

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მ. ბალიაშვილი

საზომ მოწყობილობათა კონსტრუქცია

რეკომენდებულია სტუ-ს
სარედაქციო-საგამომცემლო
საბჭოს მიერ, ოქმი №2

თბილისი
2013

უაკ 6812

განხილულია საზომ მოწყობილობათა კონსტრუქციების ძირითადი საკითხები. კერძოდ, კონსტრუქციის ტექნოლოგიურობის უზრუნველყოფის მეთოდები, საზომი მოწყობილობების და მათი ელემენტების ტიპიზაციის, უნიფიკაციის, სტანდარტიზაციის, იერარქიული კონსტრუქციების პრინციპები. მოცემულია საიმედოობის, თბური რეჟიმის უზრუნველყოფის, ხელშეშლასთან ბრძოლის, გარე ზემოქმედებებისაგან დაცვის (IP ხარისხი), კომპონირების მეთოდები.

აღწერილია თანამედროვე მიკროსქემების კორპუსების, ნაბეჭდი სამონტაჟო (სამაკეტო) ფირფიტების (ვეროპლატა), ფირფიტის დასამზადებელი მასალების, საკონტროლო-საზომი ხელსაწყოებისა და ავტომატიკისათვის გამოყენებული კორპუსების და დგარების სახეები და მათი სტანდარტიზაციის მეთოდები.

განხილულია SMT და THT ტექნოლოგიაზე დაფუძნებული აწყობის ტექნოლოგიური პროცესები. მოყვანილია ძირითადი ცნებები ერგონომიკის სფეროდან.

რეცენზენტები: პროფესორი ზ. წვერაიძე,

პროფესორი ზ. აზმაიფარაშვილი

საგამომცემლო სახლი «ტექნიკური უნივერსიტეტი», 2013

ISBN 978-9941-20-297-7

1. კონსტრუირებისა და დაპროექტების არსი

1.1. ძირითადი ცნებები

დაპროექტება - წინასწარი სახის ანუ პროტოტიპის (პროექტის) შექმნის პროცესი სავარაუდო ან შესაძლო ობიექტის, მდგომარეობის, დოკუმენტაციის კომპლექტის, რომელიც გამოიზრუნა განსაზღვრული ობიექტის შექმნის, ექსპლუატაციის, რემონტის და ლიკვიდაციისათვის, აგრეთვე შუალედური და საბოლოო გადაწყვეტილებების შემოწმებისა და აღწარმოებისათვის, რომელთა საფუძველზეც იყო შემუშავებული მოცემული ობიექტი.

დაპროექტება შესაძლოა შეიცავდეს რამდენიმე ეტაპს, ტექნიკური დავალების მომზადებიდან საცდელი ნიმუშის გამოცდამდე.

დაპროექტებას გააჩნია მეთოდოლოგია, რომელიც შეიცავს მოქმედების სტრუქტურას, პრინციპებს და ნორმებს, სუბიექტებს, ობიექტებსა და მის მოდელებს, მეთოდებს და სხვ.

დაპროექტების პროცესში გამოთვლის ეტაპთან და ექსპერიმენტულ გამოკვლევებთან ერთად გამოყოფენ კონსტრუირების პროცესს.

კონსტრუირება - ქმედებათა ერთობლიობა დასამუშავებელი ობიექტის მატერიალური სახის შესაქმნელად.

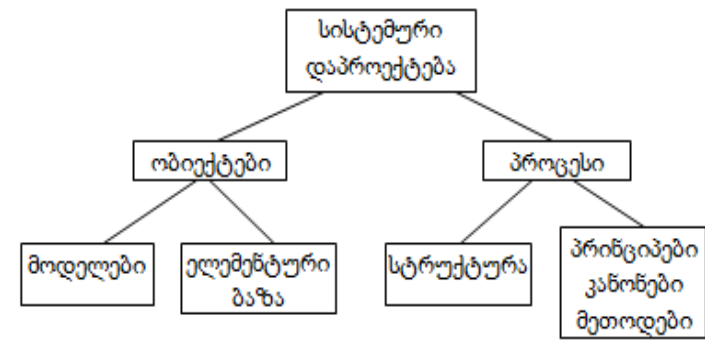
კონსტრუირება შესაძლოა განხორციელდეს:

- ხელით - სახაზავი ინსტრუმენტების გამოყენებით (მაგალითად, კულმანის);
- ავტომატიზებულად - საპროექტო სამუშაოების ავტომატიზების სისტემების გამოყენებით (CAD);
- ავტომატურად (ადამიანის მონაწილეობის გარეშე) - ინტელექტუალური საინფორმაციო სისტემის საშუალებით.

დაპროექტებისას უნდა გავითვალისწინოთ სამეცნიერო-ტექნიკური პროდუქციისადმი ტიპობრივი მოთხოვნები, რომელთაც მიეკუთვნება შემდეგი მაჩვენებლები: ფუნქციური (დანაშნულების); საიმედოობის; ტექნოლოგიურობის; სტანდარტიზაციის და უნიფიკაციის; მავნე ზემოქმედებების შეზღუდვის, ერგონომიკულობის და ეკოლოგიურობის, ესთეტიკურობის; ეკონომიკურობის; საპატენტო-სამართლებრივი.

1.2. სისტემური დაპროექტება

ობიექტების შექმნისას აუცილებელია მათი განხილვა სისტემის სახით ანუ როგორც ურთიერთდაკავშირებული შიგა ელემენტების კომპლექსისა, რომელთაც აქვთ გარკვეული სტრუქტურა, განსხვავებული თვისებები და სხვადასხვა შიგა და გარე კავშირები. გამოიკვეთა დაპროექტების ახალი იდეოლოგია, რომელსაც ეწოდება სისტემური დაპროექტება. იგი კომპლექსურად წყვეტს დასახულ ამოცანებს, ითვალისწინებს ცალკეული ობიექტ-სისტემების და მათი ნაწილების ურთიერთგავლენას და ურთიერთკავშირს, აგრეთვე გარემოსთან ურთიერთქმედებას, ითვალისწინებს მათი ფუნქციონირების სოციალურ ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ შედეგებს. სისტემური დაპროექტება ეყრდნობა დასაპროექტებელი ობიექტისა და დაპროექტების პროცესის დაწვრილებით ერთობლივ განხილვას (ნახ. 1.1).



ნახ.1.1

განვიხილოთ **სისტემური დაპროექტების პრინციპები**.

სისტემური დაპროექტება უნდა ეყრდნობოდეს სისტემურ მიდგომას, სავარაუდოთ მათგან უმნიშვნელოვანესია:

- პრაქტიკული სარგებლიანობა;
- შემადგენელი ნაწილების ერთობლიობა (მიზანშეწონილია ნებისმიერი რთული თუ მარტივი ობიექტი განვიხილოთ როგორც სისტემა, რომლის შიგნით შესაძლოა გამოვყოთ ლოგიკურად დაკავშირებული უფრო მარტივი ნაწილები - ქვესისტემები);
- დროში ცვალებადობა (ობიექტის სასიცოცხლო ციკლის ეტაპების გათვალისწინება).

საჭიროა განისაზღვროს *საპროექტო სამუშაოების მონაწილეები (სუბიექტები).*

დაპროექტების შედეგია პროდუქცია - პროექტი. ამიტომ ამ სამუშაოს მონაწილეები შესაძლოა დაგვით მომხმარებლად (სამუშაოს დამკვეთი) და მოწოდებლად (ამ სამუშაოს შემსრულებელი). პროექტის დამმუშავებელ-შემსრულებელ სპეციალისტს ზოგადად უწოდებენ დამპროექტებელს ან დამმუშავებელს.

დაპროექტებას, როგორც მიზანმიმართულ ქმედებას ახასიათებს გარკვეული სტრუქტურა (**დაპროექტების სტრუქტურა**). ანუ პროექტის დამუშავების სტადიების და ეტაპების თანამიმდევრობა, პროცედურების და გამოყენებული ტექნიკური საშუალებების ერთობლიობა, პროცესის მონაწილეების ურთიერთქმედება.

სადღესოდ არსებობს დაპროექტების სტრუქტურის ორი წარმოსახვა, რომლებიც ფორმის მიხედვით თანხვედრია, მაგრამ განსხვავდება მიზნების და საქმიანობისადმი მიდგომის მიხედვით. ესაა სტრუქტურა საპროექტო დოკუმენტაციის სტადიების სახით (დაპროექტების სტადიები) და დაპროექტების პროცესის სტრუქტურის სახით (სტუდენტმა უნდა განიხილოს დამოუკიდებლად).

1.3. დაპროექტების სტადიები

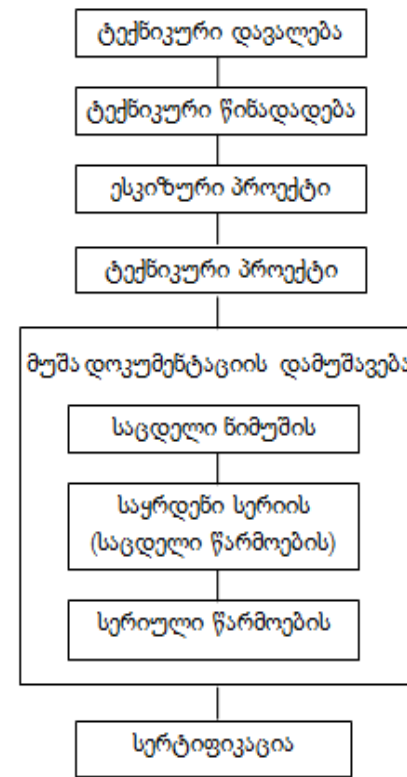
დაპროექტების სტადიები რეგლამენტებულია სტანდარტებით (დსთ-ში შემავალი ქვეყნებისათვის გოსტ 2.103, გოსტ რ 15.201-2000, გოსტ 34.601). ყველა სტადიის შესრულების მიმდევრობა ქმნის საპროექტო დოკუმენტაციის დამუშავების ოფიციალურ სტრუქტურას, რომელიც გამოიყენება დამკვეთსა და შემსრულებელს შორის ოფიციალური ურთიერთობისათვის.

დოკუმენტაცია საჭიროა ჩატარებული სამუშაოს შესახებ დამკვეთის წინაშე ანგარიშგებისათვის, შემოწმების შესაძლებლობისათვის ან სხვა შემსრულებლების მიერ დამუშავების გასამოწმებლად, წარმოების მოსამზადებლად და ექსპლუატაციის პერიოდში ნაკეთის მომსახურებისათვის.

დადგენილია საკონსტრუქტორო დოკუმენტაციის დამუშავების სტადიები წარმოების ყველა დარგის ნაკეთებისათვის და თითოეული სტადიაზე სამუშაოების შესრულების ეტაპები. სტრუქტურის ძირითადი სტადიები ნაჩვენებია 1.2 ნახ-ზე და შეიცავს:

- ტექნიკურ დავალებას (ტდ) - ადგენს დასამუშავებელი

ობიექტის ძირითად დანიშნულებას, მის ტექნიკურ და ტექნიკურ-ეკონომიკურ მახასიათებლებს, ხარისხის მაჩვენებლებს და ტექნიკურ-ეკონომიკურ მოთხოვნებს, მიწერილობებს დოკუმენტაციის



ნახ. 1.2. საპროექტო დოკუმენტაციის დამუშავების სტადიები

შექმნის საჭირო სტადიების შესასრულებლად და მის შედგენილობას, აგრეთვე სპეციალურ მოთხოვნებს ნაკეთისადმი.

