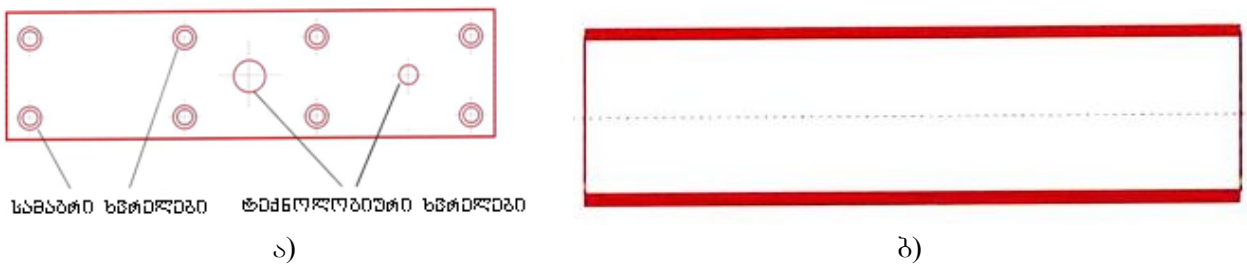
ნახ.11.2. ML -1200B (GS – 705-30) ტიპის ელექტრომაგნიტური საკეტი



ნახ.11.3. კარზე დასაყენებელი ელექტრომაგნიტური საკეტის ესკიზი (ა): 1 – კარის გარეთა მხარე; 2 – ხის სადგმელი; 3 – ორგალიტი; 4 – ელექტრომაგნიტური საკეტის ღუზა; 5 – მომჭიმი ქანჩი; 6 – მეტალის საყელური; 7- რეზინის საყელური

**დაიმახსოვრეთ!** დაბალი ხარისხის კარზე, რომლის შიგა მხარე ორგალიტი-საა და მასზე დაწებებულია დერმატინი ან დეკორატიული ფირი ელექტრომაგნიტური საკეტის დაყენებისას წარმოიშევა პრობლემა, რადგანაც ეს საკეტები გათვლილია ხისტ ზედაპირებზე სამუშაოდ.

ამიტომ ხარისხიანი მონტაჟის შესასრულებლად უნდა გამოვიყენოთ ორი დამატებითი მოწყობილობა – ფირფიტა (ნახ.11.4. ა) და მილისი (ნახ.11.4.ბ).

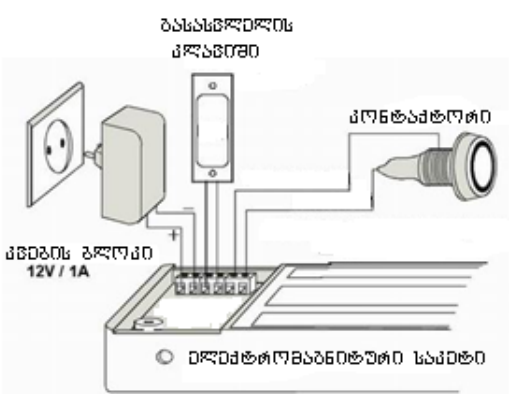


ნახ.11.4. ფირფიტა (ა) და მილისი (ბ)

ფირფიტა კეთდება 2–3 მმ სისქის მეტალისაგან (უმჯობესია დურალუმინის, მას აქვს საჭირო სიმტკიცე და ადვილად მუშავდება) იგივე ზომის, რაც გააჩნია საკეტოს ღუზას, საჭირო სამაგრი და ტექნოლოგიური ხვრელებით. მეტალის მილისი მზადდება კარის სისქის შესაბამისად.

დამატებითი მოწყობილობით საკეტის დამაგრება ნაჩვენებია ნახ.11.3.ბ-ზე (საყელური 6 შეიძლება არ დაუყენოთ). ამჯერად სპეციალური ქანჩის 5 მოჭიმვისას კარის შიგა ნაწილი 3 არ ჩაიჭყლიტება, ხოლო ქანჩის ძალვა დამატებითი ფირფიტისა და მილისის გავლით მოდებული იქნება კარის მეტალის გარსაცმის 1 შიგა მხარეს. ფირფიტის ტექნოლოგიური ხვრელი არ აძლევს საშუალებას საკეტს იბრუნოს ღერძის გარშემო.

თუ კარს ორივე მხრიდან აქვს ორგალიტის შემონაკერი (მსუბუქი საოფისე კარი), მაშინ საჭიროა გამოვიყენოთ კიდევ ერთი სამარჯვი – სპეციალური საყელური (ნახ.11.3.გ). ის უნდა იყოს დიდი ზომის, მტკიცე და ჰქონდეს ლამაზი გარე იერსახე (ნიკელირებული, თეთრი და სხვა).



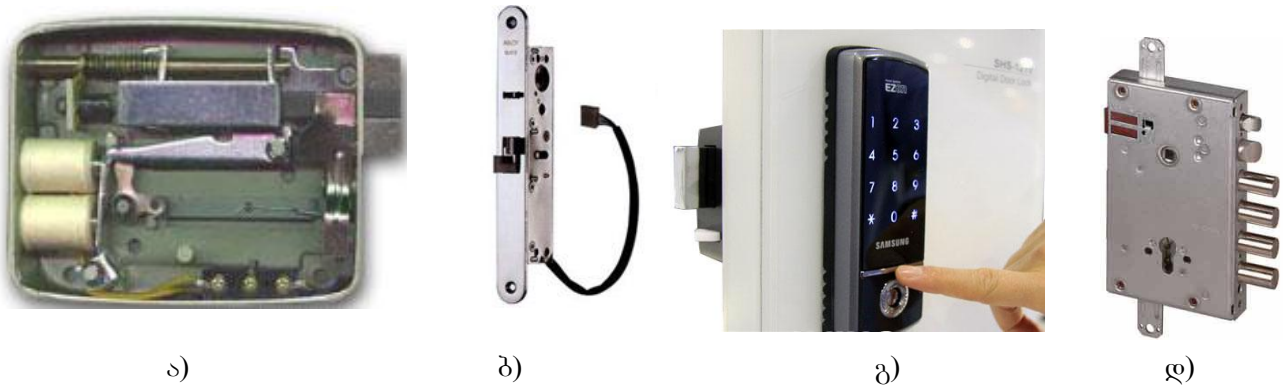
ნახ.11.5. ML–395.01 ტიპის ელექტრომაგნიტური საკეტის ელექტრული შეერთების სქემა

ნახ.11.5-ზე მოცემულია ML–395.01 ტიპის ელექტრომაგნიტური საკეტის ელექტრული შეერთების სქემა.

ელექტრომექანიკური საკეტი. ელექტრომექანიკურ საკეტს გააჩნია რიგელი, რომელიც იჭერს კარს ჩაკეტილ მდგომარეობაში. ძაბვის ხანმოკლე მიწოდების შემთხვევაში გაღების მომენტში შედარებით მცირე სიმძლავრის სოლენოიდის მიერ ამ რიგელით ხორციელდება კარის გაღება. ელექტრომექანიკური საკეტი შე-

იძლება გაღებულ იქნეს ჩვეულებრივი მექანიკური საკეტით ან ხელით. მკვებავი ძაბვის არ არსებობის დროს შენარჩუნებულია კარის ჩაკეტვის ფუნქცია.

ნახ.11.6-ზე წარმოდგენილია სხვადასხვა ფორმის მიერ გამოშვებული ელექტრომექანიკური საკეტები.



ნახ.11.6. ელექტრომექანიკური საკეტების სხვადასხვა სახე: ა) EL-301; ბ) Abloy EL-412; გ) Samsung; დ) CISA 15515

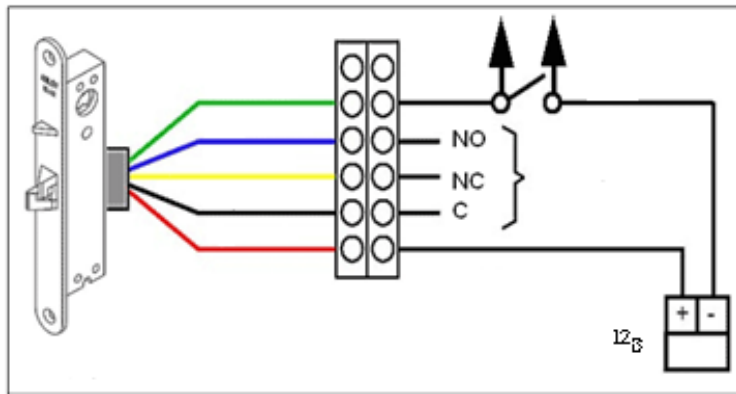
ნახ.11.6.ა-ზე – ტაივანის ფორმის EL-301 ტიპის ზესადები ელექტრომექანიკური საკეტი; ნახ.10.6.ბ-ზე - Abloy EL-412 სერიის (ფინეთი) საკეტი პროფილური კარისათვის; ნახ.10.6.გ-ზე – Samsung-ის სიგნალიზაციით; ნახ.10.6.დ-ზე – CISA 15515 ტიპის (იტალია) ცილინდრული ჩასადგმელი ელექტრომექანიკური საკეტი მეტალის კარებისათვის. ელექტროამძრავი ზემოქმედებას ახდენს საკეტის ენაზე, ამიტომ ამ სისტემის საკეტის გაღება შეიძლება არა მხოლოდ პირდაპირი, არამედ დამხმარე მოწყობილობის საშუალებითაც. ის კარგად მუშაობს კოდურ პანელთან, მაგნიტურ დილაკთან, ბარათთან, მართვის დისტანციურ პულტთან და როგორც რადიო საკეტი. მისი კვება ხორციელდება ცვლადი დენის წყაროთი 12 ვ ძაბვით და მოითხოვს 3,1 ა დენს.

**დაიმახსოვრეთ!** თითოეული ტიპის კარის საკეტის დაყენება ხდება ინდივიდუალურად.

მაგალითად, EL-301 ტიპის საკეტის დაყენება ხდება შემდეგნაირად: კარის ძირიდან 910-960 მმ სიმაღლეზე გახვრიტეთ 30 მმ დიამეტრის ხვრელი. ხვრელის ცენტრი კარის კიდედან დაშორებული უნდა იყოს 40–65 მმ-ით. საკეტის კორპუსის დაყენება კარის შიგა მხარეზე წარმოებს საკეტის მოხსნილი სახურავის დროს ოთხი ხრახნის დახმარებით,

ამ დროს საკეტის ცილინდრის ენა უნდა შევიდეს საკეტის უკანა მხარის ხვრელში. ენის სიგრძე, კარის სისქიდან გამომდინარე, შეიძლება დამოკლებული იქნეს. ამ ოპერაციაში დაგვეხმარება ენაზე არსებული ჭდეები.

ნახ.11.7-ზე მოცემულია ერთერთი ყველაზე უფრო გავრცელებული Abloy EL-412 ტიპის ელექტრომექანიკური საკეტის ელექტრული შეერთების სქემა. შეერთება წარმოებს საკეტის მოხსნილი სახურავის დროს. გამტარი რეზინის მილისის გავლით მიიყვანება კლემის კალაპოტის განაპირა კონტაქტებთან. მიყვანილი ძაბვის პოლარობას მნიშვნელობა არა აქვს.



ნახ.11.7. Abloy EL-412 ტიპის ელექტრომექანიკური საკეტის ელექტრული შეერთების სქემა

**ელექტრორაზები.** გამოიყენება ჩვეულებრივ მექანიკურ საკეტებთან ერთად. მმართველი ძაბვის მიწოდების დროს განბლოკირდება ელექტრორაზის ფიქსატორი და კარი შეიძლება გაიღოს მექანიკური საკეტის ენის გამოწვეული მდგომარეობის დროს.

ნახ.11.8.ა-ზე მოყვანილია EB-260 ტიპის რაზის გარეგანი სახე და მისი დაშლის სქემა (ნახ.11.8. ბ), ხოლო ნახ.11.8.გ. დ-ზე მინის კარზე დასამაგრებელი ელექტრომექანიკური საკეტი.



ნახ.11.8. ელექტრომექანიკური რაზის გარეგანი სახე (ა); დაშლა-აწყობის სქემა (ბ); მინის კარზე დასამაგრებელი ელექტრომექანიკური საკეტის გარეგანი სახე (გ) და დამონტაჟებულ მდგომარეობაში (დ)

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რამდენ კლასად იყოფა ელექტრული საკეტები?
2. რა უპირატესობა გააჩნია ელექტრომაგნიტურ საკეტს ელექტრომექანიკურთან შედარებით?
3. სად გამოიყენება ელექტრორაზები?

**11.2. ელექტროენერგიის მრიცხველები და მათი კლასიფიკაცია**

სამრეწველო სიხშირის ცვლადი დენის წრედებში დახარჯულ ან გამომუშაებულ აქტიურ და რეაქტიულ ელექტროენერგიას აღრიცხავენ ელექტრული ენერგიის მრიცხველებით.



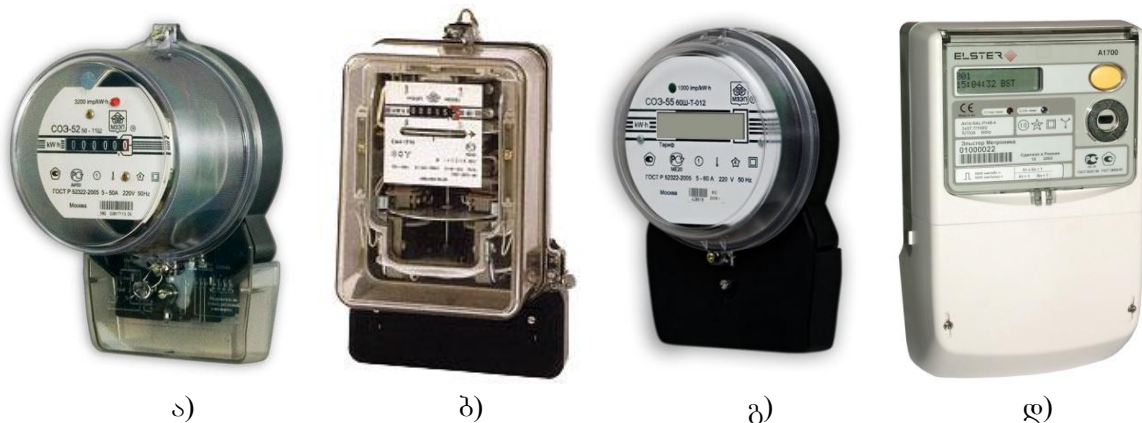
**დაიმახსოვრეთ!** ელექტროენერჯის რაოდენობა პროპორციულია ხელსაწყოს მოძრავი ნაწილის ბრუნთა რიცხვისა, რომელიც რეგისტრირდება მოვლელი მექანიზმით.

ამჟამად გამოყენებულია ინდუქციური და ელექტრონული სისტემის მრიცხველების ფართო სპექტრი.

ინდუქციური სისტემის ელექტრულ მრიცხველებში (ნახ. 11.9.ა, ბ) მოძრავი ნაწილი (ალუმინის დისკო) ბრუნავს ელექტროენერჯის მოხმარების დროს, რომლის ხარჯი განისაზღვრება მოვლელი მექანიზმით. დისკო ბრუნავს მასში მრიცხველის კოჭას მაგნიტური ველის მიერ აღძრული გრიგალური დენების ხარჯზე. გრიგალური დენების მაგნიტური ველი ურთიერთქმედებს მრიცხველის კოჭას მაგნიტურ ველთან.

ელექტრონული სისტემის მრიცხველებში (ნახ.11.9.გ, დ) ცვლადი დენი და ძაბვა ურთიერთქმედებენ მყარტანიან (ელექტრონულ) ელემენტებთან გამოსასვლელზე იმპულსების შესაქმნელად. იმპულსების რიცხვი გასაზომი აქტიური ენერჯის პროპორციულია.

ელექტროენერჯის მრიცხველების კლასიფიკაცია შეიძლება: გასაზომი სიდიდის, ჩართვისა და კონსტრუქციის ტიპის მიხედვით.



ნახ.11.9. ელექტროენერჯის მრიცხველების სხვადასხვა სახეები

ძალოვან წრედში ჩართვის ტიპის მიხედვით მრიცხველები იყოფა: პირდაპირი და სპეციალური საზომი ტრანსფორმატორებით ჩართვის ხელსაწყოებად.

გასაზომი სიდიდის მიხედვით ელექტრული მრიცხველები იყოფა ერთფაზა (ნახ.11.9.ა,გ) (რომლებიც გამოიყენებიან ცვლადი დენის 220 ვ ძაბვისა და 50 კჰ სიხშირის დროს) და სამფაზა (380 ვ, 50 კჰ) (ნახ.11.9.ბ, დ) მრიცხველებად. თავის მხრივ სამფაზა მრიცხველები იყოფა აქტიური და რეაქტიული ენერჯის მრიცხველებად.

ყველა თანამედროვე სამფაზა ელექტრონული მრიცხველები ახდენენ ერთფაზა აღრიცხვასაც. არსებობენ აგრეთვე სამფაზა მრიცხველები 100 ვ ძაბვაზე, რომლებიც ქსელში ირთვებიან მხოლოდ საზომი ტრანსფორმატორების გავლით. ისინი გამოიყენება მაღალ (660 ვ-ზე მეტი) ძაბვის წრედებში.

კონსტრუქციის მიხედვით ელექტრული მრიცხველები იყოფა ზემოთაღნიშნულ ინდუქციურ და ელექტრონულ მრიცხველებად.

ცალკეული უარყოფითი თვისებების გამო ინდუქციური (მექანიკური) მრიცხველები მუდმივად გამოიდევნება ბაზრიდან ელექტრონული მრიცხველებით. მათ არ გააჩნიათ ჩვენების დისტანციურ – ავტომატური აღების შესაძლებლობა, იგი ერთტარიფიანია და გააჩნია აღრიცხვის დიდი ცდომილება, მისგან ადვილად ხდება ელექტროენერჯის დატაცება, ძვირადღირებულია, და დაბალფუნქციური, თანამედროვე ელექტრონულ ხელსაწყოებთან შედარებით მოუხერხებელია დაყენებისა და ექსპლუატაციის დროს.

ელექტრონული მრიცხველის საზომი ელემენტი გამოიყენება მრიცხველის გამოსასვლელზე იმპულსების შესაქმნელად, რომელთა რიცხვი, როგორც აღვნიშნეთ, გასაზომი აქტიური ენერჯის პროპორციულია. მთვლელი მექანიზმი წარმოადგენს ელექტრომექანიკურ ან ელექტრონულ მოწყობილობას, რომელიც შეიცავს როგორც დამამახსოვრებელ მოწყობილობას, ასევე დისპლეის.

**დაიმახსოვრეთ!** ელექტრონული მრიცხველების ძირითადი ღირსებებია: ელექტრული ენერჯის დიფერენციალური (ერთი, ორი და მეტი) ტარიფებით აღრიცხვის შესაძლებლობა, ანუ დაიმახსოვროს და აჩვენოს დროის დაპროგრამებულ, სხვადასხვა პერიოდში მოხმარებული ელექტროენერჯის რაოდენობა. მრავალტარიფიანი აღრიცხვა მიიღწევა მთვლელი მექანიზმების კრებულის ხარჯზე, რომელთაგან თითოეული მუშაობს სხვადასხვა ტარიფის შესაბამისი დროის დადგენილ ინტერვალში.

ელექტრონული მრიცხველების მუშაობის ხანგრძლივობა გაცილებით მეტია ინდუქციურ მრიცხველებთან შედარებით. აქვთ დიდი შემოწმებათაშორისი პერიოდი (4–16 წელი).

ნახ.11.9.დ-ზე წარმოდგენილია უახლესი ტიპის კონცერნ Elster-ის მიერ დამუშავებული მრავალფუნქციური, ერთ და მრავალტარიფიანი მიკროპროცესორული ელექტროენერჯის მრიცხველი АЛНΦА А 17006, რომელსაც დიდი გამოყენება აქვს ელექტროენერჯის კომერციული აღრიცხვის ავტომატიზირებულ სისტემებში.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. სად გამოიყენება ელექტრული ენერჯის მრიცხველები?
2. რის მიხედვით ხდება ელექტრული მრიცხველების კლასიფიკაცია?
3. ჩამოთვალეთ ელექტრონული მრიცხველის ძირითადი ღირსებები.

**11.3. ელექტრული მრიცხველების პირდაპირი ჩართვის სქემები**

ინდუქციური და ელექტრონული მრიცხველების ჩართვის სქემები ერთმანეთისაგან არ განსხვავდებიან.

**დაიმახსოვრეთ!** მრიცხველის იდგმება პასპორტში მოცემული სამონტაჟო სქემის მიხედვით. იგივე სქემა ყოველი შემთხვევისათვის მოცემულია კლემის კალაპოტის სახურავის შიგა მხარეზე.

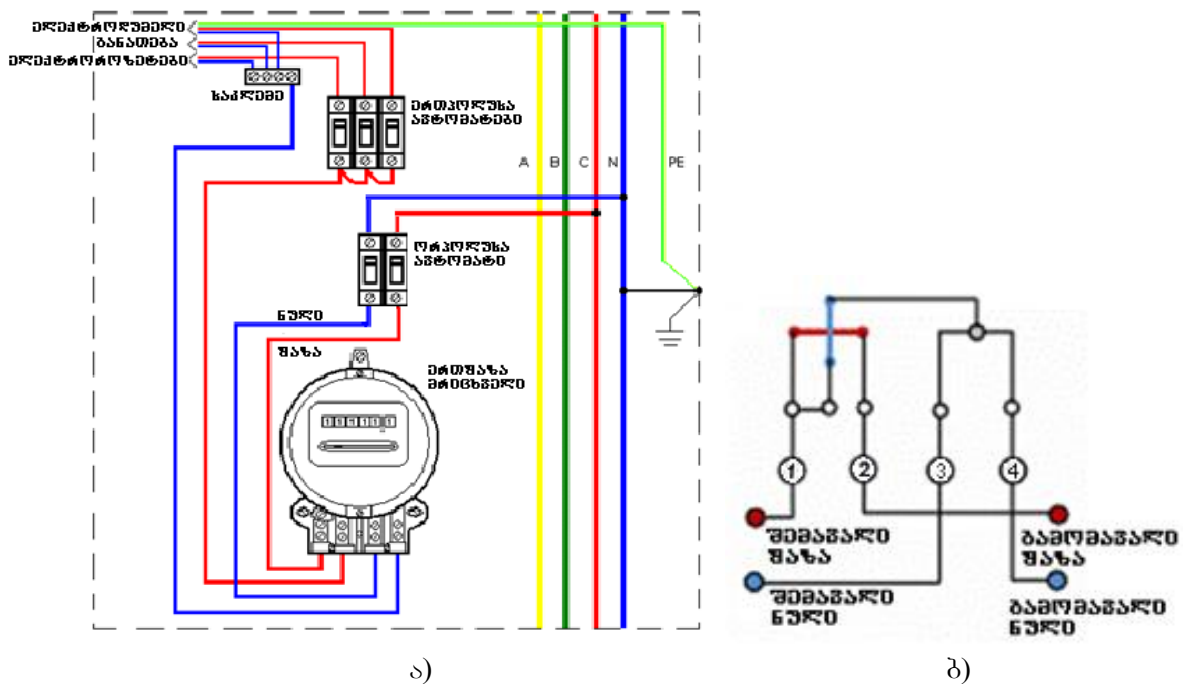
ფართოდ არის გავრცელებული როგორც ერთფაზა, ისე სამეფაზა ელექტრო-მრიცხველების პირდაპირი ჩართვის სქემები. აღნიშნული სქემები საკმაოდ მარტივია და საყოფაცხოვრებო პრაქტიკაში ფართოდ გავრცელებული.

ნორმების მიხედვით ერთ ბინაზე გამოყოფილია 3 კვტ სიმძლავრე (ელექტრო-ღუმელების ბინებში – 7 კვტ). ასეთი სიმძლავრეების დროს დენის სიდიდე 13,5 ამპერია.

მრიცხველებზე, მისი მახასიათებლების შესახებ, მოცემულია ინფორმაცია რომელთა შორის ნაჩვენებია ნომინალური და მაქსიმალური დენი (მაგალითად, ჩვეულებრივ აწერია ასე: 5–15 ა ან 10–40 ა). რადგანაც მრიცხველის დენის მნიშვნელობა არის მოთხოვნილი დენის ნორმალურ ფარგლებში. ამიტომ მათ რთავენ პირდაპირი ხერხით, დენის ტრანსფორმატორის გარეშე.

მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს გამოშვებული ელექტრომრიცხველების უზარმაზარი რაოდენობა, ჩასართავი კლემების განლაგება ყველას ერთნაირი აქვს.

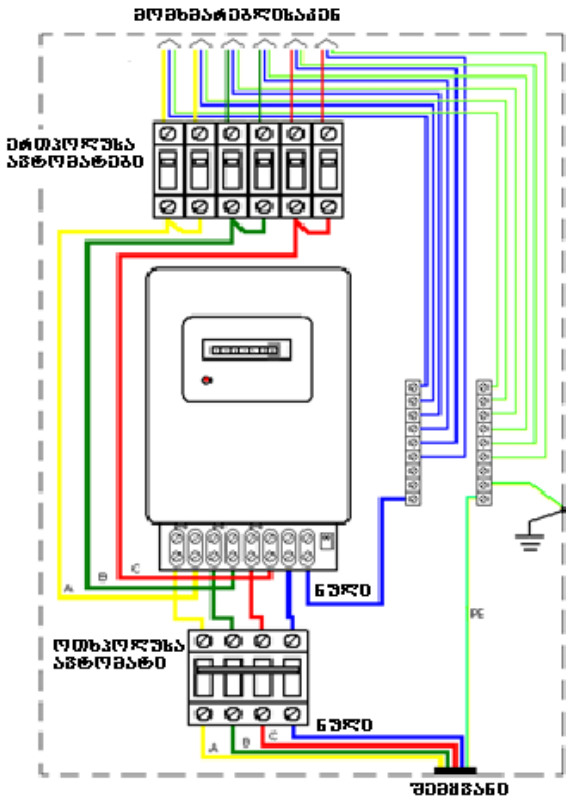
ნახ.11.10.ა-ზე წარმოდგენილია ერთფაზა მრიცხველის ოთხგამტარიან (სამი ფაზა + ნული) სისტემასთან მიერთების თვალსაჩინო სქემა, ხოლო ნახ.11.10.ბ-ზე – სამონტაჟო ელექტრული სქემა.



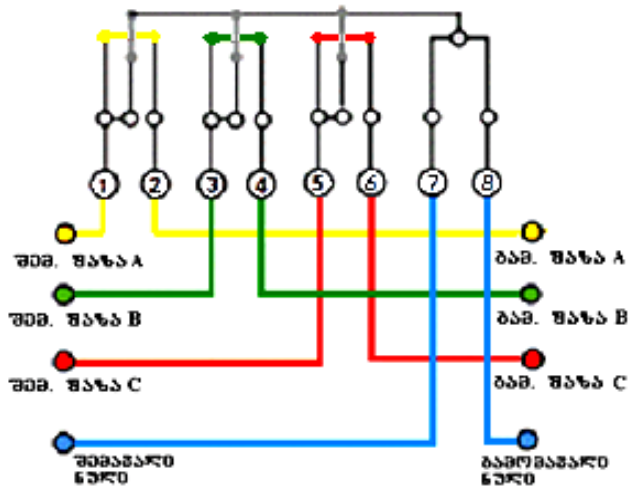
ნახ.11.10. ერთფაზა მრიცხველის ოთხგამტარიან სისტემასთან მიერთების თვალსაჩინო (ა) და სამონტაჟო ელექტრული (ბ) სქემები

**დაიმახსოვრეთ!** ერთფაზა მრიცხველებს კლემის კალაპოტზე გააჩნიათ ოთხი მომჭერი მათი ჩართვის სქემები ტიპურია და არაა დამოკიდებული მრიცხველის ტიპზე. 1 მომჭერზე მიერთებულია ფაზა; 2 მომჭერი არის მისი გამოსავალი და მიერთებულია დატვირთვაზე; შესაბამისად, შემომავალი ნული მიერთებულია 3 მომჭერზე, ხოლო მისი გამოსავალი 4 მომჭერი მიერთებულია დატვირთვაზე.

ნახ.11.11-ზე მოყვანილია პირდაპირი ჩართვის აქტიური ენერჯის სამფაზა მრიცხველის იმავე ოთხგამტარიან სისტემასთან მიერთების თვალსაჩინო სქემა, ხოლო ნახ.11.11.ბ-ზე – სამონტაჟო სქემა.



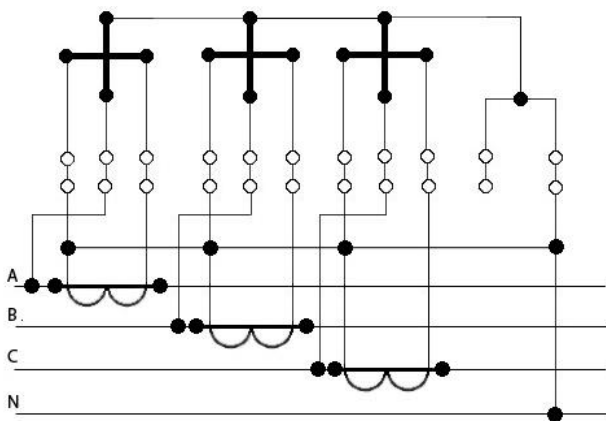
ა)



ბ)

ნახ.11.11. პირდაპირი ჩართვის აქტიური ენერჯის სამფაზა მრიცხველის ოთხგამტარიან სისტემასთან მიერთების თვალსაჩინო (ა) და სამონტაჟო (ბ) სქემები

ერთფაზა მრიცხველებისაგან განსხვავებით, სამფაზა მრიცხველებს მათი ტიპიდან გამომდინარე გააჩნიათ ჩართვის სხვადასხვა სქემები. არსებობენ პირდაპირი ჩართვის (5ა-ზე მეტი) მრიცხველები, რომლებიც ქსელში ირთვებიან დენის ტრანსფორმატორის გარეშე (ნახ.11.11) და მრიცხველები ნომინალური დენით 5 ა. ისინი ქსელში შეიძლება ჩაერთოთ დენის ტრანსფორმატორებითაც (ნახ.11.12) და მათ გარეშეც.



ნახ.11.12. სამფაზა მრიცხველის დენის ტრანსფორმატორებით ჩართვის სქემა

ნახ.11.11-დან ჩანს, რომ: A ფაზა მიერთებულია მომჭერთან 1, B ფაზა – მომჭერთან 3, ხოლო C ფაზა – მომჭერთან 5. შესაბამისად მათი გამოსავალი მომჭერებია: 2, 4, 6, რომელთანაც მიერთებულია დატვირთვა. შემომავალი ნული მიერთებულია მომჭერთან 7, ხოლო მისი გამოსავალი მომჭერია 8, რომელთანაც მიერთებულია დატვირთვის ნული.

**დაიმახსოვრეთ!** მიღებულია, რომ A ფაზა უნდა იყოს ყვითელი ფერის; B – მწვანე; C – წითელი; ნეიტრალური ანუ ნულოვანი „N“ – ლურჯი; ჩამამიწებელი გამტარი PE – ყვითელ-მწვანე.

#### საკონტროლო კითხვები:

1. რით განსხვავდება ერთმანეთისაგან ინდუქციური და ელექტრონული მრიცხველების ჩართვის სქემები?
2. როდის რთავენ მრიცხველებს პირდაპირი ხერხით?
3. რა ფერის უნდა იყოს თითოეული ფაზა?
4. რა შემთხვევაში გამოიყენება სამფაზა მრიცხველების ჩართვა დენის ტრანსფორმატორებით?

### 11.4. მრიცხველების დადგმა და მონტაჟი

დადგმისათვის მომზადებულ მრიცხველს უნდა ჩაუტარდეს გარე დათვალიერება. იგი უნდა გაიწმინდოს მტვრისა და ჭუჭყისაგან; მოწმდება ვარგისიანობა; სახელმწიფო პლომბების არსებობა გარსაცმის დამამაგრებელ ხრახნებზე. მრიცხველი აუცილებლად უნდა დამაგრდეს სამი ხრახნით აუცილებლად ვერტიკალურ მდგომარეობაში. გამტარების მრიცხველთან შეერთების დროს მიზანშეწონილია მარაგის სახით 6-7 სმ სიგრძის გამტარის დატოვება. ეს შესაძლებლობას იძლევა მოხდეს გაზომვის ჩატარება ელექტროსაზომი მარწუხით. ასევე, თუ სქემა აკრეფილია არასწორად, ადვილად მოხდეს გამტარის გადაადგილება. ბოლოს გამტარებს უნდა ჩამოეცვას ნისანსადები საჭდე.

თითოეული გამტარი მოჭერილი უნდა იქნეს ორი ხრახნით. ჯერ მსუბუქად მოეჭირება ზედა ხრახნი, ხოლო შემდეგ – ქვედა.

**დაიმახსოვრეთ!** თუ მონტაჟი სრულდება მრავალძარღვიანი გამტარით, მაშინ მისი ბოლოები წინასწარ უნდა იქნეს დაფარული კალით.

პირდაპირი ჩართვის მრიცხველების მონტაჟის დროს, თუ მრიცხველის ნომინალური დენი 20 ა და მეტია, მაშინ საიმედო კონტაქტების უზრუნველყოფის მიზნით, გამტარების შემაერთებელ კონტაქტებს უკეთდება დაბოლოებები. დაბოლოება გამტართან მირჩილული უნდა იქნეს მძლავრი სარჩილავით. მრიცხველებთან ახლოს გამტარების სიგრძე დატოვებული უნდა იქნეს არანაკლებ 12 სმ-ისა.

**დაიმახსოვრეთ!** ნულოვანი გამტარის გარსაცმს უნდა ჰქონდეს განმასხვავებელი ფერი. მონტაჟის დამთავრების შემდეგ მრიცხველის მომჭერების კრებული და გადაწყვანი კოლოფები უნდა იქნეს დალუქული.

მრიცხველის მექანიზმი მთლიანად უნდა მოთავსდეს პლასტმასის დახურულ ყუთში. მხოლოდ გარედან, ფანჯარაში, იკითხება მრიცხველის საპასპორტო მონაცემები და ჩვენებები.

მრიცხველების მონტაჟისათვის ამჟამად გამოიყენება კარადები (ნახ.11.13.), რომელშიც დგება არამარტო ელექტრომრიცხველი, არამედ დაცვისა და კომუტაციის

მოწყობილობებიც. როგორც წესი, თანამედროვე ავტომატური ამომრთველები გათვალისწინებულია DIN – ლარტყაზე დამაგრებისათვის, რომელიც წარმოადგენს ასეთი კარადების განუყოფელ ატრიბუტს. მასზე აყენებენ არა მარტო დაცვისა დას კომუტაციის მოწყობილობებს, არამედ ნულოვან სალტესაც. მრიცხველი მაგრდება ზემოთ მოყვანილი პრინციპით. უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით კარადა იკეტება გასაღებით. მრიცხველის ჩვენება აიღება წინა პანელზე გაკეთებული გამჭვირვალე სარკმელის საშუალებით.

პირდაპირი ჩართვის სამფაზა მრიცხველები სხვადასხვა საკომუტაციო მოწყობილობებთან ერთად მონტაჟდებიან შესაბამის კარადებში. (ნახ.11.13.ბ).



ნახ.11.13. შემყვანი კარადების სხვადასხვა სახე

ამჟამად დიდად პოპულარულია კარადები ე.წ. „თავისუფალი დაგეგმარებით“. მათში (ნახ.11.13.გ) დაყენებულია პერფორირებული ფირფიტა (ფუიქ), რომელსაც გააჩნია თანაბრად დაშორებული ხვრელები. რომლითაც მაგრდებიან განივი და



ნახ. 11.14. დენის ტრანსფორმატორების მონტაჟი სალტებზე

გრძივი პერფორირებული თამასები, ხოლო მათზე – DIN-ლარტყები. ზემოდან მთელი კონსტრუქცია დახურულია დამცავი გარსაცმით. კარადის ასეთი კონსტრუქცია საშუალებას იძლევა შეიქმნას სალტეების, აღრიცხვისა და კომუტაციის ელემენტების ნებისმიერად განლაგების შესაძლებლობა.

ჩვენს მიერ განხილული ელექტრომრიცხველების მონტაჟის ნიმუშები მიეკუთვნებოდა პირდაპირი ჩართვის სქემებს. ელექტრომრიცხველების ირიბი ჩართვის სქემების შემადგენლობაში შედიან: ძაბვისა და დენის

ტრანსფორმატორები. ნახ.11.14-ზე ნაჩვენებია 0,4 კვ ძაბვის სალტეზე დამონტაჟებული დენის ტრანსფორმატორები.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. როგორ უნდა მომზადდეს მრიცხველი დადგმისათვის?
2. რამდენი ხრახნით უნდა იქნეს მოჭერილი თითოეული გამტარი?

3. რა დგება კარადებში?
4. რა შედის ელექტრომრიცხველების ირიბი ჩართვის სქემების შემადგენლობაში?

### 11.5. პროექტორები

პროექტორი წარმოადგენს მაღალი ჰერმეტიულობის კორპუსისა და დაცვის ხარისხის მქონე რეფლექტორულ გამანათებელ ელექტროდანადგარს. ეს მახასიათებლები აძლევს მათ საშუალებას, გამოყენებულ იქნენ სამშენებლო მოედნების, სამრეწველო საწარმოების შენობების, ქუჩების, სტადიონების, აეროვაგზლის ბაქნებისა და სხვადასხვა ობიექტების გასანათებლად.

განათების ტიპის მიხედვით პროექტორები შეიძლება დაიყონ ორ დიდ ჯგუფად: საერთო დანიშნულებისა და სპეციალური.

სპეციალური დანიშნულების პროექტორებმა პრიორიტეტი ჰპოვეს ფლოტზე, სამხედრო საქმესა და შოუ-ბიზნესში. მოცემულ ჯგუფში შედიან: შორი მოქმედების სამკებრო და სასიგნალო პროექტორები, რომელთა დანიშნულებაა ინფორმაციის გადაცემა; სპეცეფექტების დასადგამი და სცენის განათების პროექტორები. ჩვენთვის საინტერესოა საერთო დანიშნულების პროექტორები, რომლებიც გამოიყენება სამშენებლო მოედნების, სტადიონებისა და სამრეწველო საწარმოების გასანათებლად. მათი ამოცანაა გარემოსა და ფონთან შედარებით ობიექტის განათების გაზრდა. ამიტომ მოცემული ტიპის პროექტორებს გამბნევი სინათლის პროექტორებს უწოდებენ.

სინათლის განაწილების მიხედვით პროექტორები იყოფა: წრიულ-სიმეტრიულ და სიმეტრიულად. ეს უკანასკნელი თავის მხრივ იყოფა: ორი და ერთი ანუ „ირიბი სინათლის“ სიმეტრიის სიბრტყედ.



ნახ.11.15. პარაბოლური ამრეკლის მქონე წრიული ვიწროსხივიანი პროექტორი

წრიულ-სიმეტრიული პროექტორების ქვეშ მოიაზრება პარაბოლური ამრეკლის მქონე პროექტორები (ნახ.11.15.). ასეთ პროექტორებს ძალუძთ შექმნან ძალიან ვიწრო სინათლის კონები და გამოიყენებიან სივრცის ელემენტების ლოკალური, კონცენტრირებული განათებისათვის.

პარაბოლოცილინდრულ პროექტორებს აქვთ ცილინდრული ფორმის ამრეკლი. ასეთი პროექტორის თავისებურებაა სინათლის ვიწ-

რო სპექტრის (სხივის) განაწილება განივ და ფართო განაწილება გრძივ სიბრტყეში.

**დაიმახსოვრეთ!** ვიწროსხივიანი (ნახ.11.16.ა) პარაბოლოცილინდრული პროექტორების გამოყენება ძალიან მოხერხებულია ფართო სივრცეების ზედაპირის მახვილი კუთხით განათების შემთხვევაში. მაგალითად, რელიეფის გამოყოფის დროს.

გამბნევი (ნახ.11.16.ბ) სინათლის პარაბოლოცილინდრულ პროექტორებს ჩვეულებრივ, გააჩნიათ პერფორირებული ამრეკლი, რომელიც უზრუნველყოფს ფართო განათებას განივ სიბრტყეში. ასეთი პროექტორები ხშირად გამოიყენებიან დიდი სივრცეების განათებისათვის. „ირიბი სინათლის“ (ნახ.11.16.გ) პროექტორები მიმართავენ სინათლის ნაკადს პროექტორის ღერძის მიმართ კუთხით. ასეთი პროექტორები გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როცა პროექტორის მობრუნება მოუხერხებელია.



ა)



ბ)



გ)

ნახ.11.16. პარაბოლოცილინდრიანი პროექტორები: ა – ვიწროსივთიანი; ბ – გამბნევი; გ – ირიბი სინათლის

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რას წარმოადგენს პროექტორი?
2. რამდენ ჯგუფად იყოფა პროექტორები სინათლის განაწილების მიხედვით?
3. რა თავისებურება ახასიათებთ პარაბოლოცილინდრულ პროექტორებს?

**11.6. პროექტორების სახეები სინათლის წყაროს ტიპის მიხედვით**

პროექტორის ამა თუ იმ მოდელის არჩევისას პრინციპული მნიშვნელობა აქვს სინათლის წყაროს ტიპს.

***დაიმახსოვრეთ!** სინათლის წყაროს მიხედვით პროექტორები იყოფიან შემდეგ სახეებად: ჰალოგენის, ნატრიუმის, მეტალოჰალოგენის, ვარვარა ნათურებიანი და შექლიოდებიანი. თითოეულ მათგანს აქვს თავისი დადებითი და უარყოფითი თვისებები, რაც განსაზღვრავს ამა თუ იმ ტიპის პროექტორის გამოყენების სფეროს.*

ჰალოგენის ნათურიანი (ნახ.11.17.ა) პროექტორის უდავო ღირსებაა მზის სინათლის დამახასიათებელ ფერებთან მიახლოება.