- ტექნიკური წინადადება (ტწ) - დოკუმენტების ერთობლიობა, რომელიც შეიცავს პროექტის დამუშავების მიზანშეწონილობის ტექნიკურ და ტექნიკურ-ეკონომიკურ დასაბუთებას. დასკვნა კეთდება ტექნიკური დავალების ანალიზის და შესაძლო გადაწყვეტების სხვადასხვა ვარიანტის შედარებითი შეფასების საფუძველზე, დასამუშავებელი და არსებული ნაკეთობების თავისებურებების, აგრეთვე საპატენტო მასალების გათვალისწინებით.

საწარმოში, სამიწი-სტროში და ა.შ. დადგენილი წესით შეთანხმებული და დამტკიცებული ტწ არის საფუძველი ესკიზური პროექტის დასამუშავებლად.

- ესკიზური პროექტი (ეპ) - დოკუმენტების ერთობლიობა, რომელიც შეიცავს პრინციპულ გადაწყვეტებს და დასამუშავებელი ობიექტის მოწყობილობის და მუშაობის პრინციპის შესახებ მონაცემებს, რომლებიც განსაზღვრავს მის დანიშნულებას, ძირითად პარამეტრებს და გაბარებულ ზომებს. რთული ობიექტის შემთხვევაში ამ ეტაპს შესაძლოა წინ უძღოდეს „ავანტ პროექტი“ (წინა-

საპროექტო კვლევა), რომელიც შეიცავს მოცემული ობიექტის შექმნის მიზანშეწონილობის და პრინციპული შესაძლებლობის თეორიულ კვლევებს. საჭიროების შემთხვევაში ეპ-ის სტადიაზე ხდება დასამუშავებელი ობიექტის მაკეტის დამზადება და გამოცდა.

- ტექნიკური პროექტი (ტპ) - დოკუმენტების ერთობლიობა, რომლებიც უნდა შეიცავდეს დასაპროექტებელი ობიექტის მოწყობილობაზე სრული წარმოდგენის მომცემ საბოლოო ტექნიკურ გადაწყვეტებს და საწყის მონაცემებს მუშა დოკუმენტაციის დასამუშავებლად.

- მუშა პროექტის (მპ) სტადია - რომელზეც თავდაპირველად მუშავდება დაწვრილებითი დოკუმენტაცია საცდელი ნიმუშის დასამზადებლად და მისი შემდგომი გამოცდისათვის. გამოცდები ტარდება ეტაპებად (ქარხნულიდან მიღება-ჩაბარებამდე), რომელთა შედეგების მიხედვით კორექტირდება საპროექტო დოკუმენტები. შემდეგ მუშავდება მუშა დოკუმენტაცია საყრდენი სერიის დასამზადებლად, მის გამოსაცდელად, მაკეტის ძირითადი შემადგენელი ნაწილების დასამზადებლად, საწარმოო პროცესის აღსაჭურვად. ამ ეტაპის შედეგების მიხედვით ხელახლა აკორექტირებენ საპროექტო დოკუმენტებს და ამუშავებენ მუშა დოკუმენტაციას საკონტროლო სერიის დასამზადებლად და გამოსაცდელად. საბოლოოდ, დამუშავებული და წარმოებაში შემოწმებული ნაკეთის დოკუმენტების საფუძველზე, ამუშავებენ დასრულებულ მუშა დოკუმენტაციას სერიული წარმოებისათვის.

- სამუშაოების ციკლს ასრულებს ეტაპი, რომელიც აჯამებს საპროექტო სამუშაოებს - *სერტიფიკაცია*. მისი დანიშნულებაა განსაზღვროს შექმნილი ნაკეთის ხარისხის დონე და დაადასტუროს მისი შესაბამისობა იმ ქვეყნების სტანდარტებისადმი, სადაც გამოიზღვრება ნაკეთის შემდგომი რეალიზება.

საპროექტო დოკუმენტაციის დამუშავების პროცესში გადასაჭრელი ამოცანების სირთულისაგან დამოკიდებით დასაშვებია რიგი ეტაპების გაერთიანება. ტექნიკური დავალების შექმნის ეტაპი და ტექნიკური დაპროექტების ეტაპები შესაძლოა შედიოდეს სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოების ციკლში, ხოლო ტექნიკური წინადადების და ესკიზური დაპროექტების ეტაპები - საცდელი-საკონსტრუქტორო სამუშაოების ციკლში.

1.4. საზომი მოწყობილობის კონსტრუირების ძირითადი სტადიები

1) მოსამზადებელი სტადია

სამუშაოების ძირითადი შინაარსი ამ სტადიაზე არის საზომი მოწყობილობაზე (სმ) ტექნიკური დავალების ანალიზი, რომელიც უნდა ჩატარდეს შემდეგი თანამიმდევრობით:

- სმ-ს პარამეტრების გაცნობა, რომლებიც მოცემულია ტექნიკურ დავალებაში;

- ობიექტის და მისი პარამეტრების გაცნობა, რომელსაც შეუძლია მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინოს სმ-ზე (ტემპერატურა, ვიბრაცია და დარტყმები, გამოსხივება და სხვ.);

- გარემოს კლიმატური პირობების გაცნობა, რომელშიც მოხდება სმ-ს ექსპლუატაცია (ტემპერატურა, ტენიანობა, სმ-სადმი აქტიური ფლორისა და ფაუნის არსებობა და ა.შ.);

- სათავსის ნაკვეთურების მიკროკლიმატის შეფასება სადაც უნდა დაყენდეს სმ;

- სმ-ს ელექტრული კვებისათვის საჭირო ენერჯის პირველადი წყაროების პარამეტრების გაცნობა (ქსელი, გალვანური ელემენტები ან აკუმულატორები, სტაბილურობა, სიმძლავრე და ა.შ.);

- ადამიანი ოპერატორისა და აპარატურის ურთიერთკავშირის შესწავლა (წორმალური მუშაობის შესაძლებლობა, დამატებითი მოწყობილობების შემოტანის აუცილებლობა, დაცვის საშუალებები და სხვ.);

- მსგავსი მოწყობილობებისა და სისტემების გაცნობა, რომლებიც ნაწილობრივ ან სრულად შეესაბამება ტდ-ს მოთხოვნებს;

- ახალი მოწყობილობების დამუშავებისადმი მოთხოვნების ფორმულირება, როგორცაა სპეციალური დამცავი სამარჯვები (გამჭოლი რადიაციისაგან დაცვა და სხვ.);

- ტექნიკური დავალების ცალკეული პუნქტების დაზუსტება და საბოლოო დამუშავება და მათი შეთანხმება დამკვეთთან;

- წინასწარი გადაწყვეტილება ტექნიკურ დავალებაში დასმული ამოცანების შესრულებადობის ხარისხის შესახებ - ელექტრული პარამეტრების, გაბარტული და წონითი პარამეტრების, კვების მოხმარებული ენერჯის მიხედვით.

დაპროექტების მოსამზადებელი სტადიის დამთავრების შემდეგ უნდა შედგეს ანგარიში.

ცნობილია, რომ ექსპლუატაციის ყველაზე მსუბუქი პირობებით ხასიათდება მიწისზედა სტაციონარული აპარატურა, რომელიც განთავსებულია გათბობის მქონე სათავსებში. მადესტაბილიზებული ფაქტორებიდან ყველაზე საშიშია საკუთრივი გადახურება და ტენიანობა. ენერჯის წყარო არის ცვლადი დენის ქსელი. იშვიათად გამოიყენება კვების ავტონომიური წყარო. მიწისზედა აპარატურა, რომელიც განლაგებულია სათავსის გარეთ, განიცდის მრავალრიცხოვანი მადესტაბილიზებული ფაქტორების გავლენას, რომელთაგანაც უპირველესად საჭიროა გათვალისწინებული იყოს მოცემული ადგილმდებარეობის კლიმატი, ფლორა და ფაუნა, ჰაერის დაჭუჭყყანება, მისი სიმკვრივე, ტენიანობა, წვიმა, გაყინვის შესაძლებლობა, მტვრის აბრაზიულობა და მზის ინსოლაცია.

2) ესკიზური დაპროექტება

სამუშაოების ძირითადი შინაარსი ამ სტადიაზე არის სმ-ს ბლოკ-სქემის შედგენა და მისი ძირითადი პარამეტრების მიახლოებითი მოდელირება. სამუშაოების თანამიმდევრობაა:

- სმ-ს ძირითადი პარამეტრების გამსხვილებული ანგარიში (ზღვრული მგრძობელობის, გამლიერების საერთო კოეფიციენტის, სწრაფქმედების ხარისხის, ინფორმაციის რაოდენობის და ხარისხის და ა.შ.)
- ფუნქციური კვანძების და ცალკეული კასკადების (ელექტრული და გეომეტრიული) ძირითადი პარამეტრების შეფასება კონსტრუქციების ძირითადი მიმართულებების გათვალისწინებით.
- მთლიანი სმ-ს და მისი კვანძების სრული ბლოკ სქემის შედგენა:
 - კვების პირველადი წყაროების გამსხვილებული პარამეტრების გამოთვლა;
 - ადამიანი-აპერატორის მუშაობის კონკრეტული სფეროების განსაზღვრა;
 - სმ-ს ესკიზური გაერთმთლიანების შესრულება გამსხვილებული ფუნქციური კავშირების, ექსპლუატაციის, რემონტის მოხერხებულობის, თბური რეჟიმების, ვიბრაციის და სხვ. ფაქტორების გათვალისწინებით;
 - ფუნქციური, უნიფიცირებული და ორიგინალური კვანძების ჩამონათვალის შედგენა;
 - წინასწარი ტდ-ს და ტპ-ს შედგენა ძირითად ელემენტებზე (დეტალებსა და კვანძებზე);

- ნაკეთის ესკიზური საკონსტრუქტორო დოკუმენტაციის კომპლექტის აღწერის შედგენა და შესრულება

3) ტექნიკური დაპროექტება

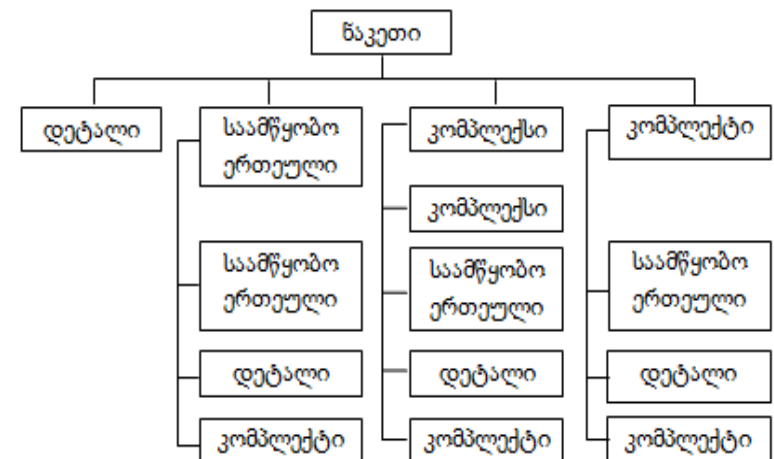
ტექნიკური დაპროექტების სტადიაზე მთავრდება სმ-ს საკონსტრუქტორო დოკუმენტაციის დამუშავება, სრულდება პრინციპული სქემის პარამეტრების გამოთვლა და ხდება მათი დამზადება.

სამუშაოთა თანამიმდევრობა ხშირ შემთხვევაში ასეთია:

- ნაკეთის სქემის ანალიზი;
- ელემენტების გათვლა (ანგარიში) გამოსასვლელი პარამეტრების ნომინალურ მნიშვნელობაზე;
- ანალიტიკური გაერთმთლიანება ელემენტების კუთვნილების და კონსტრუქციის თავისებურებების გათვალისწინებით;
- მოდელური გაერთმთლიანების სხვა სახეები;
- პარაზიტული კავშირების, თბური რეჟიმების და მადესტაბილიზებული ფაქტორების შეფასება.

1.5. ნაკეთის სახეები

სტანდარტების მოთხოვნები ვრცელდება საკონსტრუქტორო დოკუმენტაციის ყველა სახეობაზე და სამეცნიერო-ტექნიკურ ლიტერატურაზე. ასხვავებენ ნაკეთის შემდეგ სახეებს (ნახ.1.3):



ნახ.1.3

ნაკეთი - წარმოების ნებისმიერი საგანი, რომელიც შესაძლოა დაზნადდეს საწარმოში.

ასხვავებენ ძირითადი წარმოების ნაკეთებს, რომლებიც გამოიზნულია მიწოდებისათვის (სარეალიზაციოდ) და დამზარე წარმოების ნაკეთებს - გამოიზნულს საწარმო-დამამზადებლის მიერ საკუთარივე მოხმარებისათვის.

დეტალი - ნაკეთი, რომელიც არ შეიცავს შემადგენელ ნაწილებს და დამზადებულია ერთგვაროვანი მასალისაგან, საამწყოზო ოპერაციების გამოყენების გარეშე.

საამწყოზო ერთეული - ნაკეთი, რომლის შემადგენელი ნაწილები ექვემდებარება ერთმანეთთან შეერთებას საამწყოზო ოპერაციებით (ჭანჭიკებით, შეუღლებით, მოქლონით, მირჩილვით, გავალცვით, შეწებებით და ა.შ.).

საამწყოზო ერთეულებს აგრეთვე მიეკუთვნება: ა) ნაკეთი, რომლის კონსტრუქცია შესრულებულია იმ სახით, რომ შესაძლებელი იყოს მათი დაშლა შემადგენელ ნაწილებად შეფუთვის, ტრანსპორტირების და ა.შ. მოხერხებულობისათვის; ბ) ნაკეთთა ერთობლიობა, რომლებიც ერთად ქნდა ჩამონტაჟდეს სხვა საამწყოზო ერთეულში; გ) ნაკეთთა ერთობლიობა, რომელთაც აქვთ საერთო ფუნქციური დანიშნულება, მოთავსებულია საფუთავში და გამოიზნულია ერთობლივად გამოსაყენებლად სხვა შეფუთულ ნაკეთობებთან ერთად.

კომპლექსი - ნაკეთი, რომელიც შედგება ორი ან მეტი საამწყოზო ერთეულისაგან, რომლებიც არ არის შეერთებული საწარმო-დამამზადებლის მიერ საამწყოზო ოპერაციებით, მაგრამ გამოიზნულია ურთიერთდაკავშირებული საექსპლუატაციო ფუნქციების შესასრულებლად. კომპლექსში შემავალი თითოეული ნაკეთი შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს როგორც ძირითადი, ასევე დამატებითი ფუნქციების შესასრულებლად. პირველ შემთხვევაში კომპლექსის მაგალითია სისტემა, რომელიც შედგება სპეციალიზებულ საწარმოებში დამზადებული რადიოელექტრონული ხელსაწყოებისაგან, რომელთა შეპირაპირება აპარატურის სხვა მოწყობილობასთან ხდება მხოლოდ ექსპლუატაციის ადგილზე. მეორე შემთხვევაში კომპლექტში შესაძლოა შედიოდეს მაგალითად, დეტალები და საამწყოზო ერთეულები, რომლებიც გამოიზნულია სმ-ს მონტაჟისათვის, რემონტისა და ექსპლუატაციისათვის მისი დამონტაჟების ადგილზე; სამარაგო ნაწილების კომპლექტი, საცდელი აპარატურა და სხვ.

კომპლექტი - ორი ან მეტი ნაკეთი, რომლებიც არ არის შეერთებული საწარმო-დამამზადებლის მიერ საამწყოზო ოპერაციებით, მაგრამ აქვთ დამზარე ხასიათის საერთო საექსპლუატაციო დანიშნულება. კომპლექტებს მიეკუთვნება ასევე დეტალი ან საამწყოზო ერთეული, რომლის მიწოდება ხდება სხვა დეტალების ან საამწყოზო ერთეულების ნაკრებთან ერთად, რომლებიც გამოიზნულია დამზარე ფუნქციების შესასრულებლად ამ დეტალის ან საამწყოზო ერთეულის ექსპლუატაციისას (მაგალითად, ოსცილოგრაფი კომპლექტში ტარასთან ერთად, მარაგნაწილებით, სამონტაჟო ინსტრუმენტებით, საცვლელი ნაწილებით).

ასხვავებენ აგრეთვე შემდეგი სახის ნაკეთებს:

- **არასპეციფირებული ნაკეთი** - დეტალი, რომელსაც არ გააჩნია შემადგენელი ნაწილები;

- **სპეციფირებული ნაკეთი** - საამწყოზო ერთეული, კომპლექტი, კომპლექტი, რომელსაც თავის შედგენილობაში გააჩნია ორი ან მეტი შემადგენელი ნაწილი;

- **ნაყიდი ნაკეთი** - ნაკეთი, რომელიც არ მზადდება მოცემულ საწარმოში, არამედ შემოაქვთ მზა სახით.

2. კონსტრუქციის ტექნოლოგიურიობა

კონსტრუქციის ტექნოლოგიურიობის ქვეშ იგულისხმება თვისებების ერთობლიობა, რომლებიც განსაზღვრავს შესაძლებლობას, მიღწეულ იქნეს ოპტიმალური დანახარჯი წარმოების, ექსპლუატაციის და რემონტის პროცესში, მოთხოვნილი ხარისხის მაჩვენებლების, გამოშვების მოცულობის და სამუშაოების შესრულების უზრუნველსაყოფად.

ტექნოლოგიურს უწოდებენ საზომი მოწყობილობის ისეთ კონსტრუქციას, რომელიც მთლიანად პასუხობს საექსპლუატაციო მოთხოვნებს და შეიძლება დამზადდეს ყველაზე ეკონომიური ტექნოლოგიური პროცესების გამოყენებით, წარმოების არსებული ტიპის და მასშტაბის პირობებში.

დამზადების ან რემონტის პირობებს განეკუთვნება: წარმოების ტიპი, მისი სპეციალიზაცია და ორგანიზაცია, წლიური პროგრამა და გამოშვების გამეორებადობა, აგრეთვე გამოყენებული ტექნოლოგიური პროცესები.

კონსტრუქციის დამუშავება ტექნოლოგიურობაზე წარმოებს შესრულებული ნახაზების მიხედვით და წინ უნდა უსწრებდეს ტექნოლოგიური პროცესების დამუშავებას.

კონსტრუქციის ტექნოლოგიურობაზე დამუშავება უნდა წარმოებდეს როგორც კონსტრუქტორების, ასევე ტექნოლოგების მიერ, კონსტრუქციის დამუშავების ყველა სტადიაზე, წარმოების ტექნოლოგიური აღჭურვისას და ნაკეთის დამზადებისას.

ასხვავებენ საწარმოო და საექსპლუატაციო ტექნოლოგიურობას. პირველი ვლინდება დანახარჯების შემცირებაში წარმოების მომზადებასა და ნაკეთის დამზადებაზე, მეორე - მომსახურებასა და რემონტზე დანახარჯების შემცირებაში, ტექნოლოგიურობაზე ნაკეთის დამუშავებისას წარმოების კონკრეტული პირობებისათვის გათვალისწინებული უნდა იყოს: გამოშვების მოცულობა და სამუშაო ადგილების სპეციალიზაციის ხარისხი; ნაშადის სახეობა და მისი მიღების მეთოდები; დამუშავების სახეები და მეთოდები; აწყობის, მონტაჟის, გაწყობის, კონტროლისა და გამოცდის სახეები და მეთოდები; ტიპური ტექნოლოგიური პროცესების გამოყენების შესაძლებლობა; წარმოების ტექნოლოგიური მომზადების მექანიზმებისა და ავტომატიზების შესაძლებლობა; მატერიალურ-ტექნიკური მომარაგების პირობები; მუშათა საკვალიფიკაციო დონე.

საზომი მოწყობილობის, როგორც ექსპლუატაციის ობიექტის განხილვისას აანალიზებენ აპარტურასთან მუშაობის პირობებს, მომსახურების, რემონტის მოხერხებულობას, უსაფრთხოების ტექნიკის მოთხოვნებს, შენახვის და ტრანსპორტირების შესაძლებლობას.

წარმოების მომზადების ეტაპზე დამამზადებელმა უნდა შეასრულოს სამუშაოები, რომლებიც უზრუნველყოფენ სტანდარტების შესაბამისად პროდუქციის დამზადებისათვის საწარმოს ტექნოლოგიურ მზადყოფნას, აგრეთვე უნდა ჩატარდეს შემდეგი სამუშაოები:

- დამუშავდეს ტექნოლოგიური დოკუმენტაცია პროდუქციის დამზადებაზე, მოწოდებაზე, კონტროლსა და გამოცდაზე;
- ჩატარდეს კონსტრუქციის დამუშავება ტექნოლოგიურობაზე საკონსტრუქტორო დოკუმენტაციის ერთიანი სისტემის სტანდარტების მოთხოვნების გათვალისწინებით;
- დაიდოს ხელშეკრულებები მკომპლექტებული ნაკეთობების, მასალების და სალიცენზიო შეთანხმებების მოწოდებლებთან;
- მომზადდეს პროდუქციის საკატალოგე ფურცლი და წარედგინოს სტანდარტიზაციის ტერიტორიულ ორგანოს.

საზომი მოწყობილობის ტექნოლოგიურობის რაოდენობრივი შეფასება ემყარება მაჩვენებლების სისტემას (გოსტ 14.201). იგი შეიცავს ტექნოლოგიურობის საბაზო მაჩვენებლებს, რომლებიც მიიღწევა ნაკეთის დამუშავების პროცესში და შეტანილია სტანდარტებსა და ტექნიკურ პირობებში.