ამ ტიპის პროექტორები საშუალებას იძლევიან შეიქმნას გაბნეული, რბილი, უჩრდილო ან მიმართული წერტილოვანი (პრევენციული) განათება. ისინი გამოიყენებიან მოედნების, დიდი ზომის სარეკლამო ფარების, შენობის კედლების, სავაჭრო და საგამოფენო დარბაზებისა და ხიდების დეკორატიული განათებისათვის. ამ ტიპის პროექტორების სინათლის გაცემა შეადგენს 16-20 ლმ/ვტ.



ნატრიუმის ნათურიანი (ნახ.11.17.ბ) პროექტორები გამოასხივებენ თბილ ყვი-  
თელ სინათლეს. ფერთა გადაცემის საშუალო ხარისხი კომპენსირდება ამ ტიპის  
სანათი ხელსაწყოების საკმაოდ მაღალი ღირსებებით. კერძოდ, მაღალი წნევის  
ნატრიუმის ნათურები წარმოადგენენ ერთ-ერთ ეფექტურ სინათლის წყაროს და  
შეუძლიათ 160 ლმ/ვტ სინათლის გაცემა. ამასთანავე მათი მუშაობის ხანგრძლი-  
ვობა შეადგენს 20-30 ათას საათს. ნატრიუმის ნათურებიანი პროექტორები გამო-  
იყენებიან იქ, სადაც ეკონომიური მაჩვენებლები თამაშობენ პიერველხარისხოვან  
როლს. ყველაზე ხშირად ისინი გამოიყენებიან პარკების, სავაჭრო ცენტრების, გზე-  
ბის და ზოგიერთ შემთხვევაში დეკორატიული არქიტექტურული განათებისათვის.



ა)



ბ)

ნახ.11.17. ჰალოგენისა (ა) და ნატრიუმის (ბ) ნათურები

მეტალოჰალოგენური ნათურიანი (ნახ.11.18.ა) პროექტორებში სინათლის წყა-  
როდ გამოიყენებულია აირგანმმუხტველი ნათურა, რომელშიც ელექტრული განმუხ-  
ტვა ხდება ინერტული აირების (არგონი და ქსენონი), ზოგიერთი მეტალისა და  
ჰალოგენიდების (მაგ. გალიუმი, ნატრიუმი) მცირე რაოდენობის ორთქლის შემცველ  
გარემოში.

**დაიმახსოვრეთ!** *მეტალოჰალოგენური ნათურების სინათლის გაცემა ექვსჯერ მეტია შესაბამისი სიმძლავრის ვარვარა ნათურის სინათლის გაცემასთან, ხოლო მუშაობის ხანგრძლივობა – ათჯერ მეტი.*

მცირე ენერგომოსხმარება, მუშაობის ხანგრძლივობა და დიდი სიკაშკაშე მეტა-  
ლოჰალოგენურ პროექტორებს ხდის ოპტიმალურ ხელსაწყოდ დიდი, ღია  
სივრცეების განათების, შენობებისა და ნაგებობების დეკორატიული მინათებისათ-  
ვის. მათი მნიშვნელოვანი უპირატესობაა – კაშკაშა, მაგრამ ცივი სინათლე, რომე-  
ლიც არ ახურებს გარემომცველ სივრცეს. ამიტომ ისინი გამოიყენებიან ისეთ  
შენობებში, სადაც მოითხოვება სინათლის მაღალი სიკაშკაშე: სავაჭრო და  
საკონცერტო დარბაზებში, საგამოფენო გალერებსა და სხვა.

მათ გააჩნიათ უარყოფითი თვისებებიც: ჩართვის შემდეგ მეტალოჰალოგენის  
ნათურა ელვისებურად (მაშინვე) არ აინთება და თავის მაქსიმალურ სიკაშკაშეს  
აღწევს ორი წუთის შემდეგ. ხოლო მათი განმეორებითი ჩართვა შესაძლებელია

მხოლოდ დროის გარკვეული მონაკვეთის გავლის შემდეგ. წინააღმდეგ შემთხვევაში, ხელსაწყო შეიძლება გამოვიდეს მწყობრიდან. ისინი ძაბვის რყევის მიმართ არამგრძობიარენი არიან.

ვარვარა ნათურიანი პროექტორი (ნახ.11.18.ბ) ჯერ კიდევ გამოიყენება ღია მოედნების, სტადიონების, შენობათა ფასადების, სამშენებლო მოედნების, არქიტექტურული ნაგებობების განათებისათვის. აქვს გამბნევი სინათლე და მეტალის ამრეკლი ზედაპირი. მასში განათებისათვის გამოიყენება 500 და 1000 ვატიანი ნათურები, რაც მოითხოვს ელექტროენერგიის დიდ ხარჯს. ამჟამად იგი თანდათანობით გამოიღვენება ეკონომიური პროექტორებით.



ა)



ბ)

ნახ.11.18. მეტალოჰალოგენის ნათურა (ა) და ვარვარა ნათურიანი პროექტორი (ბ)

შუქდიოდური (ნახ.11.19.) პროექტორები წარმოადგენენ ახალი თაობის ხელსაწყოებს, რომლებიც გამოიყენებიან დარბაზების, ვიტრინების, შენობათა ფასადების, არქიტექტურული ძეგლების დეკორატიული განათებისათვის.

**დამახსოვრეთ!** შუქდიოდური სანათი ხელსაწყოებისათვის დამახასიათებელია ენერგომოხმარების მაღალი ეკონომიურობა. ერთი და იგივე რაოდენობის სინათლის გაცემის შემთხვევაში ჰალოგენურ ნათურებთან შედარებით შუქდიოდური მოიხმარს ოთხჯერ ნაკლებ ელექტროენერგიას.



ნახ.11.19. შუქდიოდური პროექტორები

აირგანმუხტვად ნათურებთან შედარებით მათ აქვთ სინათლის დიდი კონტრასტულობა და ფერთა კარგი გადაცემა (იგი შეადგენს 70–80 ლმ/ვტ). გარდა ამისა, შუქდიოდური პროექტორები არ მოითხოვენ უტილიზაციის სპეციალური ტექნოლოგიების გამოყენებას, რადგანაც არ შეიცავენ ვერცხლისწყალსა და სხვა მომწამლავ ნივთიერებებს. შუქდიოდების მუშაობის ხანგრძლივობა შეადგენს 50-100 ათას საათს, რაც ამჟამად რეკორდული მაჩვენებელია.

უნდა აღინიშნოს, რომ პროექტორებზე სხვადასხვა სახის დამატებანი აფართოებენ მათი გამოყენების სფეროს. მაგალითად, ჰალოგენურ ნათურიან პროექტ-

ტორებზე მოძრაობის ინფრაწითელი გადამწოდის დაყენებამ შესაძლებელი გახადა მათი გამოყენება როგორც ობიექტის ტერიტორიაზე შეღწევის კონტროლის ელემენტარულ სისტემად. განათება ჩაირთვება, თუ გადამწოდის მოქმედების ზონაში მოხდება თბური მოძრაობა.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რა სახეობად იყოფა პროექტორები სინათლის წყაროს მიხედვით?
2. რომელ ნათურიანი პროექტორები გამოასხივებენ რბილ ყვითელ სინათლეს?
3. რა უარყოფითი თვისებები გააჩნია მეტალოჰალოგენის ნათურას?
4. რით ხასიათდება შუქდიოდური სანათი მოწყობილობები?

**11.7. პროექტორების მონტაჟი და რეგულირება**

ჩვეულებრივ პროექტორებს აყენებენ ჯგუფებად: ანძებზე (ნახ.11.20) კოშკურებზე, შენობის სახურავებსა და სპეციალურ მოედნებზე. მათ ამაგრებენ ქანჩებით მეტალის კონსტრუქციებზე. უნდა აღინიშნოს პროექტორების მონტაჟის თავისებურებანი. როგორც წესი, ვრცელი სამუშაო მოედნები (სამშენებლო მოედნები, ავტოსადგომები და სხვა) იყენებენ 1000 ან 2000 ვტ სიმძლავრის პროექტორებს, რომლებიც დაყენებულია 20–30 მ სიმაღლის ანძებზე. 30 მ-ზე მეტი სიმაღლის ანძების გამოყენება მიზანშეწონილია იმ შემთხვევაში, თუ გასანათებელი ტერიტორიის ფართობი იძლევა საშუალებას საყრდენები განვაღებოთ ერთმანეთისაგან მნიშვნელოვანი დაშორებით, ისე რომ არ წარმოიქმნას ჩრდილოვანი უბნები.



ა)



ბ)

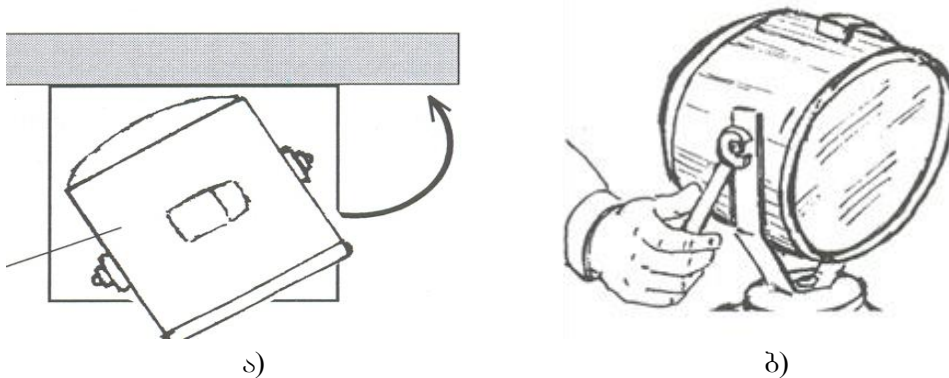
ნახ.11.20. ერთ სიბრტყეში (ა) და რიგებად (ბ) განლაგებული პროექტორები

სხვადასხვა სერიის პროექტორები შეიძლება დაყენდეს სხვადასხვა ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ კონსტრუქციებზე. განვიხილოთ ПЗС ტიპის (ნახ.11.21) პროექტორის დაყენება ისეთ კონსტრუქციაზე, რომელიც ვერტიკალურ კედელზეა დამაგრებული. ამ ტიპის პროექტორს დასამაგრებლად გააჩნიათ სამი ნახერეტი. ჯგუფური დაყენების დროს პროექტორებს განლაგებენ ვერტიკალურად რამდენ

ნიმე რიგად. რიგებად დამონტაჟებული პროექტორების ღერძთა შორის დაშორება უნდა იყოს 70–100 სმ. ჯგუფური ფარები, რომელთაც გააჩნიათ წყალგაუმტარი გარსაცმი, რეკომენდირებულია დაყენდეს საპროექტორო მოედანზე. გამანაწილებელი ფარიდან პროექტორებს კვება მიეწოდება ჯგუფური ხაზებით, კაბელებით. თითოეულ ჯგუფში უნდა იყოს არაუმეტეს ორი-სამი პროექტორისა. შემყვანი ყუთი, დაცვისა და მართვის აპარატებით, ყენდება პროექტორის ანძის ფუძესთან. აქედან ჯგუფურ ფართან გაყვანილობა გაიყვანება ანძაზე დამაგრებულ ფოლადის მილში. ჭექა-ქუხილის დროს წარმოქმნილი გადაძაბვებისაგან დაცვის მიზნით მკვებავი ხაზის მიყვანა პროექტორის ანძასთან ხორციელდება ჩამიწებული მეტალური გარსაცმის მქონე ამ მეტალის მილში გატარებული კაბელით, რომელიც ჩადებულია მიწაში არანაკლებ 10 მ-ისა.

ვარვარების ნათურიან ПЗС ტიპის პროექტორს დაყენების წინ უნდა გაუკეთდეს ფოკუსირება. ამისათვის საჭიროა 2X2 მ ზომის კედლის შეთეთრებული უბნისაკენ, 25-30 მ დაშორებით უნდა მიემართოთ სინათლის სხივი, რომლის დროსაც კედელზე უნდა მივიღოთ თანაბარი განათება.

პროექტორის ანძაზე დაყენების შემდეგ ხდება დახრილობისა და მობრუნების კუთხეების რეგულირება, წინასწარდამზადებული, დიდი ზომის ლიმბი – ტრანსპორტირის დახმარებით. ჰორიზონტალურ სიბრტყეში პროექტორის მობრუნების ათვლის საწყისი ბაზისური ხაზი ნაჩვენებია პროექტში. პირველად პროექტორს მოაბრუნებენ ჰორიზონტალურ სიბრტყეში (ნახ.11.21.ა), ხოლო შემდეგ აყენებენ მოთხოვნილ დახრის კუთხეს (ნახ.11.21.ბ).



ნახ.11.21. პროექტორის მობრუნება ჰორიზონტალურ (ა) და ვერტიკალურ (ბ) სიბრტყეებში

**საკონტროლო კითხვები:**

1. სად აყენებენ პროექტორებს?
2. რამდენი პროექტორი უნდა იყოს კაბელის თითოეულ ჯგუფში?
3. როდის ხდება პროექტორის დახრილობისა და მობრუნების კუთხეების რეგულირება?

## შეფასების ინდიკატორები:

### ელექტრული საკეტები, მათი სახეები და მონტაჟი:

- ელექტრული საკეტების დაშლა-აწყობა;
- ელექტრული საკეტის დაყენება და დარეგულირება.

### ელექტროენერჯის მრიცხველები და მათი ჩართვის სქემები:

- მრიცხველების დამაგრება ფარზე
- ერთფაზა მრიცხველის მონტაჟის შესრულება;
- სამფაზა პირდაპირი ჩართვის მრიცხველის მონტაჟის შესრულება;

### პროექტორების მონტაჟი და რეგულირება:

- პროექტორის სამაგრი კონსტრუქციის მომზადება (სამი ხვრელით);  
დახრილობისა და მობრუნების კუთხეების დარეგულირება.

## თავი XII. ჩამიწების ძეგლებისა და მენსარიდების მონტაჟი და წინაღობის გაზომვა

ამ თავში თქვენ გაეცნობით ჩამიწების მნიშვნელობას ელექტროსაფრთხოების დაცვისა და ელექტროდანადგარების მუშაობის საქმეში; მის ძირითად შემადგენელ ნაწილებსა და თითოეული მათგანის დანიშნულებას; ჩამიწების სისტემის ტიპებს, მათ დადებით და უარყოფით თვისებებს; ჩამიწების მოწყობილობის მონტაჟს; დანუ-  
ლებასა და მის მნიშვნელობას; მენსარიდებს, მის ძირითად ნაწილებსა და მათ დანიშნულებას; ჩამიწების წინაღობის გაზომვის ხელსაწყოებსა და ხერხებს.

### 12.1. ჩამიწება

ელექტროსადგურიდან საჰაერო ხაზების გავლით მომხმარებელამდე მოდის სამი ხაზი – სამი ფაზა. მიწა, რომელზედაც ჩვენ დავდივართ, მეოთხე გამტარის სახით ასევე მონაწილეობს ელექტროენერჯის გადაცემაში. ძაბვა საჰაერო ხაზებსა და ჩვენს სახლში შემომავალ ძალოვან კაბელებში იზომება მიწის მიმართ.

**დაიმახსოვრეთ!** შენობაში შემოდის ოთხი გამტარი – ქვესადგურში სპეცი-  
ალურად ქმნიან დამატებით გამტარს, რომელიც, უხეშად რომ ვთქვათ,  
შეერთებულია მიწასთან ანუ ჩამიწებულია.

ჩამიწება ეს არის დენის გამტარი მასალისაგან დამზადებული საგნის მი-  
წასთან შეერთება (ნახ.12.1) ჩამიწება შედგება ჩამამიწებლისა (გამტარი ნაწილისა-



ნახ.12.1. ჩამიწება

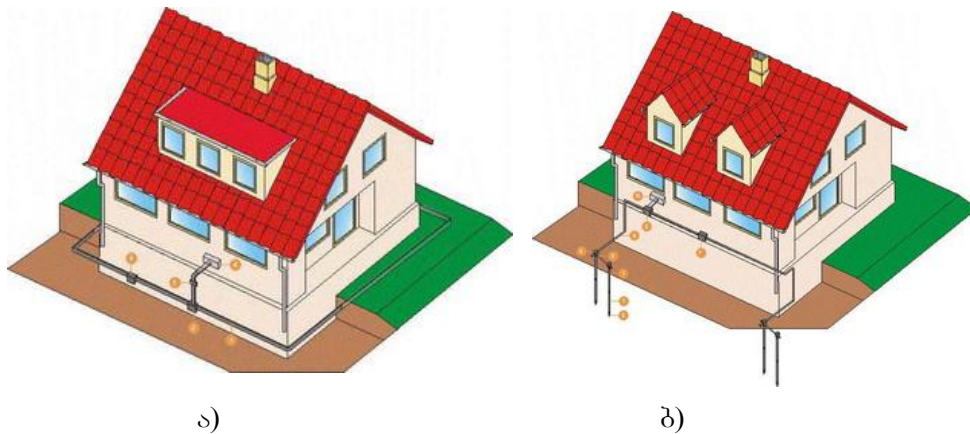
გან, რომელიც ელექტრულ კონტაქტშია მიწასთან) და ჩამამიწებელი გამტარისაგან, რომელიც ჩასამიწე-  
ბელ მოწყობილობას აერთებს ჩამამიწებელთან. იგი შეიძლება იყოს უბრალოდ ფოლადის ან სპილენძის  
დერო, ასევე სპეციალური ფორმის ელემენტების  
რთული კომპლექსი. მას უწოდებენ მიწას, უფრო  
სწორად – ნეიტრალს. მასზე ძაბვა არაა. ის გამო-  
იყენება მხოლოდ იმისათვის, რომ ფაზურ გამტარს  
ჰქონდეს წყვილი. მეორე გამტარს ასეც ეწოდება –  
ფაზა. ეს იგივე ფაზაა, რომელიც გამოვიდა ელექტროსადგურიდან და გაიარა  
მრავალჯერადი გადართვები და ტრანსფორმაცია.

**დაიმახსოვრეთ!** ფუნქციონალური დანიშნულების მიხედვით ჩამიწება ორი  
სახისაა: დამცავი და მუშა.

დამცავი ჩამიწება ეს არის ელექტროდანადგარის იმ მეტალური ნაწილების  
მიწასთან წინასწარგანზრახული შეერთება, რომლებიც არ იმყოფებიან ძაბვის ქვეშ  
(ტრანსფორმატორების გარსაცმების, მზომი ტრანსფორმატორების კორპუსების,  
განმამხლოებლების ამძრავების სახელურებისა და სხვა). მისი უმთავრესი  
ფუნქციაა ელექტროსაფრთხოების ფუნქცია. მუშა ჩამიწება წარმოადგენს ელექ-  
ტრული წრედის ცალკეული წერტილების წინასწარგანზრახულ შეერთებას მიწა-

სთან. მაგალითად, გენერატორების, ძალოვანი და მზომი ტრანსფორმატორების ნეიტრალური წერტილების შეერთება მიწასთან. მუშა ჩამიწება უზრუნველყოფს ელექტროდანადგარების მუშაობას ნორმალურ და ავარიულ პირობებში. მას არ აკისრია ელექტროუსაფრთხოების ფუნქცია.

ნებისმიერ სამრეწველო შენობასა თუ თანამედროვე საცხოვრებელ სახლებში არსებობს სპეციალური ჩამიწების კონტური (ნახ.12.2.), რომელზეც ჩართულია აღნიშნული გამტარი. ნეიტრალისა და ჩამიწების (კორპუსის) გამტარები ჩართულია ერთ საერთო წერტილში – შენობის მთავარ ძალოვან ფარზე. სწორად ჩართულ სამგამტარიან როზეტში მოდის ორი ჩამიწებული და ერთი ფაზური გამტარი, მაგრამ მათგან ერთი ნამდვილად ჩამიწებულია.



ნახ.12.2. სახლის ჩამიწების კონტური (ა) და ღეროვანი ჩამიწება (ბ)

ნეიტრალმა და ფაზამ შეიძლება სურვილისამებრ შეიცვალონ ადგილები. ამიტომ ორივეს ძალოვან გამტარებს უწოდებენ. ხელსაწყოს (მაგალითად, კომპიუტერის) შიგნით ეს ძალოვანი გამტარები მიერთებულია კვების ბლოკთან, ამასთანავე ყველა საერთაშორისო სტანდარტი მოითხოვს ორ პირობას: 1) ხელსაწყოს კონსტრუქციამ უნდა უზრუნველყოს ამ გამტარების იზოლაცია კორპუსისაგან; 2) ხელსაწყოს დაპროექტებისას აკრძალულია გამტარებს შორის რაიმე განსხვავების ჩამატება, ანუ ისინი ითვლებიან ფაზურ გამტარებად.

ჩამიწების ხარისხი განისაზღვრება მისი წრედის ელექტრული წინააღობის მნიშვნელობით, რომელიც შეიძლება შევამციროთ: 1) ჩამამიწებლის მიწასთან კონტაქტის ფართობის გაზრდით, რისთვისაც საჭიროა გამოვიყენოთ მრავალი ღერო; 2) მიწის გამტარობის გაზრდით, რისთვისაც საჭიროა მიწაში მარილის შემცველობის გაზრდა.

**დაიმახსოვრეთ!** შესასრულებელი ამოცანიდან გამომდინარე ელექტრული წინააღობა უნდა იყოს არაუმეტეს: 10 ომისა მესამრიდის ჩამიწების კონტურისათვის; 4 ომისა – სახლისა და ელექტრული მოწყობილობების; 2 ომისა – ტელეკომუნიკაციებისათვის; 1 ომისა – სერვერებისათვის.

იმისათვის, რომ მივიღოთ ჩამამიწებელი მოწყობილობა მცირე წინააღობით, ფართოდ გამოვიყენება ე.წ. ბუნებრივი ჩამამიწებლები: მიწაში განთავსებული წყალსადენი და სხვა მიწები, მიწასთან დაკავშირებული მეტალის კონსტრუქციები.

ასეთი ბუნებრივი ჩამამიწებლების წინაღობა შეიძლება იყოს ომის რამდენიმე მეათედი ნაწილი და მათ მოწყობაზე არ მოითხოვენ სპეციალურ დანახარჯებს. ამიტომ მათ პირველ რიგში საცხოვრებელ სახლებში იყენებდნენ. მაგრამ ამჟამად მეტალის მიღები თანდათანობით იცვლება პლასტმასის მიღებით, რის გამოც ელექტრული კონტაქტი მიღებს შორის ირღვევა და ჩამიწების ფუნქციები იკარგება. ამიტომ მათი გამოყენება ჩამამიწებლად დაუშვებელია.

იმ შემთხვევებში, როცა ბუნებრივი ჩამამიწებლები არ არსებობს, საჭიროა ხელლოვნურის მოწყობა ჩამამიწებელი კონტურის სახით, რომელიც წარმოადგენს მიწაში განთავსებულ კუთხოვანებს ან მიღებს, რომლებიც ერთმანეთთან შეერთებულია ფოლადის ზოლებით.

ჩამამიწებელი კონტურის განდინების საერთო წინაღობა განისაზღვრება ცალკეული ჩამამიწებელის განდინების წინაღობათა ჯამით. ამასთანავე კონტურულ ჩამამიწებლებში მხედველობაში უნდა მივიღოთ ე.წ. ჩამამიწებლების ურთიერთეკრანირების მოვლენა, რომელსაც მივყავართ კონტურში განლაგებული ჩამამიწებლების განდინების წინაღობის გაზრდამდე. რაც უფრო ახლოა ერთმანეთთან ჩამამიწებლები, მით უფრო მეტად ახდენენ გავლენას განდინების საერთო წინაღობაზე. ამიტომ ცალკეული ჩამამიწებლები უნდა განვალაგოთ ერთმანეთისაგან არანაკლებ 2,5–5 მ დაშორებით. კოეფიციენტს, რომელიც მხედველობაში იღებს ურთიერთეკრანირების შედეგად განდინების წინაღობის გაზრდას, ჩამამიწებლის გამოყენების კოეფიციენტი ეწოდება. მიწაში დენის გატარების დროს ჩამამიწებელი კონტურის ყველა ნაწილი იღებს თითქმის ერთნაირ პოტენციალს. ამიტომ ჩამამიწებელი კონტურები ხელს უწყობენ მათ მიერ დაკავებულ ფართობზე პოტენციალების გათანაბრებას.

ჩამამიწებელ გამტარებად პირველ რიგში გამოიყენება ფოლადი, ხოლო იშვიათ შემთხვევაში სპილენძი ან ალუმინი. ჩამამიწებელი გამტარები იყოფა: ძირითად (მაგისტრალურ) და განშტოებულ გამტარებად, რომლებიც შეერთებულნი არიან ცალკეულ ელექტრომიმღებებთან.

100 ვ-მდე ძაბვის იზოლირებულ ნეიტრალიან ელექტროდანადგარებში მაგისტრალურ ჩამამიწებელ გამტარებში ელექტროდანადგარების მოწყობის წესების თანახმად, დასაშვები დატვირთვა უნდა შეადგენდეს ფაზური გამტარის დატვირთვის არანაკლებ 50%, ხოლო განშტოებულ გამტარებში – ფაზური დატვირთვის არანაკლებ 33%.

### **საკონტროლო კითხვები:**

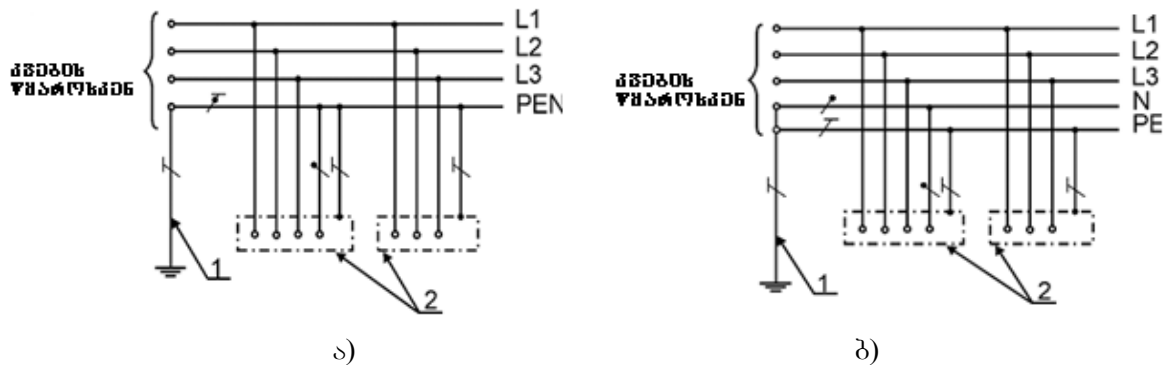
1. რას წარმოადგენს ჩამიწება?
2. ჩამოთვალეთ ჩამიწების ძირითადი ნაწილები.
3. რამდენი სახის ჩამიწება არსებობს ფუნქციონალური დანიშნულების მიხედვით?
4. რა ფუნქცია აკისრია დამცავ ჩამიწებას?
5. რა მიეკუთვნება ბუნებრივ ჩამამიწებლებს?



## 12.2. ჩამიწების სისტემის ტიპები

საერთაშორისო კლასიფიკაციის მიხედვით ჩამიწების სისტემის ქსელები აღინიშნება ორი ასოთი. პირველი მათგანი უჩვენებს კვების წყაროს, ხოლო მეორე – ელექტროდანადგარის ღია გამტარი ნაწილების ჩამიწების ხასიათს. აღნიშვნებში გამოყენებულია ფრანგული სიტყვების საწყისი ასოები: T – ჩამიწებულია; N – მიერთებულია წყაროს ნეიტრალთან (დანულებულია); I – იზოლირებულია. სახელმწიფო სტანდარტით შემოღებულია ნულოვანი გამტარების აღნიშვნები: N – ნულოვანი მუშა გამტარი; PE – ნულოვანი დამცავი გამტარი; PEN – შეთავსებულია ნულოვანი მუშა და დამცავი გამტარები.

**დაიმახსოვრეთ!** არსებობს ქსელების ჩამიწების სამი სისტემა: TN– წყაროს ნეიტრალი ჩამიწებულია. ელექტროდანადგარის ღია გამტარი ნაწილები მიერთებულია ამ წერტილში ნულოვანი დამცავი გამტარების საშუალებით; თავის მხრივ TN სისტემა შეიძლება იყოს სამი სახის: TN-C- (ნახ.12.3.ა) ნულოვანი მუშა და ნულოვანი დამცავი გამტარები გაერთიანებულია ერთ გამტარში; TN-S – (ნახ.12.3.ბ) ნულოვანი მუშა და ნულოვანი დამცავი გამტარები მთელ სისტემაში მოქმედებენ ცალ-ცალკე.

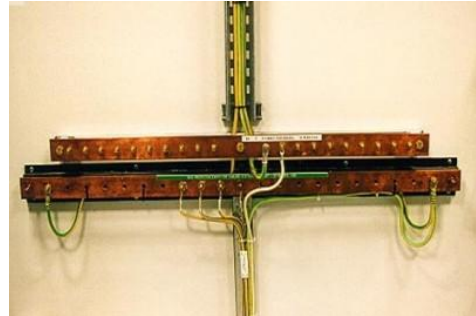
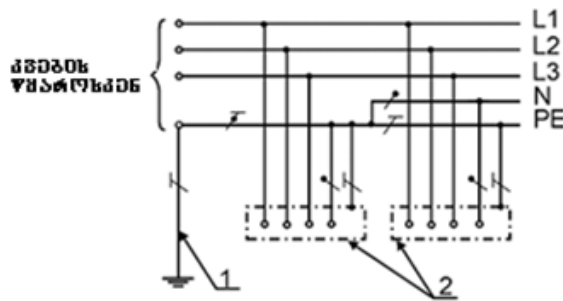


ნახ.12.3. ჩამიწების სისტემები: TN-C (ა) და TN-S (ბ)

ჩამიწების TN-C სისტემის დროს შენობის ელექტროდანადგარის ღია გამტარ ნაწილებს კვების წყაროს ჩამიწების წერტილთან (ქვესადგურის ტრანსფორმატორის ნეიტრალთან) აქვთ უშუალო კავშირი. ამ კავშირის უზრუნველსაყოფად მკვებავ ელექტრულ ქსელსა და შენობის ელექტროდანადგარებში გამოიყენება გამტარი, რომელშიც გაერთიანებულია ნულოვანი მუშა და ნულოვანი დამცავი გამტარის ფუნქციები. შენობის ელექტროდანადგარებში ღია გამტარი ნაწილები მიერთებულია PEN – გამტართან, რომელიც თავის მხრივ, მიერთებულია სატრანსფორმატორო ქვესადგურის ნულოვან მუშა და ნულოვან დამცავ (PEN) სალტესთან.

**დაიმახსოვრეთ!** PEN -გამტარი შენობის ელექტროდანადგარებში ყოველთვის იყოფა ორ გამტარად: ნულოვანი დამცავი (PE) და ნულოვანი მუშა - (N) გამტარი.

TN-C-S – ჩამიწების სისტემის დროს ნულოვანი მუშა და ნულოვანი დამცავი გამტარები ქსელის ნაწილში გაერთიანებულია. TN-C-S ტიპის ჩამიწების (ნახ.12.4.) სისტემის დროს TN-C სისტემისაგან განსხვავებით ნულოვანი დამცავი და ნულოვანი მუშა გამტარები გაერთიანებულია ერთ გამტარად არა შენობის მთელ ელექტროდანადგარებში, არამედ მხოლოდ მის ნაწილში.



ა)

ბ)

ნახ.12.4. ჩამიწების TN-C-S სისტემა: სქემა (ა) და სქემის მიხედვით შესრულებული შეერთება (ბ)

გაყოფა შეიძლება მოხდეს შენობის შემყვან-გამანაწილებელ მოწყობილობაში ნულოვან-დამცავ PE სალტეზე ან შენობის ელექტროდანადგარის რომელიმე წერტილში, (მაგალითად, გამანაწილებელი მოწყობილობის PE სალტეზე).

პირველ შემთხვევაში შენობის ყველა ელექტროდანადგარზე გამოყენებულია ორი გამტარი – ნულოვანი დამცავი და ნულოვანი მუშა. მეორე შემთხვევაში PEN გამტარი მიერთებულია შენობის ელექტროენერჯის მომარაგების მიხედვით პირველ ელექტროდანადგართან, რის შემდეგაც ხდება მისი გაყოფა ორ ნულოვან გამტარად: დამცავი და მუშა.

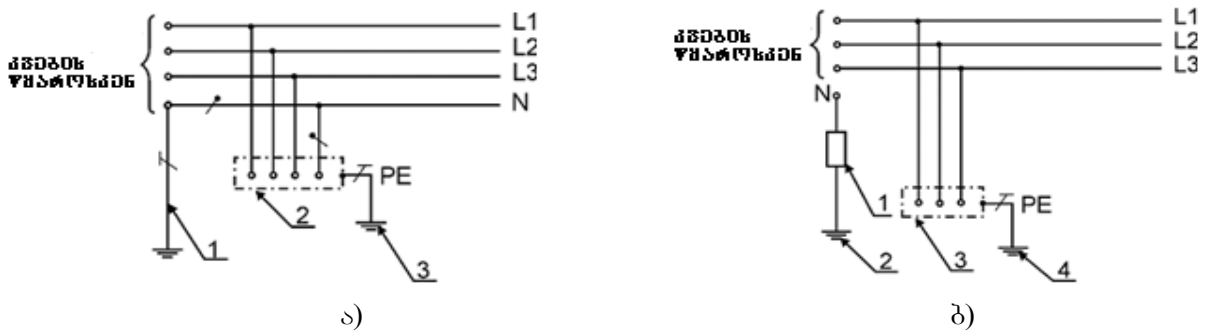
ელექტროდანადგარის ღია ნაწილები მიერთებულია ნულოვან დამცავ გამტართან (ხუთგამტარიან სისტემაში) ან PEN გამტართან (ოთხგამტარიან სისტემაში).

**დაიმასხსოვრეთ!** სტაციონარულ დანადგარებში დამცავი და ნულოვანი მუშა გამტარის ფუნქციები შეიძლება შეითავსოს PEN გამტარმა იმ შემთხვევაში, თუ მისი კვეთი არის არანაკლებ 10 მმ<sup>2</sup> სპილენძისა და 16 მმ<sup>2</sup> ალუმინის შემთხვევაში.

გაყოფის წერტილში საჭიროა გავითვალისწინოთ ცალკეული მომჭერები ან სალტეები ნულოვანი და დამცავი გამტარებისთვის. PEN გამტარი რომელიც ითავსებს მუშა და დამცავ ფუნქციებს შეერთებული უნდა იქნეს დამცავ გამტართან.

TN სისტემაში შეიძლება გამოყენებულ იქნეს: ზედენებისაგან დაცვისა და დაცვის მოწყობილობები, რომლებიც რეაგირებენ დიფერენციალურ დენზე.

TT სისტემის (ნახ.12.5.ა) დროს წყაროს ნეიტრალი ჩამიწებულია, ხოლო ელექტროდანადგარის ღია გამტარი ნაწილები მიერთებულია ჩამამიწებელთან, კვების წყაროს ნეიტრალის ჩამამიწებლისგან დამოუკიდებლად. ამ დროს გამოიყენება შენობების მეტალის კარკასი.



ნახ.12.5. ჩამიწების სისტემები: TT (ა) და IT (ბ)

IT სისტემის (ნახ.12.5.ბ). დროს წყაროს ნეიტრალი იზოლირებულია ან დაკავშირებულია საკმაოდ დიდი წინაღობით, ხოლო ელექტროდანადგარის ღია გამტარი ნაწილები ჩამიწებულია. ამ სისტემაში შეიძლება გამოყენებული იქნეს იზოლაციის კონტროლის, ზედენებისაგან დაცვისა და დიფერენციალურ დენზე მარეაგირებელი მოწყობილობები.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რამდენი ასოთო აღინიშნება ჩამიწების სისტემის ქსელები და რას აღნიშნავს თითოეული მათგანი?
2. ჩამიწების სისტემის რამდენი სახე არსებობს? ჩამოთვალეთ სათითაოდ.
3. რით განსხვავდება TN-C-S სისტემა TN-C სისტემისაგან?

**12.3. ჩამამიწებლის მონტაჟი**

ჩამამიწებელი მოწყობილობის მონტაჟი შედგება შემდეგი ოპერაციებისაგან: ჩამამიწებლების დაყენება; ჩამამიწებელი გამტარების ჩაწყობა; ჩამამიწებელი გამტარების ერთმანეთთან შეერთება; ჩამამიწებელი გამტარების ჩამამიწებლებთან და ელექტრომოწყობილობებთან შეერთება.

ჩამიწების მოწყობად გამოიყენება ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ელექტროდები. ვერტიკალურ ელექტროდებად გამოიყენება ფოლადის მილები დიამეტრით 5–6 სმ და სისქით არანაკლებ 3,5 მმ-ისა და ფოლადის კუთხოვანები სისქით 4 მმ, ზომებით 40×40 და 60×60-მდე მმ, სიგრძით 2,5–3 მ. ჩამამიწებლების მოსაწყობად წინასწარ თხრიან 0,5 მ სიფართისა და 0,7–0,8 მ სიღრმის ტრანშეას (ნახ.12.6.ა), რის შემდეგაც მილებს ან კუთხოვანებს მექანიზმების საშუალებით ჩაასობენ მიწაში. 10–12 მმ დიამეტრისა და 4–4,5 მ სიგრძის ფოლადის ღეროებს სპეციალური სამარჯვების საშუალებით, ბრუნვითიმოზრაობით ჩაასობენ მიწაში. მიწაში ჩასობილი ვერტიკალური ელექტროდების ზედა ბოლოებს არანაკლები 4×12 მმ ფოლადის ზოლითა ან არანაკლები 6 მმ დიამეტრის მრგვალი ფოლადით ერთმანეთთან აერთებენ გვერდიდან (ნახ.12.6.ბ), რადგან ასეთ მდგომარეობაში უფრო მოსახერხებელია მისი მიღულება და, ამასთანავე, მიწასთან უკეთესი კონტაქტიც აქვს. დაშორება ელექტროდებს შორის უნდა იყოს 2,5–3 მ. შეღულების ადგილები, კოროზიის თავიდან აცილების მიზნით იფარება ბიტუმით. გარე

ჩამამიწებელი კონტურის მოწყობა და შიგა ჩამამიწებელი ქსელის ჩაწყობა წარმოებს ელექტროდანადგარის პროექტის მუშა ნახაზების მიხედვით. თხრილში ყრიან სუფთა მიწას და ტკეპნიან მას. ეს უკანასკნელი ამცირებს ჩამიწების განდინების წინააღობას.



ა)

ბ)

ნახ.12.6. ჩამიწების კონტურის თხრილი (ა) და შეღუღებული მილები (ბ)

ასეთნაირად მომზადებულ თხრილში აწყობენ ჰორიზონტალურ ელექტროდებს. ამ შემთხვევაშიც ფოლადის ზოლის ელექტროდები უნდა განლაგდეს გვერდითა მხრით.

**დაიმახსოვრეთ!** ჩამამიწებელი გამტარების შენობაში შეყვანა ხდება არანაკლებ ორი ადგილისა.

ჩამამიწებელი მაგისტრალური გამტარები გაჰყავთ კედლის ზედაპირიდან 0,05–01 მ დაშორებით იატაკიდან 0,4–0,6 მ სიმაღლეზე. დამაგრების წერტილებს შორის დაშორება უნდა იყოს 0,6–1,0 მ. მშრალ ადგილებსა და ქიმიურად აქტიური გარემოს არარსებობის შემთხვევაში, დასაშვებია ჩამიწების გაყვანა უშუალოდ კედელზე.

ჩამამიწებელი ზოლები კედელზე მაგრდება დიუბელებით, სამშენებლო სამონტაჟო დამბაჩის დახმარებით. ფართოდ გამოიყენება ასევე ჩამაგრებული დეტალები, რომლებზეც მიედუდება ჩამიწების ზოლები.

ტენიან და აგრესიული გარემოს მქონე შენობებში ჩამამიწებელ გამტარებს მიაღუდებენ დიუბელებით ჩამაგრებულ საყრდენებზე. ასეთ შენობებში ჩამამიწებელ გამტარსა და ფუძეს შორის დრეწოს შესაქმნელად გამოიყენება 25–30 მმ სიფართისა და 4 მმ სისქის ფოლადის ზოლებისაგან დაწნეხილი დამჭერი. წრიული ჩამამიწებელი გამტარების გასაყვანად გამოიყენება კრონშტეინები.

ელექტროდანაგარებს, რომლებიც ექვემდებარებიან ჩამიწებას, ჩამამიწებელ მაგისტრალთან აერთებენ ცალკეული განშტოებებით. ფოლადის ჩამამიწებელ გამტარებს მეტალოკონსტრუქციებთან აერთებენ შეღუღლებით, ხოლო მოწყობილობასთან შეძლებისდაგვარად იმავე წესით.

ქვესადგურებში ამიწებენ ელექტრომოწყობილობის ყველა ელემენტსა და მეტალის კონსტრუქციებს. ძალოვანი ტრანსფორმატორების ჩამიწება ხდება ფოლადის გვარლისაგან დამზადებული მოქნილი ზღუდარით. ზღუდარის ერთ ბოლოს მია-

დუღებენ ჩამამიწებელ გამტართან, ხოლო მეორეს – მიაერთებენ ტრანსფორმატორთან ჭანჭიკური შეერთებით.