სამრეწველო პროდუქციის ტექნოლოგიურობის ძირითადი მაჩვენებლებია:

- დამზადების შრომატევადობა;
- ხვედრითი მასალათტევადობა;
- მასალის გამოყენების კოეფიციენტი;
- ტექნოლოგიური თვითღირებულება;
- ნაკეთის დამზადების ხვედრითი ენერგოტევადობა;
- ფუნქციონირებისათვის ნაკეთის მომზადების ხვედრითი შრომატევადობა;
- ჯგუფური და ტიპური ტექნოლოგიური პროცესების გამოყენების კოეფიციენტი და სხვ.

სტანდარტის შესაბამისად საზომი მოწყობილობის ბლოკები, გამოყენებული ტექნოლოგიურობის მაჩვენებლების ნომენკლატურის მიხედვით, პირობით დაყოფილია ოთხ კლასად: ელექტრონული; ელექტრომექანიკური; მექანიკური და რადიოტექნიკური. ბლოკების სპეციალურ ჯგუფში გაერთიანებულია შემართებელი, საკომუტაციო და გამანაწილებელი მოწყობილობები. თითოეული კლასისათვის დადგენილია ტექნოლოგიურობის მაჩვენებლების შედგენილობა, რომლებიც მიჩნეულია მოცემული კლასისათვის როგორც საბაზო. მაჩვენებლების საერთო რაოდენობა, რომლებიც ახასიათებს თითოეული კლასის ბლოკებს, არ უნდა აღემატებოდეს შვიდს.

არჩეული ნაშადის ეკონომიურობის შესაფასებლად გამოიყენება **მასალის გამოყენების კოეფიციენტი**. იგი განისაზღვრება როგორც q დეტალის მასის ფარდობა Q ნაშადის მასასთან $K=q/Q$. ნაშადის რაციონალური ფორმისა და სახეობისათვის აღნიშნული კოეფიციენტი სიდიდით უახლოვდება ერთს, რაც განაპირობებს შემდგომი მექანიკური დამუშავების დაბალ თვითღირებულებას, მასალის, ენერჯის, ინსტრუმენტის და ა.შ. ნაკლებ ხარჯს. საშუალოდ მანქანათმშენებლობასა და ხელსაწყოთმშენებლობაში ლითონის გამოყენების კოეფიციენტი არ არის ძალიან მაღალი და

შეადგენს $K_3=0,7...0,75$, ხოლო მსხვილსერიულსა და მასობრივ წარმოებაში $K_3=0,85...0,9$, ერთეულ წარმოებაში კი $K_3=0,5...0,6$.

ელექტრონული კვანძის ტექნოლოგიურობის შეფასება ხდება საბაზო მარჯვენებლების სისტემის შესაბამისად. საბაზო მარჯვენებლების მიხედვით გამოითვლება ტექნოლოგიურობის კომპლექსური მარჯვენებელი ფორმულით

$$K_{\text{საბაზო}} = \sum_{i=1}^7 \frac{K_i \cdot \varphi_i}{\varphi_i}$$

სადაც φ_i - მარჯვენებლის წონადობის კოეფიციენტი.

1-ელ ცხრილში მოცემულია ელექტრონული კვანძის ტექნოლოგიურობის საბაზო მარჯვენებლების დასახელებები, გამოსათვლელი ფორმულები და მათი წონადობის კოეფიციენტის (φ_i) მნიშვნელობები.

ცხრილი 1

ელექტრონული კვანძების ტექნოლოგიურობის საბაზო მარჯვენებლები

მარჯვენებელი	გამოსათვლელი ფორმულა	φ_i	შენიშვნა
ინტეგრალური მიკროსქემებისა (იშს) და მიკროანაკრებების გამოყენების კოეფიციენტი	$K_1 = H_{\text{იშს}} / H$	1,0	$H_{\text{იშს}}$ - მიკროსქემების რაოდენობა, H - რადიოელემენტების საერთო რაოდენობა
მონტაჟის ავტომატიზაციისა და მექანიზაციის კოეფიციენტი	$K_2 = H_{\text{ა}} / H_{\text{ა}}$	1,0	$H_{\text{ა}}$ - საკონტაქტო შეერთებების რაოდენობა, $H_{\text{ა}}$ - იგივე, შესრულებული ავტომატური მოწყობილობით
სამონტაჟოდ მომზადების მექანიზმების კოეფიციენტი	$K_3 = H_{\text{მ}} / H$	0,8	$H_{\text{მ}}$ - ელემენტების რაოდენობა, რომელთა სამონტაჟოდ მომზადება ხდება ავტომატური მოწყობილობით

გაგრძელება			
კონტროლისა და გაწყობის მექანიზაციის კოეფიციენტი	$K_4 = H_{\text{კ}} / H_{\text{კ}}$	0,5	კონტროლის ოპერაციების რაოდენობა: $H_{\text{კ}}$ - საერთო, $H_{\text{კ}}$ - მექანიზებული მეთოდით
რადიოელემენტების გამოვრებადობის კოეფიციენტი	$K_5 = 1 - H_{\text{ბ}} / H$	0,3	$H_{\text{ბ}}$ - ელემენტების ტიპ-ზომების რაოდენობა
რადიოელემენტების გამოყენებადობის კოეფიციენტი	$K_6 = 1 - H_{\text{ორ}} / H$	0,2	$H_{\text{ორ}}$ - ელემენტების ორიგინალური ტიპ-ზომების რაოდენობა
დეტალების ფორმის წარმოქმნის პროგრესულობის კოეფიციენტი	$K_7 = D_{\text{პ}} / D$	0,1	დეტალების რაოდენობა: D - საერთო, $D_{\text{პ}}$ - პროგრესული მეთოდით დამზადებული

გამოთვლებისათვის საჭირო მონაცემების აღება ხდება ნაკეთობაზე არსებული ტექნიკური დოკუმენტაციიდან. კერძოდ, საკონტაქტო შეერთებების რაოდენობა სამონტაჟო ფირფიტაზე განისაზღვრება კიდული ელემენტების გამოყენების, მოცულობითი მონტაჟის მარყუხების, გამტარი შესაკრავების დათვლით. ვინაიდან სამონტაჟო ფირფიტაზე საკონტაქტო შეერთებები მიიღება მირჩილვის მეთოდით, ამიტომ შეფასდება მექანიზებული მირჩილვის შესაძლებლობა შეერთების კონსტრუქციის გათვალისწინებით (პლანარული გამოყენება, მანჭვალის გამოყენება და ა.შ.).

მონტაჟისათვის კიდული ელემენტების გამოყენების მომზადების მექანიზმების შესაძლებლობა განისაზღვრება გამოყენების სტანდარტული ფორმების არსებობით, მათი კორპუსების ტიპებითა და ტიპ-ზომებით.

კონტროლისა და გაწყობის მექანიზმების კოეფიციენტი შედარებით მცირეა, რადგან ელექტრონული კვანძების ასაწყობად საჭიროა მთელი რიგი შრომატევადი და ნაკლებმექანიზებული კონტროლის ოპერაციები: სამონტაჟო ფირფიტების შემოწმება მონტაჟის წინ; ფირფიტების ჩამორეცხვის და ლაქით დაფარვის ხარისხის შემოწ-

მება; კიდული ელემენტების კორპუსის ქვეშ შუასადების მიწებება; გამოყვანების მირჩილვა.

სამონტაჟო ფირფიტის ფუნქციური პარამეტრები კონტროლდება სპეციალურ სტენდებზე. გამოთვლით მიღებული $K_{აგვ}$ -ის მნიშვნელობას ადარებენ ნორმატიულს, რომელიც ელექტრო-წული კვანძების სერიული წარმოებისათვის იცვლება 0,5-დან 0,8 ფარგლებში, და საცდელი წიმუშისათვის 0,4-დან 0,7 -მდე.

გარდა დასახელებული მაჩვენებლების გამოყენება ტექნოლოგიური გამზოგადებული მაჩვენებლები:

- ბლოკის დაშვადების შრომატევადობა,

$$T_{ბო} = T_{ა} \cdot K_{სრო} \cdot K_{შბ}$$

სადაც $T_{ა}$ არის დასაპროექტებელი ბლოკის კონსტრუქციული ანალოგის დაშვადების, ან სტატისტიკური მონაცემებით მიღებული შრომატევადობა; $K_{სრო}$ - ბლოკის სირთულის კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება ძველი და ახალი კონსტრუქციების შესაბამისი ტექნიკური მოთხოვნების შედარებით ან როგორც ფარდობა დასაპროექტებელი კონსტრუქციის ტექნიკური პარამეტრების ანალოგის, ან პროტოტიპის პარამეტრებთან; $K_{შბ}$ - ნაკეთის დაშვადების შრომატევადობის შემცირების კოეფიციენტი;

- ნაკეთის საკონტროლოდ ვარგისობის კოეფიციენტი

$$K_{ვ} = (H_{ა} + H_{ა-1}) / (H_{ა} - H_{ა-1})$$

სადაც, $H_{ა}$ ნაკეთობაში საკონტროლებელი პარამეტრების რაოდენობა; $H_{ა-1}$ - ნაკეთობაში კონტროლის წერტილების რაოდენობა;

- ნაკეთის ტექნოლოგიური თვითღირებულება

$$C_{ბ} = C_{ა} \cdot C_{ბ} \cdot C_{აგვ} \cdot C_{აშ}$$

სადაც, $C_{ა}$ დანახარჯებია წედლეულსა და მასალებზე (ნარჩენების ღირებულების გარეშე); $C_{ბ}$ - საწარმოს მუშაკთა ძირითადი ხელფასი დანარჩენებითურთ; $C_{აგვ}$ - მიზნობრივი დანიშნულების მქონე ინსტრუმენტებისა და სამარჯვების ცვეთაზე დანახარჯები; $C_{აშ}$ - აღჭურვილობის შენახვასა და ექსპლუატაციაზე დანახარჯები ($C_{ბ}$ გამოითვლება ფულად ერთეულებში);

- ნაკეთის დაშვადებისას სააწყო-სამონტაჟო სამუშაოების ფარდობითი შრომატევადობა,

$$T_{სააწყო-სამონტაჟო} = T_{სააწყო} / T_{შბ}$$

სადაც $T_{სააწყო-სამონტაჟო}$ სამუშაოების შრომატევადობა;

- $T_{შბ}$ - ნაკეთის დაშვადების შრომატევადობა.

3. საზომი მოწყობილობების და მათი ელემენტების ტიპიზაცია, უნიფიკაცია და სტანდარტიზაცია

საზომი მოწყობილობის კონსტრუქციის დროს უნდა გავითვალისწინოთ კონსტრუქციის ტიპიზაციის, უნიფიკაციის და სტანდარტიზაციის მოთხოვნები.

ტიპიზაცია არის ისეთი ტიპობრივი კონსტრუქციების დამუშავება და დადგენა, რომლებსაც საერთო კონსტრუქციული პარამეტრები აქვთ გარკვეული ნაკეთობებისათვის, მათი შემადგენელი ნაწილებისა და დეტალებისათვის.