**დაიმასხოვრეთ!** ქვესაღვურის გარშემო ჩვეულებრივ აკეთებენ საერთო ჩამამიწებელ კონტურს, რომელზედაც მიაღუღებენ ქვესაღვურის შიგა ნაწილის ჩამამიწებელ გამტარებს. ელექტრომოწეობილობის ცალკეულ ელემენტებს ჩამამიწებელ გამტარებთან აერთებენ პარალელურად და არა მიმდევრობით, რადგან ამ დროს ჩამამიწებელი გამტარის გაწყვეტის შემთხვევაში მოწყობილობის ნაწილი აღმოჩნდება ჩამიწების გარეშე.

6–10 კვ მცველებს ამიწებენ ჩამამიწებელი გამტარის საყრდენი იზოლატორის მიღტუჩას, ჩარჩოს ან მეტალის კონსტრუქციასთან, მიერთების გზით.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რა ოპერაციებისაგან შედგება ჩამამიწებელი მოწყობილობის მონტაჟი?
2. რა მასალისაგან არის დამზადებული ელექტროდები?
3. რა მანძილით უნდა იყვნენ დაშორებული ელექტროდები?
4. რით ხდება ძალოვანი ტრანსფორმატორის ჩამიწება?

**12.4. დანულება**

დანულება ეწოდება ელექტროდანადგარის მეტალის არადენგამტარი ნაწილების ელექტრულ შეერთებას სამფაზა დამწვევი ტრანსფორმატორის ან გენერატორის მეორეული გრაგნილის ჩამიწებულ ნეიტრალთან, ერთფაზა დენის წყაროს ჩამიწებულ გამომძევანთან, მუდმივი დენის წრედებში ჩამიწებულ შუა წერტილთან.

**დაიმასხოვრეთ!** დანულების მოქმედების პრინციპი დაფუძნებულია მოკლედ შერთვის აღძვრაზე, ფაზის ხელსაწყოს ან მოწყობილობის არადენგამტარ ნაწილზე გარღვევის დროს, რასაც მივყავართ დაცვის სისტემის ამუშავებამდე.

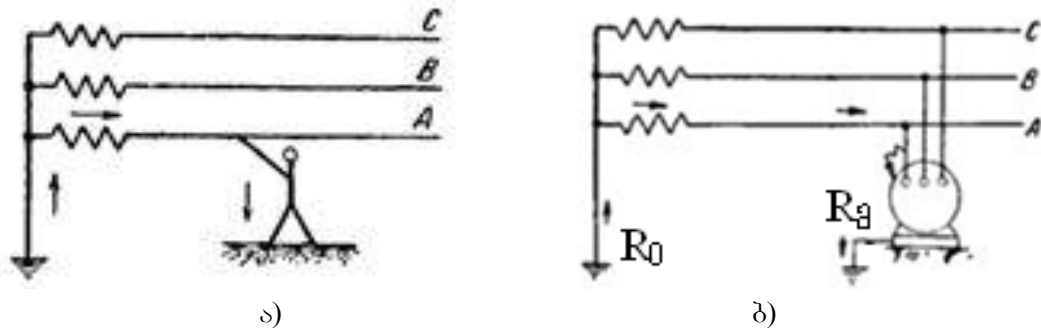


ნახ.12.7. კორპუსის დანულება

დანულება დაცვის ძირითადი სახეა ირიბი შესხების დროს 1000 ვ ძაბვამდე ყრულ ჩამიწებულ ნეიტრალიან ელექტროდანადგარებში. რადგანაც ნეიტრალი ჩამიწებულია, დანულება შეიძლება განვიხილოთ როგორც ჩამიწების სპეციფიკური სახესხვაობა.

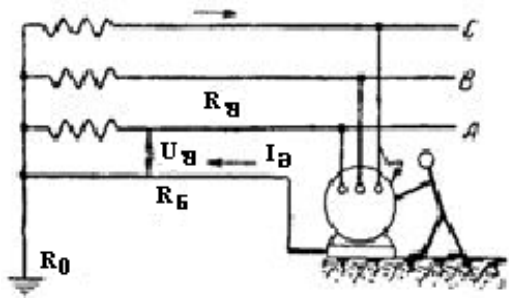
ნულოვანი დამცავი გამტარი ეწოდება გამტარს (ნახ.12.7.), რომელიც ერთმანეთთან აერთებს დანულებულ ნაწილებს (კორპუსები, კონსტრუქციები, გარსაცმები და სხვა) კვების წყაროს (ტრანსფორმატორები, გენერატორები) ჩამიწებულ ნეიტრალთან.

380/220 ვ ქსელებში გამოიყენება ტრანსფორმატორებისა და გენერატორების ნეიტრალური წერტილების ჩამიწება. ჯერ განვიხილოთ 380 ვ ძაბვის ქსელი ჩამიწებული ნეიტრალით (ნახ.12.8.ა). თუ ადამიანი შეეხება ამ ქსელის გამტარს, მაშინ ფაზური ძაბვის ზემოქმედებით შეიქმნება დაზიანების წრედი, რომელიც შეიკვრება ადამიანის სხეულის, ფეხსაცმლის, იატაკის, მიწისა და ჩამიწებული ნეიტრალის გავლით (იხ. ისარი). იგივე წრედი შეიკვრება, თუ ადამიანი შეეხება იზოლაციადაზიანებულ კორპუსს. ამასთანავე, არ შეიძლება ელექტრომიმღების კორპუსის ჩამიწება. დავეშვათ, რომ ასეთი ჩამიწება მაინც მომხდარია (ნახ.12.8. ბ) და ელექტროძრავას კორპუსზე წარმოიშვა მოკლე შერთვა. მოკლედ შერთვის დენი გაივლის ორი – ელექტრომიმღების ( $R_{\text{გ}}$ ) და ნეიტრალის ( $R_0$ ) ჩამამიწებლის გავლით.



ნახ.12.8. ჩამიწებულ ნეიტრალიან ქსელის გამტართან შეხება (ა) და ყრუდჩამიწებულ ნეიტრალიან ქსელში ელექტრომიმღების ჩამიწება

ომის კანონით ქსელის ფაზური ძაბვა  $R_{\text{გ}}$  და  $R_0$  ჩამამიწებლებს შორის განაწილდება პროპორციულად, ანუ რაც მეტი იქნება ჩამამიწებლის წინაღობა, მით მეტი იქნება მასზე ძაბვის ვარდნა. ასე მაგალითად, თუ წინაღობა  $R_0 = 1$  ომი,  $R_{\text{გ}} = 4$  ომი და ფაზური ძაბვა  $U_{\text{ფ}} = 220$  ვ, მაშინ ჩამამიწებლებზე ძაბვათა ვარდნა განაწილდება ასე:  $R_{\text{გ}}$  წინაღობაზე გვექნება 176 ვ, ხოლო  $R_0$ -წინაღობაზე – 44 ვ. ამგვარად, ძრავას კორპუსსა და მიწას შორის აღიძვრა საკმაოდ საშიში ძაბვა. ადამიანი, რომელიც შეეხება კორპუსს, შეიძლება დაზიანდეს ელექტრული დენით. თუ ადგილი ექნება წინაღობათა უკუ თანაფარდობას ანუ  $R_0$  მეტი იქნება  $R_{\text{გ}}$ -ზე, მაშინ საშიში ძაბვა შეიძლება აღიძვრას მიწასა და ტრანსფორმატორის ახლოს დაყენებული მოწყობილობების კორპუსებს შორის, რომელთაც გააჩნიათ ნეიტრალის საერთო ჩამიწება.



ნახ.12.9. ჩამიწებულ ნეიტრალიან ქსელში ელექტრომიმღების დანუღება

ნახვევები მიზეზის გამო 380/220 ვ ძაბვის ელექტროდანადგარებში, ყრუდ ჩამიწებულ ნეიტრალიან ქსელებში გამოიყენება სხვა სახის ჩამიწების სისტემა: ყველა მეტალის კორპუსები და კონსტრუქციები ელექტრულად დაკავშირებულია ერთმანეთთან ტრანსფორმატორის ყრუდ ჩამიწებულ ნეიტრალთან (ნახ.12.9). ქსელის ნულოვანი ან სპეციალური დანუღების გამტარით. ამის გამო ნებისმიერი შერთვა

კორპუსთან გარდაიქმნება მოკლედ შერთვად და ავარიული უბანი გაითიშება ავტომატური ამომრთველით ან მცველით. ჩამიწების ასეთ სისტემას ეწოდება დანულება.

**დაიმახსოვრეთ!** დანულების დროს უსაფრთხოების უზრუნველყოფა მიიღწევა ქსელის იმ უბნის გამორთვით, რომელშიც მოხდა კორპუსზე შერთვა.

ისევე როგორც ყველა ჩამიწება ვერ უზრუნველყოფს უსაფრთხოებას, ასევე ვერც ყველა დანულება გამოდგება უსაფრთხოების უზრუნველყოფისათვის. დანულება შესრულებული უნდა იყოს ისე, რომ ავარიულ უბანზე მოკლედ შერთვის დენმა მიაღწიოს ისეთ მნიშვნელობას, რომელიც საკმარისი იქნება უხლოესი დნობადი მცველის გასაღდობად ან ავტომატის ამოსართველად. ამისათვის მოკლედ შერთვის წრედის წინაღობა უნდა იყოს საკმაოდ მცირე. თუ ამორთვა არ მოხდა და მოკლედ შერთვის დენი ხანგრძლივად გაივლის წრედში, მაშინ მიწის მიმართ ძაბვა აღიძვრება არა მარტო დაზიანებულ კორპუსზე, არამედ ყველა დანულელებულზეც. ეს ძაბვა შეიძლება აღმოჩნდეს მნიშვნელოვანი სიდიდის და შესაბამისად საშიში, განსაკუთრებით იმ ადგილებში სადაც არ არის პოტენციალების გათანაბრება. ამიტომ დანულების მოწყობისას ზუსტად უნდა შესრულდეს ელექტროდანადგარების მოწყობის წესების მოთხოვნები: 1) დაზიანებული ხაზის ავტომატური ამორთვის დრო არ უნდა იყოს 0,4 წმ-ზე მეტი; 2) საიმედოობის კოეფიციენტი უნდა იყოს არანაკლებ 3-ისა დნობადი მცველებისა და ავტომატური ამომრთველებისათვის – ნორმალურ შენობისათვის; 4–6 – კი ფეთქებადსაშიში შენობებისათვის; 3) ჩამამიწებელი მოწყობილობის  $R_0$  ნეიტრალის განდინების წინაღობა (მუშა ჩამიწება) უნდა იყოს არაუმეტეს 2, 4 და 8 ომისა, შესაბამისად, 660, 380 და 220 ვ ძაბვის სამფაზა დენის ელექტროდანადგარებისათვის.

#### საკონტროლო კითხვები:

1. რას ეწოდება დანულება?
2. რაზეა დამყარებული დანულების მოქმედების პრინციპი?
3. რას ეწოდება ნულოვანი გამტარი?
4. როგორ მიიღწევა დანულების დროს უსაფრთხოების უზრუნველყოფა?

### 12.5. მეხსარიდები

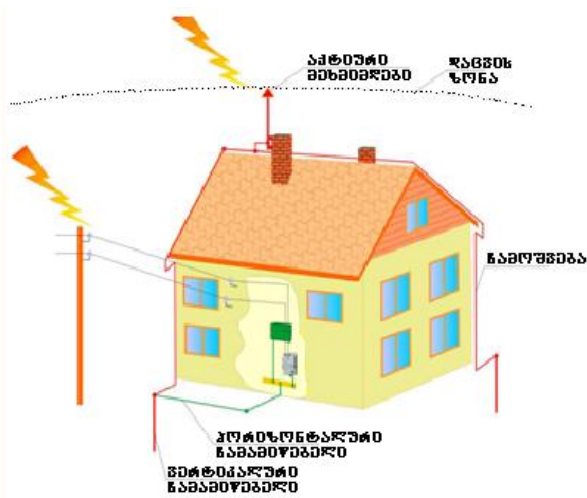
მეხი არის კოლოსალური ელექტრული მუხტი (ნახ.12.10.), რომელსაც შეუძლია დააზიანოს ადამიანები და შენობები, გამოიწვიოს ხანძარი. ყოველივე ამის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა მეხისგან დაცვა, ანუ მეხსარიდების დამონტაჟება.

**დაიმახსოვრეთ!** მეხსარიდი – ეს არის ნებისმიერი შენობის აუცილებელი ნაწილი. მეხსარიდის სისტემის გარეშე შენობა და შესაბამისად, მასში მყოფი ადამიანები დაუცველი არიან სტიქიისაგან.



ნახ.12.10. მეხის დაცემა

ამიტომ მეხსარილი საჭიროა შენობის მეხის პირდაპირი დარტყმისა და მის მიერ გამოწვეული გადაძაბვებისაგან დასაცავად. არსებობს მეხსარილის ორი სახე: გარე და შიგა. გარე მეხსარილი წარმოადგენს სისტემას, რომელიც უზრუნველყოფს მეხის დაჭერასა და მიწაში გაგზავნას, რითაც იცავს შენობას დაზიანებისა და ხანძრისაგან. შიგა მეხსარილი მოიცავს ღონისძიებათა და მოწყობილობათა კომპლექსს, რომელთა დანიშნულებაა პოტენციალების გათანაბრება, რაც გამორიცხავს საშიში ძაბვების აღძვრას შენობაში შემავალ ელექტრულ წრედებსა და მილსადენებში.



ნახ.12.11. სახლზე დამონტაჟებული მეხსარილი

მიდის მიწაში.

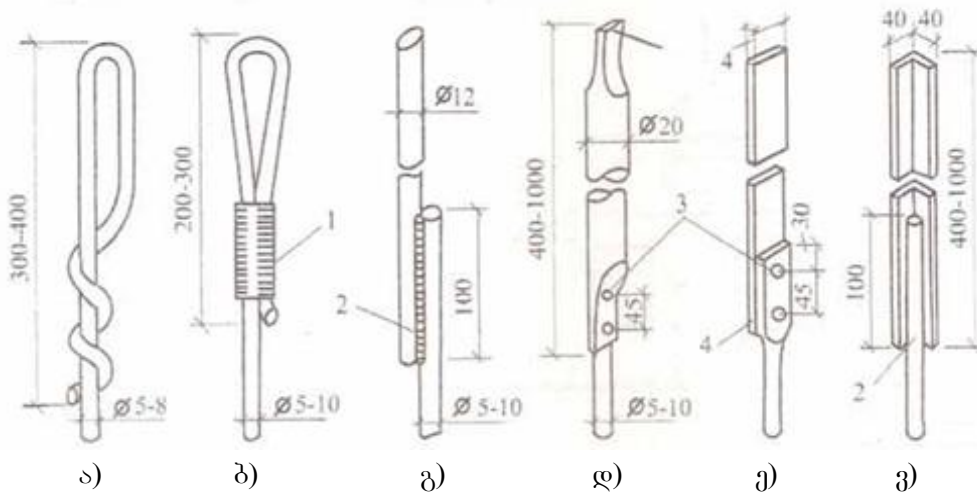
გარე მეხსარილის (ნახ.12.11.) შემადგენლობაში შედიან: მეხის მიმღები; დენსარინი და ჩამამიწებელი.

მეხის მიმღები კონსტრუქციულად წარმოადგენს მეტალის წაწვეტებულ ღეროს, რომელიც დაყენებულია ანძახე ან აწეულია ახლომდებარე შენობებსა და ხეებზე მაღლა. მისი ფუნქციაა ელვის მუხტის დაჭერა. წაწვეტებულ მეხის მიმღებზე ხდება ელექტროსტატიკური ველის კონცენტრაცია, რისი წყალობითაც მეხის განმუხტვა ადვილად ხდება მასზე და სპეციალურად გაყვანილი გამტარით

**დაიმახსოვრეთ!** მეხის განმუხტვას გააჩნია უზარმაზარი ენერჯია, აღიძვრება მილიონობით ვოლტი ძაბვა. მთელმა ჩამამიწებელმა ელექტრულმა წრედმა დაუზიანებლად (არ გადნეს და არ დაიწვას) უნდა გაუძლოს ასეულობით ამპერი სიდიდის დენს.

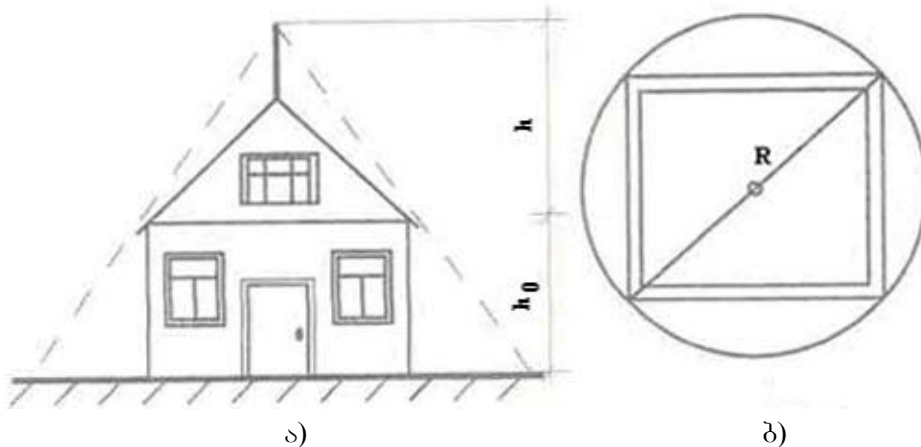
ღეროს წვერო მით უფრო ეფექტურად მუშაობს, რაც უფრო წაწვეტებულია, მაგრამ მეხის დარტყმის დროს წვერო დნება და ამდენად მისი მდგრადობა ატმოსფერული მოვლენების ზემოქმედების მიმართ მცირეა. ამიტომ გვიწევს კომპრომისზე წასვლა. მეხის მიმღების სამუშაო ბოლოს ვარიანტები ნაჩვენებია ნახ.12.13-ზე.





ნახ.12.13. მეხის მიმღებები დამზადებული: ფოლადის მავთულისაგან (ა,ბ); წნელისაგან (გ); წყალსადენი მილისაგან (დ); ფოლადის ზოლისა (ე) და კუთხოვანსაგან (ვ). (ზომები მმ-ში): 1 – მოთუთიებული მავთულის მიჩრილული არტახი; 2 – შეღუღება; 3 – მოქლონი

არის იმის გარანტია, რომ მეხი დაარტყამს მეხმიმღებს და არა გვერდით მდგომ შენობას?! თუ აზრობრივად წარმოვიდგენთ კონუსს, რომლის წვერო ემთხვევა მეხმიმღების წვეროს და მისი კუთხეა  $90^{\circ}$ , მაშინ ყველაფერი რაც აღმოჩნდება კონუსის შიგნით, მდებარეობს მეხსარიდის დაცვის ზონაში.

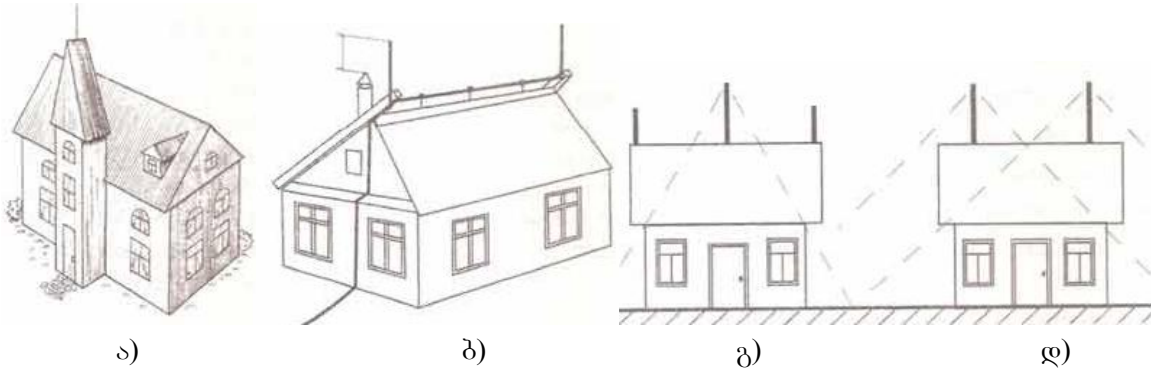


ნახ.12.14. მეხსარიდის დაცვის ზონა (ა) და სახლის განივკვეთი გეგმაში ((ბ):  $h_0$ - კედლის სიმაღლე;  $h$  - მეხმიმღების სიმაღლე კედლების ზემოთ;  $R$  - გარშემოწერილობის რადიუსი, რომელშიც ეწერება სახლის განივკვეთი; პუნქტირით ნაჩვენებია დამცავი კონუსი

მიახლოებით შეიძლება გამოვითვალოთ, რომ თუ სახლის განივკვეთი თავსდება  $R$  რადიუსის წრეში, მაშინ მეხის მიმღები სახლის კედლებიდან უნდა აეწიოს  $h = R$  სიმაღლეზე (მეტრებში). მაგალითად,  $10 \times 10$  მ კვადრატული ზომის სახლისათვის დიაგონალი შეადგენს 14 მ. აქედან გამომდინარე, დაცვის ზონის რადიუსი  $R = 7$  მ. რჩება სახურავის პრობლემა. უფრო ზუსტად, თუ იგი მთლიანად მოთავსებულია ზემოთ ნახსენებ კონუსში ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ.12.14.ა-ზე, მაშინ პრობლემა გადაჭრილია. მაგრამ თუ სახურავი ორფერდაა და მისი ფრონტონები არ თავსდება დამცავ კონუსში, მაშინ, რა თქმა უნდა, შეიძლება

მეხმიძლების აწევა უფრო მაღლა, მაგრამ ეს არაა საუკეთესო გადაწყვეტილება. უნდა მოვძებნოთ პრობლემის გადაწყვეტის უკეთესი ვარიანტი.

შეიძლება დავაყენოთ ორი მეხსარიდი, მათი კონუსები მოიცავენ მთელ სახურავს (ნახ.12.15.ბ). გრძელი ვიწრო სახლისათვის ეს სწორი, მართებული გადაწყვეტაა, რადგან ერთანძიან მეხსარიდთან შედარებით მცირდება მათი სიმაღლე.



ნახ.12.15. მეხსარიდების სხვადასხვა კონსტრუქციები: ა – სახლის ყველაზე მაღალ ნაწილზე; ბ – ჰორიზონტალური (გვარლის) ; გ – დამატებითი ფრონტონებზე; დ- ორი მეხმიძლებით

*დაიმახსოვრეთ!* მეტალის სახურავი შეიძლება გამოყენებული იქნეს მეხის მიმღებად. ამ შემთხვევაში ორივე დაქანება შეერთებული უნდა იქნეს დენსარინთან და შესაბამისად ჩამამიწებლებთან,

**საკონტროლო კითხვები:**

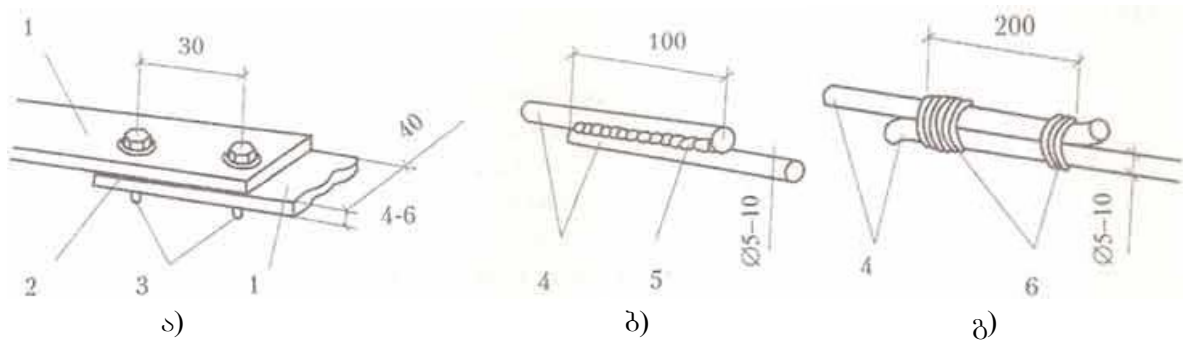
1. რა შეიძლება გამოიწვიოს მეხის დაცემა?
2. რას წარმოადგენს მეხსარიდი და რისგან შედგება იგი?
3. რას წარმოადგენს მეხის მიმღები კონსტრუქციულად?
4. შეიძლება თუ არა მეტალის სახურავის გამოყენება მეხის მიმღებად?

**12.6. დენსარინი**

დენსარინი – ეს არის მეხსარიდის სისტემის ნაწილი, რომლის დანიშნულებაა დენის გატარება მეხის მიმღებიდან ჩამამიწებლისაკენ; დენსარინად ყველაზე უკეთესია 5–6 მმ დიამეტრის მოთუთიებული ფოლადის მავთულის გამოყენება. ასევე დასაშვებია აგრეთვე ფოლადის ზოლის ან წყალსადენი მილის გამოყენება. დენსარინი არ შეიძლება გავიყვანოთ წვად ზედაპირებზე (მინიმალური დაშორება 150 მმ).

*დაიმახსოვრეთ!* ძალიან მნიშვნელოვანია დენსარინის მეხის მიმღებთან და ჩამამიწებელთან საიმედო შეერთება.

ყველაზე საიმედოა შედუღებით შეერთება. ასევე დასაშვებია მოქლონვა, ჭანჭიკებით შეერთება, მავთულის არტახი. მაგრამ ასეთი კონტაქტი დაცული უნდა იყოს იზოლაციით. ნახ.12.16-ზე ნაჩვენებია დენსარინის მეხის მიმღებთან შეერთების ხერხები.



ნახ.12.16.დენსარინის მესხის მიმღებთან შეერთების ხერხები: ა – ჭანჭიკებით; ბ – შედუღებით; გ – მოთუთიებული ფოლადის მავთულის არტახით; 1 – ფოლადის ზოლი; 2 – ტყეის საფენი; 3 – ჭანჭიკი; 4 – მავთული; 5 – შედუღება; 6 – მოთუთიებული მავთული დიამეტრით 1,5–2,5 მმ

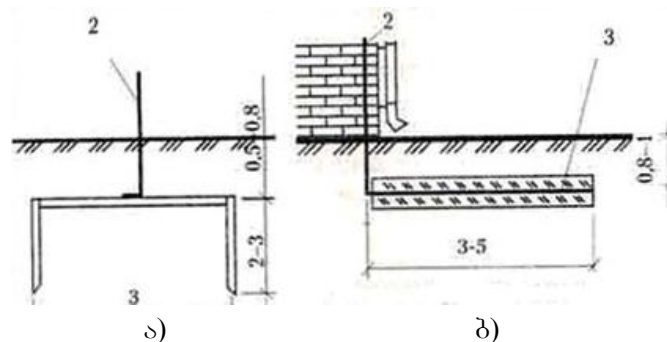
დენსარინი უნდა იყოს რაც შეიძლება მოკლე.

### საკონტროლო კითხვები:

1. რა არის დენსარინის დანიშნულება?
2. როგორ შეიძლება დენსარინის მესხის მიმღებთან და ჩამამიწებელთან შეერთება?

## 12.7. ჩამამიწებელი

ჩამამიწებელი – ეს არის ნიადაგში დრმად ჩაფლული მეტალის გამტარი (ნახ.12.17.), რომელიც უზრუნველყოფს მიწასთან საიმედო კონტაქტსა და შესაბამისად – მესხის დენის გატარებას მიწაში. ტენიან ნიადაგებში საკმარისია მოწყობილ იქნეს ჰორიზონტალური ჩამამიწებელი. რისთვისაც საჭიროა 80 სმ სიღრმის თხრილში ჩაიღოს 16–20 მმ დიამეტრის არმატურის ნაჭერი, 40×40 მმ ზომის ფოლადის კუთხოვანა ან 40×4 მმ ზომის ფოლადის ზოლი. ჩამამიწებლის სიგრძე უნდა იყოს არანაკლებ 3 მ-ისა. დაუშვებელია პარმადებთან და საცალფეხო ბილიკებთან 5 მ-ზე ახლოს ჩამამიწებლის ჩადება.



ნახ.12.17. ვერტიკალური (ა) და ჰორიზონტალური (ბ) ჩამამიწებლის კონსტრუქცია: 1 – ჩამამიწებელი; 2 – დენსარინი; 3 – განივი სალტე

### საკონტროლო კითხვები:

1. რას წარმოადგენს ჩამამიწებელი?
2. რას უზრუნველყოფს ჩამამიწებელი?
3. სად არის დაუშვებელი ჩამამიწებლის ჩადება?

## 12.8. ჩამიწების წინააღობის საზომი ხელსაწყოები და წინააღობის გაზომვა

ჩამამიწებელი მოწყობილობის ხარისხი მნიშვნელოვან გვლენას ახდენს ელექტრული დანადგარების გამოყენების უსაფრთხოებაზე, განსაკუთრებით ელექტრული დენით დაზიანებისა და მეხისაგან დაცვის ეფექტურობაზე.

ელექტრული დენით დაზიანებისაგან დაცვის მოთხოვნების ელექტრული დანადგარების შესაბამისობის შემოწმებისათვის საჭიროა ჩამამიწებელი მოწყობილობის წინააღობის გაზომვა.

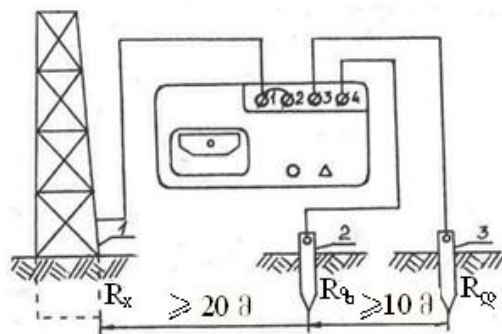
**დაიმახსოვრეთ!** ჩამიწების წინააღობა საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ შეხების ძაბვა მიწის მიმართ, რომელიც შეიძლება აღიძრას ძაბვის ქვეშ მყოფ დენგამტარ ნაწილებთან შეხების დროს.

გრუნტის კუთრი და ჩამამიწებელი მოწყობილობის წინააღობის გაზომვის საჭიროება თავს იჩენს პროექტირებისა და მონტაჟის ეტაპზე.

ჩამიწების კონტურის წინააღობის გასაზომად ამჟამად გამოიყენება სპეციალური ხელსაწყო  $\Phi 4103-M1$  ( $M416$ -ის შემცველი) (ნახ.12.18.ა). გაზომვის დაწყების წინ ახდენენ ხელსაწყო რეგულირდება შემდეგი თანმიმდევრობით: დგამენ მას ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში და გაზომვის ზღვარის გადამრთველი გადაჰყავთ მდგომარეობაში „კონტროლი 5 ომი“. აჭერენ თითო დილაკს და ხელსაწყოს „რეოქორდის“ სახელურის ბრუნვით ინდიკატორის ისარს აყენებენ ნულოვან მდგომარეობაში. რეოქორდის სკალაზე უნდა იყოს ჩვენება  $0,35-5$  ომი ნორმალური კლიმატური პირობებისა და კვების წყაროს ნორმალური ძაბვის დროს. ხელსაწყოს განალაგებენ გასაზომი ჩამიწების ახლოს. დამხმარე ჩამამიწებლის  $R_{\text{დ}}$  და პოტენციალურ ელექტროდის  $R_{\text{ფ}}$  („ზონდი“) დეროებს ჩაარჭობეს მიწაში ნახ.12.18.ბ-ზე მოცემული დაშორებით.



ა)



ბ)

ნახ.12.18. ჩამიწების წინააღობის საზომი ხელსაწყო  $\Phi 4103-M1$  ( $M416$ ) (ა) და ჩამიწების წინააღობის გაზომვის სქემა (ბ)

ჩამიწების წინააღობის უხეში გაზომვისათვის ხელსაწყოს 1 და 2 მომჭერებს შეაერთებენ ზღუდართ და ჩართავენ გასაზომ ობიექტთან სამომომჭერიანი სქემით (ნახ.2.18.ბ). ზუსტი გაზომვების დროს 1 და 2 მომჭერებიდან მოხსნიან ზღუდარს და ჩართავენ ხელსაწყოს გასაზომ ობიექტთან ოთხმომჭერიანი სქემით. ეს სქემა გამოირიცხავს ცდომილებას, რომელიც მასში შეაქვთ შემაერთებელი გამტარებისა და

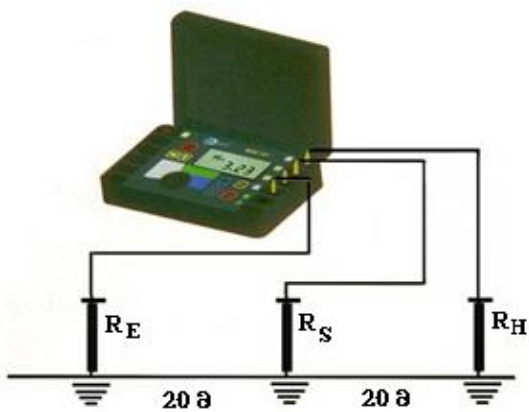
კონტაქტების წინაღობას. გრუნტში ჩაშვებული ღეროების სიგრძე უნდა იყოს არანაკლებ 0,5 მ, ჩვეულებრივ იღებენ 1–1,5 მ-ს. დამხმარე ჩამამიწებელი და ზონდი მზადდება დიამეტრით არანაკლებ 10 მმ მეტალის ღეროს ან მილის სახით.

თუ ჩამამიწებელი მოწყობილობის გამოცდისას განდინების წინააღობა არის 10 ომი, მაშინ დამხმარე მოწყობილობის წინააღობას იღებენ არაუმეტეს 250 ომისა, ხოლო თუ განდინების წინააღობა არის 100–1000 ომის ფარგლებში, მაშინ დამხმარე ჩამამიწებლის წინააღობა უნდა იყოს არაუმეტეს 500–1000 ომისა. გაზომვის ყველა შემთხვევისათვის ზონდის წინააღობა უნდა იყოს არაუმეტეს 1000 ომისა. მაღალი კუთრი წინააღობის მქონე გრუნტში გაზომვის შედეგები იქნება მიახლოებითი.

**დაიმახსოვრეთ!** გაზომვის შედეგების გაზრდისათვის ამცირებენ დამხმარე ჩამამიწებლის წინააღობას მის გარშემო ნიადაგის დანესტიანებითა და მათი რაოდენობის გაზრდით. დამატებით ღეროებს ჩაასობენ ერთმანეთისაგან 2–3 მ დაშორებით. ყველა ღერო ერთმანეთთან ელექტრულად არის შეერთებული და ქმნის დამხმარე ჩამამიწებლის ან ზონდის კონტურს. გაზომვას აწარმოებენ ზემოთ მოტანილი სქემით.

გაზომვა ხდება შემდეგი თანმიმდევრობით: ხელსაწყოს გადამრთველს დააყენებენ მდგომარეობაში „X1“ (გამრავლებული 1-ზე). დააჭერენ ლილაკს და „რეოქორდი“-ს სახელურის ბრუნვით აღწევენ ინდიკატორის ისრის ნულთან მაქსიმალურ მიახლოებას. გაზომვის შედეგი განისაზღვრება რეოქორდის სკალით. თუ გაზომვის შედეგი აღმოჩნდა 10 ომზე მეტი, მაშინ გადამრთველს დააყენებენ ერთ რომელიმე მდგომარეობაში X5, X20 ან X100 და იმეორებენ ზემოთ ნაჩვენებ გაზომვის ოპერაციას.

**დაიმახსოვრეთ!** გაზომვის შედეგი განისაზღვრება სკალის ჩვენების ნამრავლით რეოქორდის მამრავლზე.



ნახ.12.19. ჩამიწების წინააღობის გაზომვა სამპოლუსა მეთოდით

ნახ.12.19-ზე მოცემულია თანამედროვე, უახლესი MRU-100 ტიპის ხელსაწყოს გამოყენებით, სამპოლუსა მეთოდით ჩამიწების წინააღობის გაზომვის სქემა.

ჩამიწების წინააღობის სამპოლუსა მეთოდით გაზომვისას, ჩამამიწებელი მოწყობილობის ახლოს გრუნტში ჩაარჭობენ ორ საზომ ელექტროდს: დენურ ელექტროდს  $R_H$  და ძაბვის ელექტროდს  $R_S$ . ელექტროდებს შორის დაშორება უნდა იყოს არანაკლებ 20 მ-ისა. ძაბვის ელექტროდს  $R_S$  მოათავსებენ გასაზომ ჩამამიწებელ მოწყობილობასა და

დენურ ელექტროდს  $R_H$  შორის ნულოვანი პოტენციალის არეში. ხელსაწყო ზომავს შექმნილ წრედში გამავალ დენს. ასევე ძაბვას ჩამამიწებელ მოწყობილობასა და ძაბვის  $R_S$  ელექტროდს შორის. ძაბვის მნიშვნელობის დენის მნიშვნელობაზე გაყოფით მიიღება ჩამამიწებელი მოწყობილობის წინააღობა.

**დაიმახსოვრეთ!** ჩამიწების სისტემა ექსპლუატაციის დროს ექვემდებარება პერიოდულ შემოწმებას. რათა კოროზიამ და გრუნტის კუთრი წინაღობის ცვლილებამ მნიშვნელოვანი გავლენა არ მოახდინოს მის პარამეტრებზე.

ჩამამიწებელმა მოწყობილობამ მწყობრიდან გამოსვლა შეიძლება არ გვაჩვენოს მანამ, სანამ არ მოხდება გარღვევა და არ დადგება საშიში სიტუაცია.

ჩამამიწებელი კონტურის წინაღობის გაზომვა ხდება ნიადაგის მცირე გამტარობის პერიოდში: ზამთარში დიდი ყინვებისა და ზაფხულში გვალვების დროს. გაზომვები უნდა ჩატარდეს წელიწადში სულ მცირე ერთხელ, ასევე ყოველი კაპიტალური რემონტისა და დანადგარის ხანგრძლივი უმოქმედობის შემდეგ.

ჩამამიწებელი გამტარებისა და საღებავების გარეგანი დათვალიერება წარმოებს არანაკლებ ექვს თვეში ერთხელ, ხოლო განსაკუთრებით ტენიან შენობებში – სამ თვეში ერთხელ.

#### **საკონტროლო კითხვები:**

1. რის საშუალებას გვაძლევს ჩამიწების წინაღობის გაზომვა?
2. რომელი ხელსაწყოები გამოიყენება ჩამიწების წინაღობის გასაზომად?
3. როგორია ჩამიწების წინაღობის გაზომვის თანმიმდევრობა?
4. წელიწადის რომელ დროს აწარმოებენ ჩამიწების წინაღობის გაზომვას?
5. სკალისა და რეოქორდის ჩვენების მიხედვით როგორ განისაზღვრება ჩამიწების წინაღობა?

#### **შეფასების ინდიკატორები:**

**ჩამიწება, მისი სისტემის ტიპები და მონტაჟი. დანულება. მესხარიდი.**

- ელექტრომოწყობილობების მუშა და დამცავი დამიწების მოწყობა;
- ხელოვნური დამიწების მოწყობილობის დამონტაჟება;
- დამიწების ღია მაგისტრალის მონტაჟი შენობის შიგა და გარე კედლებზე;
- დანულების მოწყობა;
- მესხარიდის დამონტაჟება.

**ჩამიწების წინაღობის საზომი ხელსაწყოები და წინაღობის გაზომვა:**

- ჩამიწების წინაღობის საზომი ხელსაწყოების მომზადება და ჩართვა;
- დამხმარე ჩამამიწებლისა და ზონდის დაყენება;
- 4 ომზე მეტი ჩამიწების წინაღობის გაზომვა სამ სადენიანი სქემით;
- 4 ომზე ნაკლები ჩამიწების წინაღობის გაზომვა ოთხსადენიანი სქემით.

### თავი XIII. ელექტრული თბილი იატაკი და მისი მონტაჟი

ამ თავში თქვენ გაეცნობით თანამედროვე ტექნოლოგიური განვითარების დონეს, რომელიც მინიმალური დანახარჯებით უზრუნველყოფს საცხოვრებელი ფართობების გათბობას თბილი იატაკით; მოცემულია თბილი იატაკის სისტემის დასასიათება; განხილულია საჭირო სიმძლავრეების განსაზღვრის სხვადასხვა მეთოდიკა და თბილი იატაკის მონტაჟის ტექნოლოგია.

#### 13.1. თბილი იატაკის სისტემები

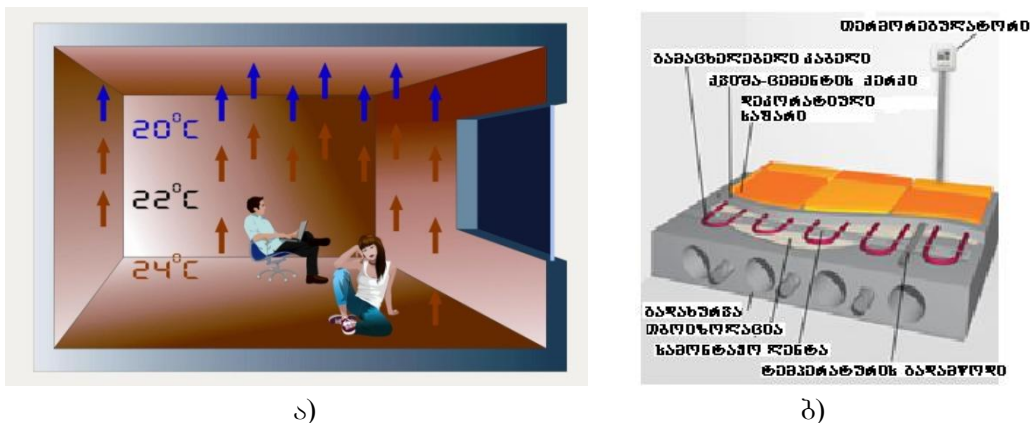
უკანასკნელი წლების განმავლობაში თბილი იატაკი პოპულარულია მთელ მსოფლიოში. დღეისათვის ძნელია წარმოვიდგინოთ ვერორემონტი მის გარეშე. იატაკის გათბობის სისტემა შეიძლება დავაყენოთ ნებისმიერ საცხოვრებელ ბინაში, ოფისებსა და სამრეწველო დანიშნულების შენობებში.