უნიფიკაცია არის ერთი და იგივე ფუნქციური დანიშნულების მქონე ობიექტების ოპტიმალური და შემცირებული ნომენკლატურის არჩევისა და რეგლამენტაციის მეცნიერულ-ტექნიკური მეთოდი.

უნიფიკაციის სამუშაოების ჩასატარებლად საჭიროა მოხდეს საზომი მოწყობილობების კლასიფიცირება სხვადასხვა წიშნის მიხედვით. მაგალითად, ელექტროსაზომი აპარატურის კლასიფიკაცია შესაძლებელია შემდეგი წიშნების მიხედვით:

- ფუნქციური წიშნის მიხედვით - საზომი ინფორმაციის შვრებისა და დამუშავების საშუალებები და ატესტაციისა და შემოწმების საშუალებები;

- დანიშნულების მიხედვით - ფიზიკური სიდიდის ზომა, საზომი ხელსაწყო, საზომი გარდამქმნელი, საზომი დანადგარი, საზომი სისტემა, საზომ-გამომთვლელი კომპლექსი;

- გაზომვის შედეგების წარმოდგენის ხერხის მიხედვით - მაჩვენებელი და მარეგისტრირებელი;

- გაზომვის მეთოდის მიხედვით - უშუალო შეფასების ხელსაწყოები და შედარების ხელსაწყოები;

- გამოყენების მეთოდისა და კონსტრუქციის მიხედვით - ფარზე დასაყენებელი, გადასატანი და სტაციონარული;

- ავტომატიზების ხარისხის მიხედვით - ავტომატური, ავტომატიზებული, ხელის;

- საზომი საშუალებების სტანდარტიზაციის მიხედვით - სტანდარტიზებული, არასტანდარტიზებული;

- დამოწმების სქემაში მდებარეობის მიხედვით - ეტალონები, მუშა საზომი საშუალებები;

• გასაზომი ფიზიკური სიდიდის მნიშვნელოვნობის მიხედვით - ძირითადი და დაშვება.

უნიფიკაციისა და სტანდარტიზაციის სამუშაოების ჩატარება საზომი საშუალებისა და მისი ელემენტების მაღალი ტექნოლოგიურობის საფუძველია. ამიტომ, დაპროექტების ეტაპზე აუცილებელია გამოითვალოს ნაკეთის უნიფიკაციისა და სტანდარტიზაციის დონის მაჩვენებლები.

უნიფიკაციის დონის ქვეშ იგულისხმება ნაკეთის გაჯერებულობა უნიფიცირებული შემადგენელი ნაწილებით.

სტანდარტიზაციის დონის ქვეშ იგულისხმება ნაკეთის გაჯერებულობა სტანდარტული შემადგენელი ნაწილებით, რომლებიც მზადდება სხვადასხვა კატეგორიის სტანდარტების მიხედვით.

ასხვავებენ სტანდარტიზაციისა და უნიფიკაციის დონის შემდეგ ძირითად მაჩვენებლებს:

1) გამოყენების კოეფიციენტი $K_{გყ} = (n - n_{ორ}) / n$, სადაც n დეტალების (ელემენტების, მიკროსქემების და სხვ.) ტიპ-ზომების საერთო რაოდენობაა; $n_{ორ}$ - ორიგინალური ტიპ-ზომების რაოდენობა;

2) გამოყენების კოეფიციენტი $K_{გა} = (N - n) / (N - 1)$, სადაც N ნაკეთობის შემადგენელი ნაწილების საერთო რაოდენობაა.

მაგალითი: გამოვთვალოთ გამოყენებისა და გამოყენების კოეფიციენტები საზომ მოწყობილობაში გამოყენებული ტაბორივი ბლოკისათვის, გამოსათვლელად საჭირო მონაცემებს აქვს შემდეგი სახე:

შემადგენელი ნაწილების დასახელება	ტიპ-ზომების რაოდენობა, ერთეული		დეტალების საერთო რაოდენობა, N, ცალი
	საერთო, n	ორიგინალური, $n_{ორ}$	
1. სამაგრი	5	1	12
2. საყელური1	3	2	10
3. სალტე	17	5	53
4. სამონტაჟო ფირფიტა	2	1	10
5. ხრახნი	2	-	50
6. ქანჩი	1	-	20
7. საყელური2	1	-	20
8. რეზისტორი	4	-	250

9. კონდენსატორი	5	-	220
10. დიოდები	1	-	8
11. მიკროსქემა	5	-	306
12. გასართი	3	-	40
Σ	49	9	999

ამოხსნა:

$$K_{გყ} = \frac{(n - n_{ორ})}{n} \cdot 100\% = \frac{(49 - 9)}{49} \cdot 100\% = 81\%$$

$$K_{გა} = \frac{(N - n)}{(N - 1)} \cdot 100\% = \frac{(999 - 49)}{(999 - 1)} \cdot 100\% = 95\%$$

უნიფიკაციისა და სტანდარტიზაციის დონეების მაჩვენებლების გამოთვლის შედეგები შეაქვთ საკონსტრუქტორო დოკუმენტაციაში.

სტანდარტიზაციის დარგში ჩატარებული სამუშაოები აისახება სტანდარტებში, მაგალითად, საერთაშორისო ელექტროტექნიკური კომიტეტის სტანდარტები: IEC 60297 „მექანიკური კონსტრუქციები ელექტრონული მოწყობილობისათვის - 482,6 მმ (19 დუიმიანი) მექანიკური კონსტრუქციების ზომები“; IEC 60297-3-101 „კრეიტები და დაკავშირებული დასაყენებელი მოდულები“ და სხვ.

4. საზომი მოწყობილობის საიმედოობა

თანამედროვე აპარატურის განვითარება უკავშირდება მისი სირთულის მატებას, აპარატურის ქმედების გამოკვლევა ექსპლუატაციის დროს და მისი ხარისხის შეფასება განსაზღვრავს მის საიმედოობას.

საიმედოობის რაოდენობრივი დახასიათებისათვის და ექსპლუატაციის დაგეგმვისათვის გამოიყენება სპეციალური მახასიათებლები - საიმედოობის მაჩვენებლები.

ძირითადი ტერმინები და განსაზღვრებები, რომლებიც შეეხება ტექნიკური მოწყობილობების საიმედოობას, რეგლამენტებულია სტანდარტებით.

საიმედოობა - ნაკეთის თვისება შეინარჩუნოს გარკვეულ ზღვრებში ფუნქციონირების დადგენილი პარამეტრები, რომლებიც შეესაბამება მოცემულ რეჟიმს, გამოყენების პირობებს, ტექნიკურ მომსახურებას, შენახვასა და ტრანსპორტირებას.

საიმედოობა კომპლექსური თვისებაა, რომელიც ნაკეთის დანიშნულებისა და მისი ექსპლუატაციის პირობების მიხედვით შეიძლება მოიცავდეს რამდენიმე თვისებას: უმტყუნებლობას, ხანგამძლეობას, სარემონტოდ ვარგისობას და შენახულობას.

უმტყუნებლობა არის ობიექტის თვისება განუწყვეტლად შეინარჩუნოს მუშაობის უნარი გარკვეული დროის ან გარკვეული ნამუშევრის განმავლობაში (ნამუშევარს უწოდებენ ობიექტის მუშაობის ხანგრძლივობას ან მოცულობას).

უმტყუნებლობის მაჩვენებლებია:

- უმტყუნო მუშაობის ალბათობა $P(t)$;
- საშუალო ნამუშევარი მტყუნებამდე $T_{საშ}$;
- მტყუნებების ინტენსიურობა $\lambda(t)$;
- მტყუნებების ნაკადის პარამეტრი $\omega(t)$;
- უმტყუნო მუშაობის დროის განაწილების სიმკვრივე $f(t)$ და სხვ.;

ხანგამძლეობა არის ობიექტის თვისება შეინარჩუნოს მუშაობის უნარი ზღვრული მდგომარეობის დადგომამდე (ზღვრულ მდგომარეობას უწოდებენ ობიექტის მდგომარეობას, რომლის დროსაც მისი შემდგომი გამოყენება დანიშნულებისამებრ დაუშვებელია ან მიზანშეწონილი არ არის).

ხანგამძლეობის მაჩვენებლებია:

- საშუალო რესურსი;
- გამა-პროცენტული რესურსი;
- სამსახურის საშუალო ვადა და სხვ.;

სარემონტოდ ვარგისობა არის ობიექტის თვისება, რომელიც მიგვითითებს თუ რამდენად შესაძლებელია და მოსახერხებელი მტყუნებებისა და დაზიანებების თავიდან აცილება, აღმოჩენა და მუშაობის უნარის აღდგენა ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის გზით (მტყუნება არის ხდომილობა, რომელიც მდგომარეობს ობიექტის მუშაობის უნარის დარღვევაში).

სარემონტოდ ვარგისობის მაჩვენებლებია:

- მუშაობის უნარის აღდგენის ალბათობა;
- მუშაობის უნარის აღდგენის საშუალო ვადა;
- აღდგენის ინტენსიურობა;

შენახულობა არის ობიექტის თვისება შეინარჩუნოს უმტყუნებლობის, ხანგამძლეობისა და სარემონტოდ ვარგისობის მაჩვენებლების განსაზღვრული მნიშვნელობები შენახვის და (ან) ტრანსპორტირების შემდეგ.

შენახულობის მაჩვენებლებია:

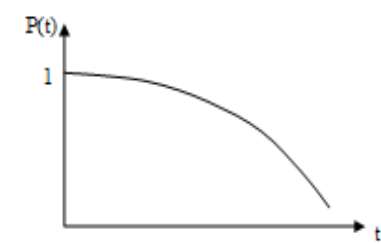
- შენახულობის საშუალო ვადა;
- შენახულობის გამა-პროცენტული ვადა.

საიმედოობის რაოდენობრივი მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის ატარებენ სპეციალურ გამოცდებს, რომელთა ჩატარების და მიღებული შედეგების სტატისტიკური დამუშავების წესები რეგლამენტებულია სტანდარტებით (გოსტ 18049, გოსტ 17509 და სხვ.).

უმტყუნო მუშაობის ალბათობა - ესაა ალბათობა იმისა, რომ ნამუშევრის მოცემულ საზღვრებში ობიექტის მტყუნება არ მოხდება.

$P(t)$ უმტყუნო მუშაობის ალბათობა განისაზღვრება სტატისტიკური შეფასებით $P(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0} = 1 - \frac{n(t)}{N_0}$, სადაც N_0 არის მუშაობის უნარის მქონე ნაკეთობების საწყისი რაოდენობა; $n(t)$ - ნაკეთობების რაოდენობა, რომელთაც t დროის განმავლობაში მოუვიდათ მტყუნება. ე.ი $P(t)$ ახასიათებს t მომენტისათვის მუშაობის უნარის მქონე ნაკეთობების წილს. ცხადია, რომ დროის სვლასთან ერთად ეს წილი კლებულობს. ამიტომ, $P(t)$ ფუნქციის გრაფიკს აქვს 4.1 ნახ-ზე მოცემული სახე.

ობიექტების ჯგუფის უმტყუნო მუშაობის ალბათობა ტოლია ამ ჯგუფში შემავალი თითოეული ობიექტის უმტყუნო მუშაობის ალბათობების



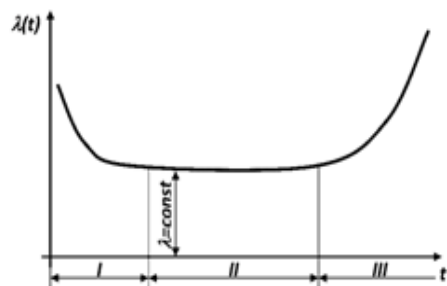
ნახ.4.1. P(t) ფუნქციის გრაფიკი

ნამრავლისა

$$P(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot \dots \cdot P_n(t) = \prod_{k=1}^n P_k(t),$$

სადაც n არის ჯგუფში ობიექტების რაოდენობა, რაც მეტია ჯგუფში ობიექტების რაოდენობა, მით ნაკლებია მთლიანად ჯგუფის საიმედოობა, თუ $P_1(t) = P_2(t) = \dots = P_n(t)$, მაშინ $P(t) = [P_1(t)]^n$.

მტყუნებების ინტენსიურობა - არააღდგენადი ობიექტის მტყუნების წარმოქმნის ალბათობის პირობითი სიმკვრივე, რომელიც განისაზღვრება დროის განხილული მომენტისათვის იმ პირობით, რომ ამ დრომდე მტყუნება არ წარმოქმნილა (ნახ. 4.2.).



ნახ.4.2. მტყუნებების ინტენსიურობის დამოკიდებულება დროზე: I-მისახმარისების პერიოდი; II-ნორმალური ექსპლუატაციის პერიოდი; III-დაბველების პერიოდი

სხვა სიტყვებით, რიცხობრივად იგი უდრის დროის ერთეულში მტყუნებების რაოდენობის ფარდობას კვანძების იმ რაოდენობასთან, რომელთაც არ მოსვლიათ მტყუნება დროის ამ მომენტამდე. მტყუნებების ინტენსიურობა შესაძლოა გამოითვალოს ფორმულით

$$\lambda(t) = \frac{n(t)}{N_{\text{საგ}} \Delta t} = \frac{n(t)}{[N - n(t)] \Delta t} = \frac{f(t)}{P(t)},$$

- სადაც N არის განსახილველი ნაკეთობების საერთო რაოდენობა;
- $f(t)$ - კვანძების (დეტალების) მტყუნებების სიხშირე;
- $P(t)$ - უმტყუნო მუშაობის ალბათობა;
- $n(t)$ - ნიმუშების რაოდენობა, რომელთაც მოუვიდათ მტყუნება $(t - \Delta t/2)$ -დან $(t + \Delta t/2)$ -მდე დროის ინტერვალში;
- Δt - დროის ინტერვალი;
- $N_{\text{საგ}}$ - წესიერად მომუშავე ნიმუშების საშუალო რაოდენობა Δt ინტერვალში:

$$N_{\text{საგ}} = \frac{N_i + N_{i+1}}{2},$$

- სადაც N_i არის წესიერად მომუშავე ნიმუშების რაოდენობა Δt ინტერვალის დასაწყისში;
- N_{i+1} - წესიერად მომუშავე ნიმუშების რაოდენობა Δt ინტერვალის დასასრულს.
- საზომი მოწყობილობისათვის, რომელიც შედგება ელემენტების N ტიპებისაგან მტყუნებების ინტენსიურობა

$$\Lambda_{\text{საგ}} = \sum_{i=1}^N \lambda_i \cdot n_i,$$

- სადაც λ_i არის i -ური ტიპის ელემენტების მტყუნებების ინტენსიურობა;
- n_i - i -ური ტიპის ელემენტების რაოდენობა.

მაგალითი:

3000 საათიანი გამოცდისას 1000 ნაკეთიდან 150 -ს მოუვიდა მტყუნება. შესაბამისად, ამ ნაკეთობების მტყუნებების ინტენსიურობა:

$$\lambda(3000) = \frac{150}{(1000 - 150) \cdot (3000 - 0)} = 0,000058824 = 58,824 \cdot 10^{-6}$$

(ცნობისათვის, მტყუნებების ინტენსიურობის საშუალო მნიშვნელობებია: რეზისტორებისათვის $0,0001 \dots 1,5 \cdot 10^{-5}$ 1/სთ; კონდენსატორებისათვის $0,001 \dots 16,4 \cdot 10^{-5}$ 1/სთ და ა.შ.).

მტყუნებაზე ნამუშევარის დრო საზომი მოწყობილობისათვის განისაზღვრება ორ მომიჯნავე მტყუნებას შორის მისი წესიერული მუშაობის ხანგრძლიობით. იგი შესაძლოა გამოითვალოს ფარდობით

$$r_{\text{საგ}} = \frac{t}{f},$$

სადაც t - ხელსაწყო მუშაობის ხანგრძლიობა;

f - მისი მუშაობის განმავლობაში მტყუნებების რაოდენობა.

საზომი მოწყობილობის ნამუშევარი მტყუნებაზე დამოკიდებულია ექსპლუატაციის პირობებზე, რემონტის ხარისხზე, თვით ხელსაწყო სირთულეზე და შესაძლოა შეადგენდეს ათეულ ათასობით საათს. განსაკუთრებული ადგილი საზომი აპარატურის საიმედოობის საკითხში მიეკუთვნება მტყუნების შემდგომ რემონტის ხარისხსა და საიმედოობას. გარემონტებულ საზომ ტექნიკას, ისევე როგორც ახალს აქვს საგარანტიო სამსახურის ვადა.

აპარატურის რემონტისას მნიშვნელოვანია განისაზღვროს მისი სარემონტოდ ვარგისობა, რომელიც ხასიათდება ხელსაწყო მუშაობის უნარის აღდგენის დროის მათემატიკური ლოდინის სიდიდით. თუ ეს მაჩვენებელი მცირე სიდიდისაა ხელსაწყო სარემონტოდ ვარგისობა დამაკმაყოფილებელია.

უწესიერობის ხასიათის, მტყუნების სახის (უეცარი ან თანდათან, ნაწილობრივი ან სრული) მიუხედავად ხელსაწყო მუშაობის უნარის აღდგენა უნდა მოხდეს დეფექტური ელემენტების, კვანძების, მონტაჟის უბნების და ა.შ. შეცვლით საიმედოობის საკმარისი ხარისხის მქონე წესიერულით (რემონტის შესაძლებლობის არ არსებობისას).

პროფილაქტიკური სარემონტო სამუშაოების დროული ჩატარება, ხელსაწყოების არადროული მტყუნებების გამომწვევი გარე ზემოქმედებების (ქსელის ძაბვის დიდი რყევები, ვიბრაციები, ამაღ-

ლებული ტენიანობა და სხვ.) თავიდან აცილება ან მინიმუმამდე შემცირება - ამ საკითხების მოწესრიგება მჭიდროდ უკავშირდება აპარატურის მუშაობის საიმედოობას და რემონტის ხარისხს.

საზომი მოწყობილობების საიმედოობის ასამაღლებლად ეფექტური ზომების მისაღებად კონსტრუირების ეტაპზე საჭიროა არსებობდეს საბაზო და მაკომპლექტებელი ნაკეთობების საიმედოობის შესახებ სარწმუნო ინფორმაცია. აპარატურაში მტყუნებების წარმოქმნის მიზეზების ანალიზი საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ მტყუნებათა წარმოქმნის ძირითადი მიზეზები, როგორცაა: კონსტრუირების შეცდომები, ტექნოლოგიური პროცესის დარღვევა, ექსპლუატაციის წესის დარღვევა, მიზეზების ცოდნა საშუალებას მოგვცემს შევიძულოთ ღონისძიებები საზომი საშუალების საიმედოობის ასამაღლებლად. მაგალითად: მაკომპლექტებელი ნაკეთობების არასწორი გამოყენებით გამოწვეული მტყუნებების მიზეზი შეიძლება იყოს: ელექტრული რეჟიმების გადიდება; მადესტაბილიზებული ფაქტორებისადმი მდგრადობის თვალსაზრისით ელემენტების არასწორი შერჩევა; გარეშე ფაქტორების ზემოქმედებისაგან არასაკმარისი დაცვა; პროფილაქტიკური მომსახურების არასრულყოფილება; კვანძების არასაიმედო დამაგრება ბლოკებში; მექანიკური სიმტკიცის გაუთვალისწინებლობა და სხვ.

მაღალი საიმედოობის აპარატურის მისაღებად განსაკუთრებული მნიშვნელობა უნდა მიექცეს მაკომპლექტებელი ნაკეთობების გამოყენების რეჟიმს. ელემენტები უნდა ვამუშაოთ ე.წ. შემსუბუქებულ რეჟიმში, რადგან ასეთ შემთხვევაში მათი საიმედოობა მაღლდება. ყველა კლასისა და ტიპის რეზისტორებისათვის შემსუბუქებული რეჟიმი იქნება: დადაბლებული დატვირთვის რეჟიმი, როდესაც რეზისტული მასალის ტემპერატურა მაღალი არ არის; დადაბლებული სინოტივის რეჟიმი, რომელიც იცავს რეზისტორს კოროზიისაგან; გარემო პირობების დადაბლებული ტემპერატურა. ნახევრად გამტარიანი ხელსაწყოებისათვის შემსუბუქებულად ითვლება რეჟიმები, როდესაც: მათი გადახურება იქნება მინიმალური; დადაბლებულია გაუონვის გამტარობები; უკუ ველის დამაბულობები გადასასვლელებზე შემცირებულია გარკვეულ დონემდე. რაც შეეხება კონდენსატორებს, ზოგიერთი ტიპის კონდენსატორზე მუშაობის დონის ნებისმიერი ოდნავი შემცირება იწვევს დადებით ზემოქმედებას, ხოლო სხვა ტიპის კონდენსატორებზე გარკვეული კრიტიკული დონის მარჯვნივ დაბალი მარცხით მუშაობა უარყოფითად

მოქმედებს. საიმედოობის გასაძლიერებლად კონსტრუირებისას უნდა გავითვალისწინოთ აგრეთვე შემზღულდავი რეჟიმები. მაგალითად, რეზისტორებისათვის შემზღულდავი რეჟიმებად ითვლება:

ა) გარემოს მაქსიმალური ტემპერატურისა და მინიმალური ატმოსფერული წნევის დროს ზღვრული გაბნეული სიმძლავრის $P_{აჟ}$ ფარდობა ტექნიკური პირობებით დასაშვებ $P_{ფაჟ}$ ზღვრულ გაბნეულ სიმძლავრესთან

$$K_F = P_{აჟ} / P_{ფაჟ} ;$$

ბ) რეზისტორზე ზღვრული ძაბვის ვარდნის $U_{აჟ}$ ფარდობა ტექნიკური პირობებით დასაშვებ $U_{ფაჟ}$ ზღვრულ ძაბვის ვარდნასთან

$$K_U = U_{აჟ} / U_{ფაჟ} .$$

ზღვრული K_F და K_U დასაშვები მნიშვნელობები C5-14, C6-14, C6-35B ტიპის მავთულიანი მუდმივი რეზისტორებისათვის უნდა იყოს $K_F=0,7$ ხოლო $K_U=0,8$.