სწორი და პროფესიული ელექტრომონტაჟი უზრუნველყოფს იატაკის გათბობის სისტემის სრულ საიმედოობასა და ექსპლუატაციის უსაფრთხოებას.

ჯერ კიდევ სამშენებლო სამუშაოების მიმდინარეობისას უნდა განისაზღვროს ელექტროსამონტაჟო კოლოფების განლაგების ადგილები, რათა როზეტები და ამომრთველები უსაფრთხოდ იქნეს დაყენებული.

**დაიმახსოვრეთ!** თბილი იატაკი კომფორტის მაღალი დონეა. ამასთანავე, თუ წლების წინათ ეს ტექნოლოგია მხოლოდ რჩეულთათვის იყო განკუთვნილი, ამჟამად იგი პრაქტიკულად ყველასათვის ხელმისაწვდომია.

თბილი იატაკის მოწყობა დღეისათვის სირთულეს არ წარმოადგენს. მისი უპირატესობა არასპეციალისტისთვისაც კი თვალში საცემია. რა უნდა იყოს იმაზე სასიამოვნო, როცა ბინაში, იატაკის დონეზე, ტემპერატურა  $+24^{\circ}\text{C}$ -ია, უფრო მაღლა  $+22^{\circ}\text{C}$ , ხოლო ადამიანის სიმაღლეზე  $+20^{\circ}\text{C}$  (ნახ.13.1.ა).

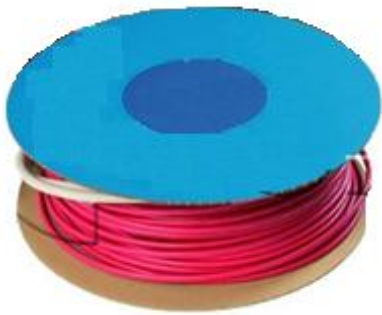


ნახ. 13.1. ოთახში თბილი იატაკის მიერ გამოყოფილი სითბოს განაწილება. (ა) და თბილი იატაკის სტრუქტურა (ბ)

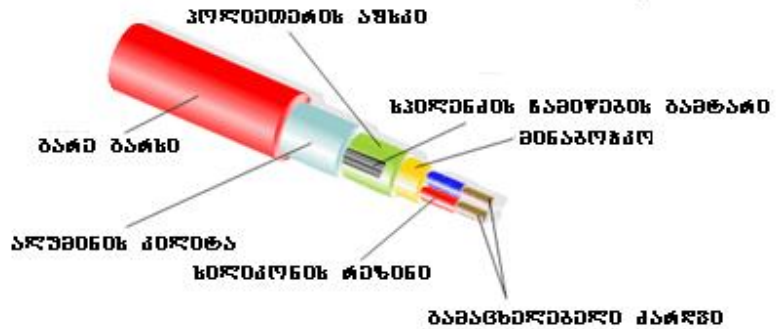
ნახ.13.ბ-ზე წარმოდგენილია თბილი იატაკის სტრუქტურა, რომელიც შედგება: გამაცხელებელი კაბელის, ქვიშა-ცემენტის ქერქის, დეკორატიული საფარის, თერ-

მორეგულატორის, ტემპერატურის გადამწოდების, სამონტაჟო ლენტის, თბოიზოლაციისა და გადახურვისაგან.

**დაიმახსოვრეთ!** ელექტრული თბილი იატაკის საფუძველს წარმოადგენს კაბელი (ნახ.13.2. ა), რომლის გამტარების ხარისხზე დამოკიდებულია იატაკის მუშაობის ხანგრძლივობა და ქმედით უნარიანობა.



ა)



ბ)

ნახ.13.2. თბილი იატაკის სამონტაჟო ორპარტიანი კაბელი( ა) და მისი შემადგენელი ნაწილები (ბ)

თბილი იატაკის მუშაობის პრინციპი საკმაოდ მარტივია და შემდეგში მდგომარეობს: კაბელი ჩართულია 220–240 ვ ძაბვის ქსელში, რის გამოც მასში გაივლის დენი. კაბელში გაივლისას დენი ათბობს მას, ხოლო კაბელი, თავის მხრივ, თანდათანობით ათბობს ბეტონის ქერქს ან ფილას. ამ პროცესს მართავს თერმორეგულატორი. თბილი იატაკში გოფირებული მილით შეყვანილია და ბეტონის ქერქის ქვეშ, კაბელთან ერთად, მოთავსებულია სპეციალური თერმოგადამწოდი, რომელიც ჩართულია თერმორეგულატორთან და გამოყენებულია უკუკავშირად. თუ იატაკი გათბება განსაზღვრულ ტემპერატურამდე, მაშინ გადამწოდი სიგნალს მიაწოდებს თერმორეგულატორს, რათა გამორთოს გათბობა და შესაბამისად, თუ იატაკი გაცივდება განსაზღვრულ ტემპერატურამდე, მაშინ გადამწოდი კვლავ „შეახსენებს“ თერმორეგულატორს გათბობის ჩართვას. გათბობის ტემპერატურა რეგულირდება თერმოგადამწოდით. დაზიანების შემთხვევაში იგი ადვილად გამოდის იატაკიდან და იცვლება ახლით.

კაბელის (ნახ.13.2.ბ) შიგა ძარღვი შესრულებულია ნიქრომის, მოთუთიებული ფოლადის, თითბერის ან სხვა მასალისაგან. ძარღვის იზოლაცია ორ, სამ და ოთხფენიანია. იზოლაციისათვის გამოყენებულია პოლიქლორ-ვინილიტი, პოლიეთილენი, ფტოროპლასტი, სილიკონის რეზინა. სისტემის სწორად დამონტაჟებისა და ექსპლუატაციისას გამაცხელებელი ძარღვის ტემპერატურა არ აღემატება 80°C-ს, მაშინ, როცა იზოლაცია „ჭერს“ 100°C ტემპერატურაზე მეტს. შინაგანი იზოლაცია გარშემორტყმულია ფოლადის ან სპილენძის მავთულის, ალუმინის ან ტყვიის კილიტის („ფოლგა“) ეკრანით, რომელიც იცავს იზოლაციასა და ძარღვს მექანიკური დაზიანებისაგან და ამავე დროს სრულებს ჩამამიწებელი გამტარის ფუნქციას. რაც მთავარია, ეკრანი მნიშვნელოვნად ამცირებს ისედაც მცირე და ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო კაბელის მიერ შექმნილ ელექტრომაგნიტურ გამოსხივებას.



**დაიმახსოვრეთ!** გარდა ერთძარღვიანი კაბელისა, თბილი იატაკის სისტემისათვის გამოიყენება ორძარღვიანი კაბელიც. ამ შემთხვევაში ელექტრომაგნიტური გამოსხივება კიდევ უფრო მცირეა, რადგანაც ორივე გამტარის მაგნიტური ველი ნაწილობრივ ერთმანეთს აკომპენსირებს.

გარდა ამისა, ორძარღვიანი კაბელის გამაცხელებელი სექციის ჩაწყობა უფრო ადვილია ერთძარღვიანთან შედარებით, რადგანაც არაა აუცილებლობა უკან, თერმოსტატთან კაბელის მეორე ბოლოს მოყვანისა.

#### საკონტროლო კითხვები:

1. რა ელემენტებისაგან შედგება თბილი იატაკი?
2. რომელი ელემენტი წარმოადგენს თბილი იატაკის საფუძველს?
3. ახსენით თბილი იატაკის მოქმედების პრინციპი.
4. რა უპირატესობა გააჩნია ორძარღვიან კაბელს ერთძარღვიანთან შედარებით?

### 13.2. თბილი იატაკის სიმძლავრის გაანგარიშება

გამაცხელებელი კაბელების მნიშვნელოვან ტექნიკურ პარამეტრს წარმოადგენს გრძივი სიმძლავრე ანუ კუთრი თბოგამოყოფა. ყველაზე უფრო გავრცელებულია გამაცხელებელი სექციები 15–25 ვტ/მ გრძივი სიმძლავრით. იატაკის ზედაპირის გაცხელებისათვის გამოიყენება ფიქსირებული სიგრძის კაბელი, რომელიც არ შეიძლება გაგადიდოთ ან შევამციროთ, რადგან კაბელის სიგრძე განსაზღვრავს შენობის მოცემული ფართობის გასათბობად საჭირო სიმძლავრეს. სიმძლავრის გაანგარიშების დროს მხედველობაში უნდა მივიღოთ არა მარტო შენობის, არამედ ფანჯრების ფართობი, ჭერის სიმაღლეც, კედლების სისქეცა და მათი მასალაც.

ელექტრული თბილი იატაკი გამოიყენება გათბობის როგორც ძირითად, ასევე დამატებით წყაროდ. თუ იატაკი სითბოს ძირითად წყაროს წარმოადგენს, მაშინ გამაცხელებელი ელემენტების სიმძლავრე უნდა იყოს 150–180 ვტ/მ<sup>2</sup>-ზე. თუ იგი გამოიყენება როგორც დამატებითი წყარო, მაშინ საკმარისია 110–120 ვტ/მ<sup>2</sup>-ზე. ხის იატაკის შემთხვევაში გამაცხელებელი ელემენტის სიმძლავრე შეიძლება იყოს კიდევ უფრო მცირე – 100 ვტ/მ<sup>2</sup>-ზე. კაბელის საჭირო სიმძლავრის გამოთვლა არც ისე რთულია. მცირე შენობისათვის უმარტივესი გაანგარიშება ასე გამოიყურება. დაუშვათ, საჭიროა დავაგოთ თბილი იატაკი 5 მ<sup>2</sup> ფართობის მქონე სააბაზანოში. კაბელი არ განლაგდება ავეჯისა და სტაციონარული დანადგარების ქვეშ. ამიტომ საერთო ფართობიდან ვაკლებთ სარეცხი მანქანისა (0,4 მ<sup>2</sup>) და აბაზანის (1,1 მ<sup>2</sup>) მიერ დაკავებულ ფართს. ამგვარად, კაბელი ჩაწყობილი იქნება 3,5 მ<sup>2</sup> სასარგებლო ფართზე. თუ თბილი იატაკი იქნება გათბობის ძირითადი წყარო (150–180 ვტ/მ<sup>2</sup>), მაშინ კაბელის სიმძლავრე უნდა იყოს არანაკლებ 525–630 ვტ (3,5X (ა50–180)), დამატებითი გათბობისას (100–120 ვტ/მ<sup>2</sup>) – 350–420 ვტ. პატარა ოთახებისათვის თბილი იატაკის მოწყობილობა პრაქტიკულად გავლენას არ ახდენს საერთო

ელექტრომოსმარებაზე, რადგან თბილი იატაკი მუდმივად არ მუშაობს. მიადწევს რა სასურველ ტემპერატურას, იგი გამოირთვება და გასცემს სითბოს.

**დაიმახსოვრეთ!** დიდი ფართობის მქონე შენობებისათვის, განსაკუთრებით თუ თბილი იატაკი გამოიყენება სითბოს ძირითად წყაროდ, ელექტრომოსმარება მნიშვნელოვნად იზრდება.

თბილი იატაკის სისტემა შეიცავს არა მარტო გამაცხელებელ ელემენტს, არამედ თერმომარეგულირებელ აპარატურასაც – იატაკისა და ჰაერის ტემპერატურის გადამწოდებს.

თბილი იატაკის სისტემას უპირატესად აწყობენ კერამიკული ფილების ქვეშ. ამასთანავე, თბური იატაკის სწორი გაანგარიშების შემთხვევაში იგი შეიძლება დაიგოს ლინოლეუმის, ლამინატისა და პარკეტის ქვეშ. მაგრამ რადგანაც მათგან მათი სითბოს გაცემა ნაკლებია, ამიტომ ამ შემთხვევაში თბილი იატაკი ნაკლებ-ეფექტურია.

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რა სიმძლავრის სექციებია ყველაზე უფრო გავრცელებული?
2. როგორი უნდა იყოს გამაცხელებელი ელემენტების სიმძლავრე, თუ იგი წარმოადგენს სითბოს ძირითად წყაროს?
3. როგორი უნდა იყოს გამაცხელებელი ელემენტების სიმძლავრე, თუ იგი წარმოადგენს სითბოს დამატებით წყაროს?

**13.3. თბილი იატაკის მონტაჟის ტექნოლოგია**

თბილი იატაკის მონტაჟი უპრიანია ახალმშენებლობის ან რემონტის მიმდინარეობისას. მონტაჟის ტექნოლოგია ასეთია: წინასწარ იატაკიდან 50–80 სმ სიმაღლეზე უნდა დაყენდეს სამონტაჟო კოლოფი (ნახ.13.3.ა), რომელშიც განთავსდება თერმორეგულატორი. სამონტაჟო კოლოფიდან გამომავალ არხში იდება პოლიქლორენილიტის ორი პლასტიკური მილი, რომლებიც ადგილ-ადგილ დამაგრებულია თაბაშირის ხსნარით და გათვალისწინებულია გამახურებელი კაბელისა და ტემპერატურის გადამწოდის დასამონტაჟებლად.



ა)



ბ)



გ)

**ნახ.13.3. იატაკის წინასწარი მოსამზადებელი სამუშაოები**

იატაკი ოთახის მთელ პერიმეტრზე უნდა გასუფთავდეს ნაგვისაგან. შემდეგ, პირველ რიგში, კედლებთან უნდა დაიგოს თბოიზოლაცია (თბოსაიზოლაციო პანე-



საზომი ხელსაწყოთა საცეცხეები უნდა მიუერთდეს გამაცხელებელი კაბელის 1 სმ სიგრძეზე იზოლაციისაგან გასუფთავებულ ბოლოებს (ნახ.13.5ა). საზომი ხელსაწყოთა ჩვენება (ნახ.13.5.ბ), ანუ კაბელის გაზომილი წინააღმდეგობის მარჯვენა მხარე უნდა შეესაბამებოდეს კაბელის ქუროს ეტიკეტზე ნაჩვენებს, დასაშვებია განსხვავება პლუს-მინუს 10%.



ნახ.13.6. გამაცხელებელი კაბელის შემოწმება (ა,ბ) და ლენტაზე დამაგრება (გ)

გამაცხელებელი კაბელი ლაგდება სამონტაჟო ლენტის მიმმართველების მიხედვით. ლენტის დაწყობის წინ განსაზღვრება ოთახში ავეჯის განლაგება, რათა მათი შემოვლით შევამციროთ სითბოს გაცემა. კაბელი ჩალაგდება მიმმართველების მიხედვით, ბიჯის დაცვითა და მცირე დაჭიმვით. კაბელის ჩალაგებისას გავითვალისწინოთ მინიმალური დასაშვები მოდუნვის დიამეტრიც (კაბელის ექვსი დიამეტრის ტოლი). ამ წესის დაცვა განსაკუთრებით საჭიროა გამაცხელებელი და შემაერთებელი კაბელების შეერთების ადგილზე. ამიტომ სასურველია შემაერთებელი ქუროები განლაგდეს კაბელის განლაგების სწორხაზოვანად.

გამაცხელებელი კაბელი საიმედოდ და ფიქსირდება მაგრდება სამონტაჟო ლენტაზე (ნახ.13.6.გ) მასზე არსებული სპეციალური კავის საშუალებით.

გათბობის დადგმული სიმძლავრის ცვლილება შესაძლებელია კაბელის მონტაჟის დროს კაბელის ხაზთა შორის დაშორების ცვლილებით. დაშორების განსაზღვრისათვის გადაითვლიან სამაგრების რაოდენობას, თითოეული სამაგრის სიგრძე 25 მმ-ია.

**დაიმახსოვრეთ!** არ შეიძლება კაბელის ხაზების გადაჯვარედინება ან ერთმანეთზე შეხება.

**ნახ.13.7. პლასტიკური მილის მონტაჟი**

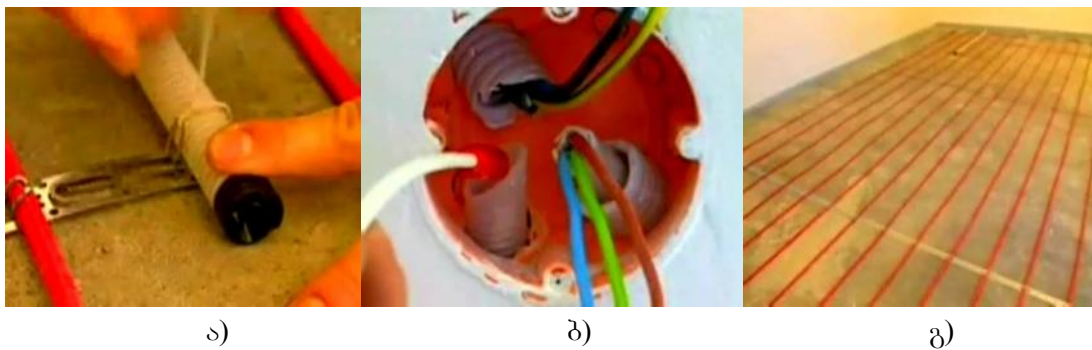
გამაცხელებელი კაბელის მეორე ბოლოს აქვს დამაბოლოებელი ქურო (ნახ.13.7.ა), რომელიც საიმედოდ არის დამაგრებული სამონტაჟო ლენტზე. გამაცხელებელი კაბელის ხაზებს შორის, ისე რომ არ გადაიკვეთოს კაბელის ხაზები, მონტაჟდება პოლივინილქლორიდის პლასტიკური მილები (ნახ.13.7.ბ), რომელშიც იდგმება სადენთან შეერთებული ტემპერატურისგადაძვლილი.

იმისათვის, რომ პლასტიკურ მილში არ მოხვდეს ბეტონის ხსნარი, საჭიროა ამ მილის ბოლოს საიმედო ჰერმეტიზაცია.



ნახ.13.7. პლასტიკური მილის მონტაჟი

ჰერმეტიზაციისათვის საჭიროა პლასტიკური მილის ბოლოზე საიზოლაციო ლენტის დახვევა რამდენიმე ფენად (ნახ.13.7.გ). დახვევის შემდეგ საიზოლაციო ლენტა უნდა ჩაიკეციოს მილში. იატაკის ტემპერატურის გადამწოდის სწორად ფუნქციონირებისათვის საჭიროა დამცავი მილი დამაგრდეს კაბელის მარყუჟის ცენტრში, სამონტაჟო ლენტის სამაგრების საშუალებით (ნახ.13.8.ა).



ნახ.13.8. თერმორეგულატორის დამცავი მილის დაყენება (ა); ტემპერატურის გადამწოდის ჩაშვება (ბ) და ბეტონირებისათვის მზა იატაკი (გ)

თერმორეგულატორის დაყენების წინ გოფრირებულ მილში იდგმება იატაკის ტემპერატურის გადამწოდი, რაც დაზიანებისას მისი ადვილად გამოვლის გარანტიაა. გადამწოდზე მიერთებულია სადენი (ნახ.13.8.ბ).

ამგვარად, იატაკის გათბობის საკაბელო სისტემის მონტაჟი დამთავრებულია და მზადაა იატაკის ბეტონირებისათვის (ნახ.13.8.გ).

კაბელს ზემოდან ესხმება ბეტონის ქერქი, რაც უნდა შესრულდეს დიდი სიფრთხილით, რათა არ დაზიანდეს კაბელი.

**დაიმახსოვრეთ!** გამაცხელებელი კაბელის ირგვლივ ბეტონი უნდა იყოს მჭიდროდ დასხმული, რათა არ დარჩეს ჰაერის ჯიბეები, რომლებიც აუარესებენ გამაცხელებელი კაბელის სითბოს გაცემას.



ა) ბ)  
ნახ.13.9. კერამიკული ფილების დაგება

ბეტონის გაცივების შემდეგ კედლებთან ჩამოვჭრათ ჰიდროსაიზოლაციო აფსკის გამოშვებული ნაწილები (ნახ.13.9.ა). შემდგომ ამისა უნდა დავიწყოთ კერამიკული ფილების ან იატაკის დაფარვის სხვა საშუალებების დაგება (ნახ.13.9.ბ). ფილების მისაწებებლად გამოიყენება სპეციალური ელასტიური წებო, ხოლო ფილაზე ნაკერის განაწიბურებისათვის – სპეციალური ელასტიური მასალები, რომლებიც განკუთვნილია გათბობის სისტემის იატაკებისათვის.

სამონტაჟო კოლოფში თავმოყრილია სამი პოლივინილქლორიდის მილის ბოლოები (ნახ.13.10.ა). მილებში გაყვანილია: იატაკის ტემპერატურის გადამწოდისა და იატაკის გამაცხელებელი კაბელის ელექტროკვების გამტარები; გამანაწილებელი ფარიდან გამომავალი კვების ძალოვანი კაბელი.



ა) ბ) გ)  
ნახ.13.10 კაბელის იზოლაციის წინააღობის შემოწმება

***დაიმანსოვრეთ!** იატაკის გამაცხელებელი კაბელის ელექტროქსელში ხართვამდე საჭიროა შემოწმდეს ამ კაბელის იზოლაციის წინააღობა, რადგან კაბელის მონტაჟის პროცესში შეიძლება დაზიანდეს კაბელის იზოლაცია.*

იზოლაციის შემოწმებისათვის საჭიროა, პირველ რიგში, იზოლაციის წინააღობის საზომი ხელსაწყო საცეცები მიუერთდეს გამაცხელებელი კაბელის ფაზურ (ყავისფერ) და ჩამიწების (ყვითელ-მწვანე ფერის) სადენების იზოლაციისაგან წინასწარ გასუფთავებულ ბოლოებს (ნახ.13.10.ბ).

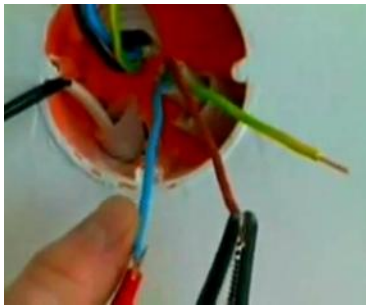
გამაცხელებელი კაბელის ვარგისიანობის შემთხვევაში, იზოლაციის წინააღობის საზომმა ხელსაწყომ უნდა აჩვენოს ძალიან დიდი (1000 მომი ფარგლებში) წინააღობა (ნახ.13.10.გ).

შემდეგ შემოწმებული უნდა იქნეს გამაცხელებელი კაბელის წინაღობა. ამისათვის საჭიროა საზომი ხელსაწყო ჩამოწების სადენტან მიერთებული საცეცის გადატანა ამ კაბელის ნულოვან (ღურჯი ფერის) სადენტზე (ნახ.13.11.ა). ამ შემთხვევაში საზომი ხელსაწყო ჩვენება უნდა შეესაბამებოდეს კაბელის ქუროს ეტიკეტზე ნაჩვენები წინაღობის მნიშვნელობას (ნახ.13.11.ბ). დასაშვებია განსხვავება პლუს-მინუს 10%.

უნდა შემოწმდეს, აგრეთვე, იატაკის ტემპერატურის გადამწოდის იზოლაციის წინაღობა. მისი მნიშვნელობა უნდა იყოს არანაკლებ 50 მომი.

**დაიმახსოვრეთ!** კაბელის ქსელში ჩართვა ხორციელდება თანდართული სქემის მიხედვით ტემპერატურის რეგულატორის გავლით. საჭიროების შემთხვევაში (დიდი სიმძლავრეების დროს) კაბელის ქსელთან მიერთება ხდება მაგნიტური ამამუშავებლის საშუალებით. კაბელის ქსელში პირდაპირ ჩართვა დაუშვებელია.

იატაკის ტემპერატურის რეგულირების მიზნით, საჭიროა გამოყენოთ ელექტრონული, პროგრამული თერმორეგულატორი (ნახ.13.11.გ). ამ რეგულატორში ასევე ჩამონტაჟებულია ჰაერის ტემპერატურის გადამწოდი.



ა)



ბ)



გ)

ნახ.13.11. კაბელის წინაღობის შემოწმება

თერმორეგულატორს გააჩნია იატაკის ტემპერატურის გადამწოდის მიერთების შესაძლებლობა. მის ძირითად ნაწილს წარმოადგენს მმართველი მიკროპროცესორი (ნახ.13.12.ა). უნდა მოიხსნას თერმორეგულატორის ზედა დამცავი სახურავი (ნახ.13.12.ბ) და ამოიხრახნოს თერმორეგულატორის დისპლეი (ნახ.13.12.გ).



ა)



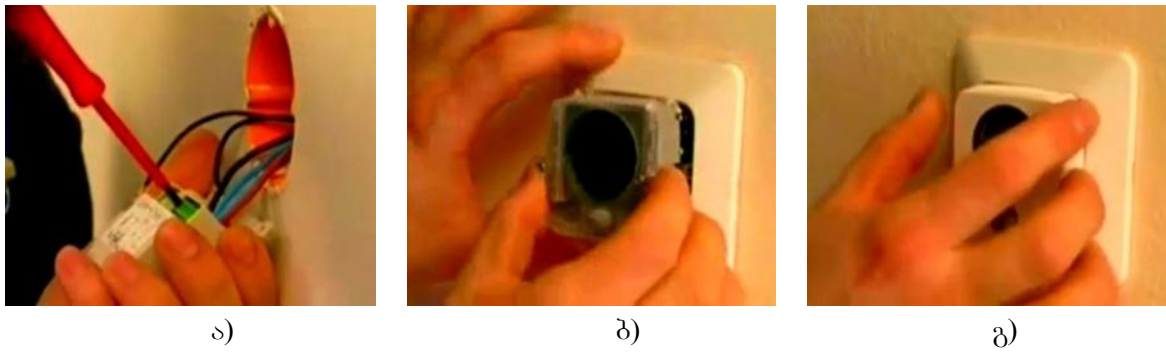
ბ)



გ)

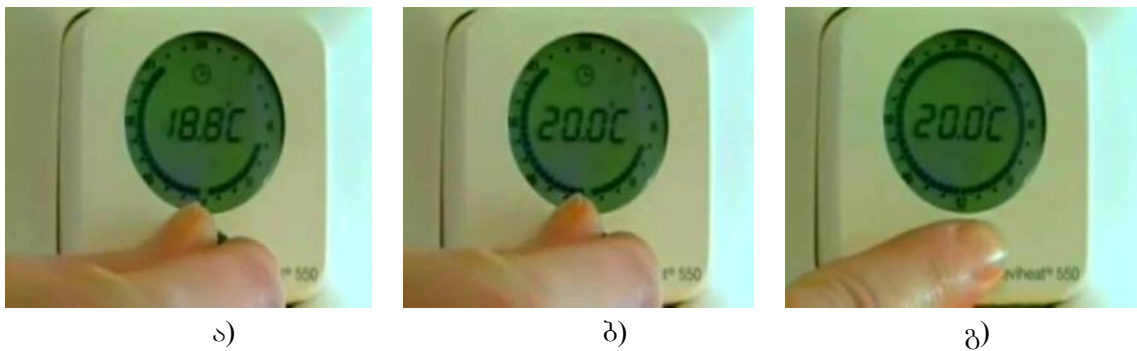
ნახ.13.12. თერმორეგულატორის მონტაჟი

გამტარები უნდა მიერთდეს მის უკანა პანელზე ნაჩვენები სქემის მიხედვით (ნახ.13.13.ა) და ჩაისვას დისპლეი თერმორეგულატორში (ნახ.13.13.ბ). პანელის დისპლეისთან ჩართვის დროს აუცილებელია სიფრთხილის დაცვა.



ნახ.13.13. თერმორეგულატორის ჩასმა ბუდეში

თერმორეგულატორი პროგრამირდება რეგულირების მრავალფუნქციური სახელურის საშუალებით (ნახ.13.13.გ). თერმორეგულატორის სახელურის (ნახ.13.14.ა) მეშვეობით თერმორეგულატორს ვაყენებთ საჭირო ტემპერატურაზე (ნახ.13.14.ბ). საბოლოოდ სახელურზე თითის დაჭერით ვაფიქსირებთ საჭირო ტემპერატურას (ნახ.13.14.გ). ამით თბილი იატაკის მონტაჟი გასრულებულია.



ნახ.13.14. თერმორეგულატორის დარეგულირება და საჭირო ტემპერატურის დაფიქსირება

**საკონტროლო კითხვები:**

1. რა სიმაღლეზე უნდა იქნეს დაყენებული თერმორეგულატორის კოლოფი?
2. რა სისქის უნდა იყოს თბოსაიზოლაციო შრე?
3. ერთმანეთისაგან რა მანძილზე უნდა იყოს დაშორებული სამონტაჟო ლენტები?
4. რა ფარგლებში უნდა აჩვენოს ხელსაწყომ წინაღობის სიდიდე გამაცხელებელი კაბელის ვარგისიანობის შემთხვევაში?
5. როგორ ხორციელდება კაბელის ქსელში ჩართვა?
6. როგორ ხორციელდება ტემპერატურის დარეგულირება?

**შეფასების ინდიკატორები:**

**თბილი იატაკის სისტემები:**

- თბილი იატაკის სტრუქტურის გაცნობა;



- თბილი იატაკის მუშაობის პრინციპის გაცნობა.

**თბილი იატაკის სიმძლავრის გაანგარიშება:**

- კაბელის სიმძლავრის შერჩევა სითბოს ძირითადი წყაროს შემთხვევაში;
- კაბელის სიმძლავრის შერჩევა სითბოს დამატებითი წყაროს შემთხვევაში;

**თბილი იატაკის მონტაჟის ტექნოლოგია:**

- მოსამზადებელი სამონტაჟო სამუშაოების შესრულება;
- ჰიდროსაიზოლაციო ფენისა და ქვიშა-ცემენტის ქერქის დაგება;
- სამონტაჟო ლენტის დამაგრება.
- გამაცხელებელი კაბელის შემოწმება და ლენტაზე დამაგრება;
- პლასტიკური მილის დამონტაჟება;
- კერამიკული ფილების დაგება;
- კაბელის იზოლაციის წინაღობის შემოწმება;
- თერმორეგულატორის დამონტაჟება და დარეგულირება.

## ლიტერატურა


1. თ. მუსელიანი, გ. დოლაბერიძე. შესავალი ელექტროტექნიკაში. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2008 წ. გვ.484.
2. თ. მუსელიანი, მ. ქობალია. ელექტრომოწყობილობათა ტექნიკური დიაგნოსტიკა (I ნაწილი). საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2009 წ. გვ. 331.
3. შ. ნემსაძე, შ. ნაჭყებია. ელექტრული წრედების თეორია. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2008 წ. გვ. 296.
4. თ. უორდანიას, ნ. რაზმაძე, დ. თევზაძე. შრომის უსაფრთხოება მშენებლობაში. გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. თბილისი. 2006 წ. გვ. 82.
5. ნ. რაზმაძე, მ. ავალიანი. ელექტროუსაფრთხოება. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2007 წ. გვ. 103.
6. Нестеренко В.М., Мысьянов А.М. Технология электромонтажных работ уч.пособие для нач.профюобразования.-М. Издательский центр “ Академия” 2007. – 592 с.
7. Корякин-Черняк С.Л., Партала О.Н. Справочник электрика для профи и не только ...- СПб. Наука и техника,2008.- 592.с.
8. Зайцев С.А.,Грибанов Д.Д.,Толстов А.Н.,Меркулов Р.В. Контрольно-измерительные приборы и инструменты. Учебник для нач.профюобразования. -М. Издательский центр “Академия” , 2007.- 464 с.
9. Настольная книга энергетика. –М. ЗАО Энергосервис ,2007.- 650 с.
10. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов. уч.пособие для проф. образования.-М. Издательский центр Академия 2006. - 320 с.
11. Панфилов В.А. Электрические измерения. Учебник для профюобразования. -М. Издательский центр Академия , 2006.- 288 с.
12. Peter Buban & Marshall L. Schmitt. Understanding Electricity and Electronics. 2003.
13. [www.electricalschool.info](http://www.electricalschool.info)
14. [www.electrik.info](http://www.electrik.info)
15. [www.electrolibrary.info](http://www.electrolibrary.info)
16. [www.electroas.ru](http://www.electroas.ru)
17. [www.ecstroy.com](http://www.ecstroy.com)
18. [www.electro.narod.ru](http://www.electro.narod.ru)

აღნიშვნები ელექტრულ სქემებზე DIN 40 900/IEC 617 ნორმებით

პირობითი აღნიშვნა	დასახელება
	მუდმივი დენი
	ცვლადი დენი
	სამფაზა დენი, ნეიტრალური გამტარით, სიხშირის ჩვენებით, მაგ. 50 ჰც.
	დაბალი სიხშირის ცვლადი დენი
	მაღალი სიხშირის ცვლადი დენი
<b>გაყვანილობის სისტემები და მისი სახეები</b>	
	გაყვანილობა
	მოძრავი გაყვანილობა
	მიწისქვეშა გაყვანილობა
	მიწისზედა გაყვანილობა
	გაყვანილობა იზოლატორებზე
	გაყვანილობა ბათქაშზე
	გაყვანილობა ბათქაშში
	გაყვანილობა ბათქაშის ქვეშ
	გაყვანილობა საინსტალაციო მილში
<b>გამტარი გამოყენების მიზნების აღნიშვნები</b>	
	ძალოვანი გაყვანილობა, ნეიტრალური გამტარი (N)
	ჩამიწება (PE), ნულოვანი ფაზა (PEN), პოტენციალის გამათანაბრებელი გამტარი (PL)
	გაყვანილობა სიგნალების გადაცემისათვის
	გაყვანილობა შორეული კავშირგაბმულობისათვის
	რადიოგაყვანილობა
<b>კვება, ჩამიწება</b>	
	გამანაწილებელი კოლოფი
	კვებით ზევით
	კვებით ქვევით
	ქვევიდან მომავალი და ქვევით მიმავალი გამტარი
	კვებით ქვევით
	კვებით ქვევიდან
	ზემოთ და ქვემოთ გამტარებელი გამტარი
	კვებით ზევით
	კვებით ქვევით

	გამტარების შეერთება
	განმაშტოებელი როზეტი ან გამანაწილებელი კოლოფი
	გაყვანილობის ბოლო
	დენის ტრანსფორმატორის ყუთი
	იგივე დაცვის ნორმის ჩვენებით, მაგ. IP44.
	გამანაწილებელი, გადამრთველი
	გამანაწილებელი კარადის კორპუსი
	ჩამიწება
	ჩამიწების შეერთების ადგილი
	მასა
<b>კეების წყაროები და გარდამქმნელები</b>	
	კეების ელემენტი, აკუმულატორი, ბატარეა
	იგივე პოლარობის ჩვენებით
	დამწვევი ტრანსფორმატორი 220/5 ვ.
	გარდამქმნელი
	ცვლადი დენის მუდმივად გარდამქმნელი (გამმართველი)
	მუდმივი დენის ცვლადად გარდამქმნელი (ინვერტორი)
<b>ხელსაწყოები</b>	
	მცველი
	სამფაზა მცველი
	მცველი ნომინალური დენის ჩვენებით, 10 ა
	გასადები, ამომრთველი
	გასადები დაცვის ნორმის ჩვენებით, IP40
	ავტომატური ამომრთველი
	4 პოლუსა ავტომატური ამომრთველი
	სამპოლუსა ავტომატური ამომრთველი ძრავისათვის

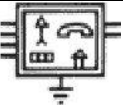





<b>კომუტატორები</b>	
	მცირე ძაბვის დამცავი ამომრთველი
	მუდმივი ძაბვის დამცავი ამომრთველი
	გადატვირთვის რელე
	ავარიული ამომრთველი
<b>საინსტალაციო გადამრთველები</b>	
	ჩვეულებრივი გადამრთველი
	საკონტროლო ნათურიანი გადამრთველი
	გადამრთველი 1/1 (ერთპოლუსა ამომრთველი)
	გადამრთველი 1/2 (ორპოლუსა ამომრთველი)
	გადამრთველი 1/3 (სამპოლუსა ამომრთველი)
	გადამრთველი 4/1 (ჯგუფური გადამრთველი)
	გადამრთველი 5/1 (ერთპოლუსა სერიების გადამრთველი)
	გადამრთველი 6/1 (ერთპოლუსაცვლადი გადამრთველი)
	გადამრთველი 7/1 (ერთპოლუსა ჯვარედინი გადამრთველი)
	გადამრთველი ტაიმერით
	დილაკი
	დილაკი ნათების სიგნალით
	დენის გაშვების ამომრთველი
	კვების ამომრთველი
	შესვლით გადამრთველი
	მღორე გადამრთველი

<b>გასართი შეერთებები</b>	
	მარტივი როზეტი დამცავი კონტაქტის გარეშე
	ორმაგი როზეტი
	მარტივი როზეტი დამცავი კონტაქტით
	მარტივი სამფაზა როზეტი დამცავი კონტაქტით
	ორმაგი როზეტი დამცავი კონტაქტით
	მარტივი ამომრთველი როზეტი დამცავი კონტაქტით
	მარტივი დახურული როზეტი დამცავი კონტაქტით
	რადიოროზეტი
	ანტენის ბუდე
<b>საზომი ხელსაწყოები, რელე, სისშირის მართვის ხელსაწყოები</b>	
	საზომი ხელსაწყო: A – ამპერმეტრი; V – ვოლტმეტრი; W – ვატმეტრი; Wh – მრიცხველი; $\mu$ A – მიკროამპერმეტრი; mA – მილიამპერმეტრი; $\text{f}$ – ფაზომეტრი; Hz – სისშირმზომი.
-	მუდმივი დენი
~	ცვლადი დენი
	მუდმივი და ცვლადი დენი
	სამფაზა დენი
	იზოლაცია კორპუსსა და გამზომ წრედს შორის გამოცდილია 2 კვტ ძაბვაზე
	ელექტრომაგნიტური სისტემა
	მაგნიტოელექტრული სისტემა
	ელექტროდინამიური სისტემა
	თერმოელექტრული სისტემა
	ვიბრაციული სისტემა
	თბური სისტემა

	ვერტიკალური მდგომარეობაში
	ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში
0; 0,5; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0	სიზუსტის კლასი
	მრიცხველი
	მრიცხველის პანელი 10 ა-იანი მცველებით ან ავტომატური ამომრთველებით
	საათიანი გადამრთველი, მაგალითად, ტარიფებისათვის
	დროის რეჟე
	ციმციმის რეჟე
	სიხშირის მართვის რეჟე
	სიხშირის შემზღვეველი
<b>განათება</b>	
	ნათურა
	გამანათებელი ხელსაწყო ნათურების რაოდენობისა და სიმძლავრის ჩვენებით: 5 ცალი თითოეული 60 ვტ.
	ნათურა ამომრთველით
	გირლანდური შეერთების ნათურა
	ნათურა ცვალებადი სიკაშკაშით
	სათადარიგო ნათურები ხანგრძლივი ჩართვით
	სათადარიგო ნათურები მოლოდინის რეჟიმში
	პროექტორები
	გამანათებელი ხელსაწყოები სათადარიგო ნათურებით ლოდინის მდგომარეობაში
	გამანათებელი ხელსაწყოები სათადარიგო ნათურებით ჩართვის მდგომარეობაში
<b>განმუხტვის ნათურები და აქსესუარები</b>	
	განმუხტვის ნათურები
	სანათი ხელსაწყოები განმუხტვის ნათურებით, ნათურის რაოდენობის ჩვენებით (3)
	ლუმინესცენციური ნათურა
	ლუმინესცენციური ნათურების გამანათებელი წრედი, 3 ნათურა, 40 ვტ.
	ლუმინესცენციური ნათურების გამანათებელი წრედი, 2 ნათურა, 65 ვტ.

	ლუმინესცენციური ნათურა წინასწარი გახურებით
	დროსელი
	მაკომპენსირებელი დროსელი
	მაკომპენსირებელი დროსელი დაბალი სიხშირის ფილტრით
<b>სასიგნალო ხელსაწყოები</b>	
	მალვიძარა
	ზუმერი
	გონგი
	საყვირი
	სირენა
	სასიგნალო ნათურა, შუქურა სიგნალი
	შუქურა სიგნალი ჯგუფისათვის, ან მიმართულების
	მრავალჯერადი შუქურა სიგნალი
	შუქურა სიგნალი გამომრთველი ღილაკით
	გამოძახების ღილაკი (კლავიში)
	დომოფონი
	გამოძახების ღილაკი სახელობითი ცხრილით
	არის გასაღები
	ელექტრული საათი
	ძირითადი საათი
	ძირითადი სასიგნალო საათი
	ბილეთების საკონტროლო ხელსაწყო
	სახანძრო სიგნალიზატორი
	სახანძრო განგაშის სიგნალი
	ტემპერატურის გადამწოდი
	ტემპერატურის ბიმეტალური გადამწოდი
	ტემპერატურის დიფერენციალური გადამწოდი



	4 დამცავი ხაზის ცენტრალი ორი სასიგნალო ხაზისათვის და ორი ხელსაწყო სატელეფონო კავშირისათვის
	პოლიციის გამოძახება
	საკონტროლო სიგნალი
	ნჯღრევის გადამწოდი
	გასაშვები გასაღები
	სახანძრო გადამწოდი

**შენიშვნა.** ცხრილში ნაჩვენებ რიცხვები აღნიშნავენ:

- 1) დასახელება DIN 49290 ნორმებით;
- 2) აღნიშვნები DIN 40711 ნორმებით;
- 3) დასახელება DIN 40708 ნორმებით;
- 4) დასახელება DIN 18015 ნორმებით;
- 5) დასახელება DIN 40070 ნორმებით.