საიმედოობის გადიდების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მეთოდია დარეზერვება.

დარეზერვება - ნაკეთის საიმედოობის უზრუნველყოფის მეთოდი დამატებითი საშუალებების და (ან) შესაძლებლობების შემოტანით, რაც საჭირო ფუნქციების შესასრულებლად არის ნამეტი მინიმალურ აუცილებელთან შედარებით. ნამეტობის შემოტანით და მტყუნებების კარგად ორგანიზებული მონიტორინგის ერთობლიობით თითოეულ არხში დაბალი საიმედოობის მქონე სისტემებსაც კი შესაძლოა ჰქონდეთ საიმედოობის მაღალი დონე.

საიმედოობის ამაღლების მიზნით საზომი საშუალების საექსპლუატაციო თვისებების შესასწავლად ხდება:

- ექსპლუატაციისას საზომ საშუალებებზე სისტემატური დაკვირვება;
- საექსპლუატაციო გამოცდების ჩატარება;
- საექსპლუატაციო თვისებების შესახებ მონაცემების შეგროვება საზომი საშუალებების გამოყენებული საწარმოებისაგან, ორგანიზაციებისაგან, საწარმოების მეტროლოგიური სამსახურის ორგანოებიდან და მათი დამუშავება.

საიმედოობის დაპროექტება იწყება მოდელის დამუშავებით. ამ დროს გამოიყენებენ უწყისიგრობების ხეს, რომლის დახმარებით წარმოსახავენ კავშირის სისტემის სხვა და სხვა ნაწილებს (კომპონენტებს) შორის.

5. პარაზიტული კავშირები და ზედდება

5.1. ზედდების წარმოქმნის მიზეზები. წყარო და მიმღები

პარაზიტული ზედდება არის ძაბვის, დენის ან სიმძლავრის ელექტრული სქემით და კონსტრუქციით გაუთვალისწინებელი გადაცემა ერთი მოწყობილობიდან მეორეზე ან საზომი მოწყობილობის ერთი ნაწილიდან მეორეზე. ზედდების წარმოქმნის მიზეზია ელემენტებს შორის პარაზიტული კავშირები, რომელთა ჩვენება შეუძლებელია ელექტრულ პრინციპულ სქემაზე, ვინაიდან მათ განაპირობებს კონსტრუქცია ან გაერთმთლიანება და ამიტომაც ვერ გამოითვლება. პარაზიტული კავშირების პირველწყაროა ველები, რომლებიც რადიოელექტრონული საშუალებებისა და ხელსაწყობების წრედებში წარმოიქმნება ელექტრული მუხტებითა და დენებით.

მუდმივი ელექტრული მუხტები და ელექტრული დენი ხელსაწყობის ელემენტებსა და წრედებში ქმნიან შესაბამის ელექტრულ და მაგნიტურ ველებს, ხოლო ცვლადი სიხშირის მუხტები და დენი - ელექტრომაგნიტურ ველს. ველი ვრცელდება სივრცეში და ზემოქმედებს სხვა ტექნიკური საშუალებებისა და სისტემების ელემენტებსა და წრედებზე. გვერდითი ველების ზემოქმედების შედეგად და გამტარების და რეზისტორების გავლით ერთი კვანძის და ბლოკის სიგნალის ზემოქმედება სხვა კვანძების და ბლოკების სიგნალებზე წარმოქმნის პარაზიტულ კავშირებს და ზედდებებს როგორც საზომი მოწყობილობის შიგნით, ასევე მის გვერდით განლაგებულ საზომ მოწყობილობებში.

პარაზიტული კავშირები და ზედდებები აუარესებენ კვანძების, ბლოკების და მთლიანად საზომი მოწყობილობის მუშაუნარიანობას. ამიტომ, დაპროექტებისას საჭიროა მათი შემცირება დასაშვებ დონემდე, რაც უფრო მაღალია მოთხოვნები საზომი მოწყობილობის მახასიათებლებისადმი, მით უფრო მეტი სახსრები იხარჯება პარაზიტული კავშირებისა და ზედდებების ნეიტრალიზებისათვის. ფირმების - Hewlett Packard, Ronde & Schwarz და სხვათა მაღალი სიზუსტის მქონე საკონტროლო-საზომი ხელსაწყობების მაღალი ფასის (ათეულ-ათასობით დოლარი) ძირითადი ნაწილი განაპირობებულია იმ ღონისძიებების გამო, რომელიც ჩატარებულია პარაზიტული კავშირებისა და ზედდებების შესამცირებლად.

მიუხედავად გატარებული ღონისძიებებისა, პარაზიტული კავშირების და ზედდებების წარჩენი დონე საფრთხეს უქმნის ინ-

ფორმაციას, რომელსაც შეიცავს საზომ მოწყობილობაში ცირკულირებადი სიგნალის საინფორმაციო პარამეტრები. ამიტომ, წების-მიერი ელექტრული ან ელექტრონული ხელსაწყო საინფორმაციო უსაფრთხოების თვალსაზრისით უნდა განვიხილოთ როგორც ინფორმაციის უსაფრთხოებისადმი მუქარის პოტენციური წყარო.

საზომ მოწყობილობებში პარაზიტული ხელშეშლების წარმოქმნის მიზეზებს მიეკუთვნება: კავშირის სასიგნალო ხაზებში არეკვლის ეფექტები, რომლის მიზეზია არაშეთანხმებული დატვირთვები და არაერთგვაროვნება; გადაჯვარედინებული ზედდებები კავშირის სასიგნალო ხაზებს შორის; პარაზიტული კავშირები საზომ მოწყობილობებს შორის კვების და დამიწების წრედების გავლით; სიგნალის ფორმის დამახინჯება აქტიურ ელემენტებში; სიგნალის ფორმის დამახინჯება კავშირის ხაზებში; ზედდებები გარე ელექტრომაგნიტური, მაგნიტური და ზემაღალ-სიხშირული ველების გამო.

ზედდების სავარაუდო წყაროებია: ცვლადი დენის ქსელი; მაღალი სიხშირის მძლავრი გენერატორები; ბლოკინგ-გენერატორები; იმპულსური მოდულატორები; იმპულსური გენერატორები; შესასვლელი და ბოლოსწინა კასკადები მაღალი (დაბალი, საშუალო) სიხშირის მაძლიერებლებისა; რელე და ყოველგვარი ჩამრთველ-გამომრთველი მოწყობილობა; გამომავალი და ძალოვანი ტრანსფორმატორები; კოლექტორული ელექტროძრავები.

ზედდების სავარაუდო მიმღებებია: ყველა ტიპის რადიომიმღები; ყველა ტიპის მაძლიერებლების შესასვლელი კასკადები; დაბალი სიხშირის მაძლიერებლის შესასვლელი ტრანსფორმატორები; გამშვი მოწყობილობები ამუშავების მაღალი მგრძობელობით (ტრიგერები, მომლოდინე მულტივიბრატორები).

ზედდების წყარო მიმღებს შესაძლოა ეკავშირდებოდეს: *ელექტრული და მაგნიტური ველის, გამოსხივების ელექტრომაგნიტური ველის და დამაკავშირებელი სადენების საშუალებით.*

აპარატურაზე პარაზიტული გავლენის ერთ-ერთი გავრცელებული სახეა ელექტრომაგნიტური ველი. მისი ენერჯის გავლენა დამოკიდებულია ხელშეშლის წყაროსა და მიმღებს შორის მანძილზე, არსებობს ე.წ. ახლო და შორი ზონები:

- ახლო ზონა - როდესაც მანძილი პარაზიტული ველიდან ხელშეშლებს მიმღებამდე უდრის λ -დან 5 λ -მდე, სადაც ტალღის სიგრძე $\lambda = \frac{1}{f} \cdot v$, ხოლო ტალღის გავრცელების სიჩქარე $v=3 \cdot 10^8$ მ/წმ;

• შორი ზონა - როდესაც მანძილი პარაზიტული ველიდან ხელშეშლების მიმდებამდე 5λ-ზე მეტია.

ახლო ზონაში ჭარბობს ელექტრული და მაგნიტური ველების ზემოქმედება (წყაროსა და მიმღების ურთიერთორიენტაციისაგან დამოკიდებულებით). ახლომდებარე ელექტრული და მაგნიტური ველების დამაბულობა უკუპროპორციულია იმ ელემენტისაგან დაშორების კვადრატისა, რომელმაც აღძრა ველი. გამოსხივების ელექტრომაგნიტური ველის დამაბულობა კი დაშორების პირველი ხარისხის უკუპროპორციულია, ხოლო სადენის ან ტალღასატარის ბოლოზე აღძრული ძაბვა მანძილის გადიდებით ძალიან ნელა მცირდება. ამ დამოკიდებულებიდან გამომდინარეობს, რომ მცირე მანძილების შემთხვევაში ზედდება შესაძლოა გავრცელდეს ოთხივე გზით.

მანძილების გადიდებით პირველ რიგში ქრება ახლომდებარე ელექტრული და მაგნიტური ველებით გამოწვეული ზედდებები, შემდგომ გავლენას წყვეტს გამოსხივების ელექტრომაგნიტური ველი, ხოლო დიდ მანძილზე ზედდება შესაძლოა გადაეცეს მხოლოდ სადენებით და ტალღასატარით.

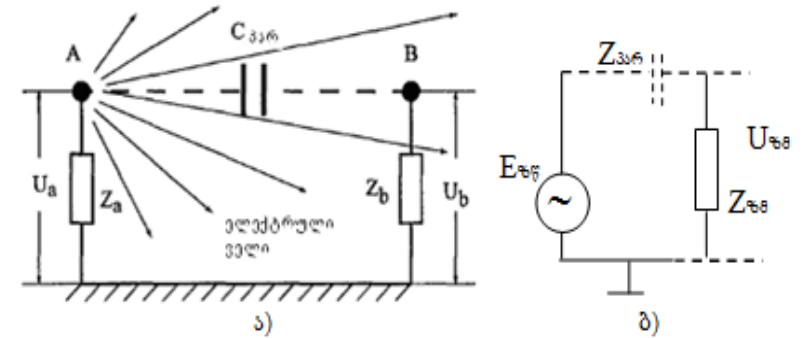
5.2. პარაზიტული კავშირის სახეები

გამოყოფენ პარაზიტული კავშირის სამ ძირითად სახეს: ტევადური წარმოიქმნება ელექტრული ველის ზემოქმედების შედეგად; ინდუქციური წარმოიქმნება მაგნიტური ველის ზემოქმედების შედეგად; საერთო სრული წინააღობით აღძრული.

1) ტევადური პარაზიტული კავშირი წარმოიქმნება სქემის ორ ნებისმიერ ელემენტს შორის; სქემის რადიოელემენტებს და კორპუსს შორის, გამტარებს შორის. ამავე დროს იგი პროპორციულია გარემოს დიელექტრიკული შეღწევადობის, გამტარის დიამეტრის და უკუპროპორციულია გამტარებს შორის მანძილის. პარაზიტული ტევადური კავშირის მოდელი მოცემულია 5.1 ნახ-ზე.

თუ A ელემენტს აქვს $E_{აფ}$ ძაბვა კორპუსის მიმართ (ნახ.5.1 ბ), მაშინ B ელემენტზე, რომელიც დაკავშირებულია A ელემენტთან მცირე პარაზიტული ტევადობით $C_{აბ}$, წარმოიქმნება ძაბვა $U_{აბ}$, რომლის სიდიდე განისაზღვრება β_c ტევადური წინააღობისა და $Z_{აბ}$ ზედდების მიმღების წინააღობის ფარდობით. ამ ორი წინააღობის

კომბინაცია არის გამოყოფი, რომელზეც დაიყვანება ნებისმიერი პარაზიტული კავშირი. ვინაიდან $\beta_c \gg Z_{აბ}$, ამიტომ $U_{აბ} = \frac{E_{აფ} Z_{აბ}}{x_{აბ}}$.



ნახ.5.1. პარაზიტული ტევადური კავშირის მოდელი

ფარდობას $\beta_c = \frac{U_{აბ}}{E_{აფ}}$ ეწოდება **პარაზიტული ტევადური**

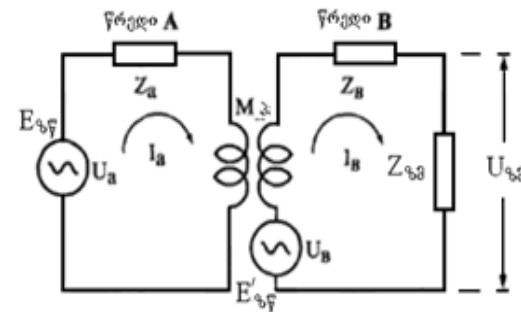
მოცულობითი კავშირის კოეფიციენტი, შესაბამისად,

$$\beta_c = \frac{U_{აბ}}{E_{აფ}} = \frac{Z_{აბ}}{x_{აბ}} = \omega \cdot C_{აბ} \cdot Z_{აბ}$$

სადაც ω რხევების ციკლური სიხშირეა.

ასეთი ზედდების სიდიდის განსაზღვრისათვის საჭიროა ვიცოდეთ რადიო-ელექტრონული მოწყობილობის ან ელექტრული ხელსაწყოების კუთრი ტევადობა, რომელიც ზოგად შემთხვევაში შეიძლება მივიღოთ მხოლოდ ექსპერიმენტული გზით.

2) პარაზიტული ინდუქციური კავშირი ნაჩვენებია 5.2 ნახ-ზე.



ნახ.5.2. პარაზიტული ინდუქციური კავშირის მოდელი

A წრედში მიმდინარე ცვლადი დენი ქმნის მაგნიტურ ველს, რომელიც აღწევს B წრედის გამტარებს და წარმოქმნის მასზე ემპს. აღნიშნული ემპ წარმოქმნის B წრედში დენს, ხოლო დენი

თავის მხრივ იწვევს დატვრთვაზე ზედდების მატებას $U_{\Sigma 3}$.

ფარდობას $\beta_{\Sigma} = U_{\Sigma 3} / U_{\Sigma 2}$ ეწოდება **პარაზიტული ინდუქციური კავშირის კოეფიციენტი**. ორი წრედის ურთიერთინდუქციურობა დამოკიდებულია მათ კონფიგურაციასა და ურთიერთგანლაგებაზე. ცხადია, იგი პროპორციულია იმ წრედის მაგნიტური ველის, რომლის ძალური წირები განმსჭვალავს სხვა წრედს. 5.2 ნახ-ის მიხედვით შეგვიძლია ვიანგარიშოთ β_{Σ} -ს სიდიდე

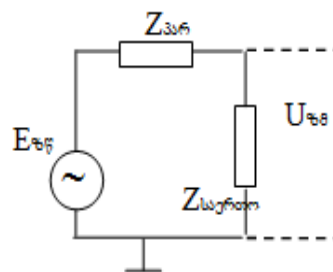
$$I_A = \frac{E_{\Sigma F}}{Z_A}, \quad E'_{\Sigma F} = I_A \cdot \omega \cdot M_{\Sigma A} = \frac{E_{\Sigma F} \cdot \omega \cdot M_{\Sigma A}}{Z_A},$$

$$I_B = \frac{E'_{\Sigma F}}{Z_B} = \frac{E_{\Sigma F} \cdot \omega \cdot M_{\Sigma A}}{Z_A \cdot Z_B},$$

$$U_{\Sigma 3} = I_B \cdot Z_{\Sigma 3} = \frac{E_{\Sigma F} \cdot \omega \cdot M_{\Sigma A} \cdot Z_{\Sigma 3}}{Z_A \cdot Z_B}, \quad \beta_{\Sigma} = \frac{U_{\Sigma 3}}{E_{\Sigma F}} = \frac{\omega \cdot M_{\Sigma A} \cdot Z_{\Sigma 3}}{Z_A \cdot Z_B}.$$

3) საერთო წინაღობით აღძრული პარაზიტული კავშირის შემთხვევაში ზედდების წყარო და მიმღები ჩართულია საერთო წინაღობაზე, რომელიც შესაძლოა იყოს შიგა წინაღობა და კვების წყაროების შემართებული სადენები ან სხვ. |

5.3 ნახ-ზე მოცემულია საერთო წინაღობით აღძრული პარაზიტული კავშირის სქემა.



ნახ.5.3

5.3 ნახ-ზე მოცემული წრედი წარმოადგენს გამყოფს, რომელშიც $Z_{\Sigma 2} \ll Z_{\Sigma 3}$ ამიტომ პარაზიტული კავშირის კოეფიციენტი

$$\beta_{\Sigma} = \frac{U_{\Sigma 3}}{E_{\Sigma F}} = \frac{Z_{\Sigma 3}}{Z_{\Sigma 2}}.$$

ამგვარად, თუ გვერდითი ველები და დენები შეიცავენ დაცულ ინფორმაციას, შესაძლოა

მასთან არასანქცირებული მიწვდომა მოხდეს გვერდითი კავშირების და ზედდებების გზით. გაჟონვის შესაძლებლობა განპირობებულია მრავალი ფაქტორით: კონფიგურაცია, ზომები, ელემენტების ურთიერთგანლაგება.

5.3. ზედდებასთან (ხელშეშლასთან) ბრძოლის მეთოდები. ეკრანირება

ზედდებასთან ბრძოლის თვალსაზრისით განიხილება შემდეგი ამოცანები:

1. დამუშავებისას საჭიროა მივალწიოთ, რომ დასამუშავებელ აპარატურაში არსებული ხელშეშლის არც ერთი წყარო არ უშლიდეს მის ნორმალურ ფუნქციონირებას;

2. დასამუშავებელი აპარატურა დავიცვათ მის გარშემო განლაგებული აპარატურის ზემოქმედებისაგან;

3. დასამუშავებელი აპარატურა არ უნდა უშლიდეს მის გარშემო მყოფი აპარატურის ნორმალურ ფუნქციონირებას;

ზედდებასთან ბრძოლისათვის გამოიყენება ხელშეშლის დამრთავი მოწყობილობების (ეკრანების, ფილტრების) ჩაშენება ხელშეშლების ყველა წყაროებში:

ზოგადად *ბრძოლის მეთოდები* შემდეგია: კვების წყაროებში აყენებენ ელექტროლიტურ კონდენსატორებს - მასწორებელ კონდენსატორებს; ამცირებენ კვების სალტების სიგრძეს ე.წ. განპარალელების ხარჯზე (თავიდან იცილებენ გრძელ ელექტრულ გამტარებს); თითოეულ ელემენტს, რომელსაც ხელშეშლის საშიშროება ემუქრება უნდა ჰქონდეს მასწორებელი კონდენსატორი კვების წრედში; ელემენტების ჯგუფს (მთლიანი ბლოკი, ნაბეჭდი კვანძი) შესაძლოა ჰქონდეს თავისი მასწორებელი კონდენსატორი; უნდა ავიცილოთ გალვანური კავშირი (კავშირი აქტიური წინაღობის გავლით).

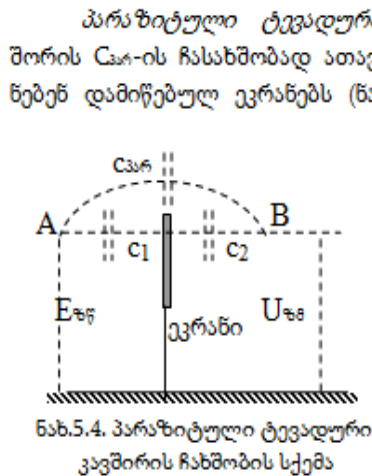
ზედდებების ჩახშობა პრაქტიკულად დაიყვანება ზედდებების წყაროსა და მიმღებს შორის პარაზიტული კავშირის ჩახშობასა და შესუსტებაზე ეკრანირების და წრედების განრთვის გზით.

ეკრანირება - ელექტრომაგნიტური ენერჯის ლოკალიზება გარკვეულ სივრცეში, ნებისმიერი შესაძლო მეთოდით მისი გავრცელების შეზღუდვის საშუალებით.

ეკრანი არის შვერული ლითონის გარსაცმი, რომელიც ხელს უშლის ველის მოხვედრას ელექტრონული მოწყობილობის მიერ დაკავებულ სივრცეში.

ეკრანირების მექანიზმი ორგვარია: არეკვლა; შთანთქმა (გრიგალური დენები), როდესაც პარაზიტული ველის ენერჯია იხარჯება ჯოულის სითბოზე.

კონსტრუირების პროცესში უნდა ჩატარდეს ევრანის ეფექტურობის საორიენტაციო გათვლა. \exists ევრანის ეფექტურობა ეწოდება საევრანებელ სივრცეში ევრანის არსებობის და არარსებობის შემთხვევაში მამბების, დენების და მაგნიტური ველის დამამულობების ფარდობას $\exists = \frac{U}{U'} = \frac{I}{I'} = \frac{H}{H'}$. ევრანირების ეფექტურობა დამოკიდებულია ევრანის მასალაზე, ევრანის სისქეზე. რაოდენობრივად ევრანის ეფექტურობას აფასებენ დეციბელებში $A=20lg\exists$, ან ნეპერებში $B=ln\exists = 0,115A$.



პარაზიტული ტევადური კავშირის ჩახშობა. ელემენტებს შორის $C_{არ}$ -ის ჩასახშობად ათავსებენ ევრანს. ძირითადად გამოიყენებენ დამიწებულ ევრანებს (ნახ. 5.4). ევრანს ათავსებენ A და B ელემენტებს შორის, ე.ი. შემოაქვთ დამატებითი გამყოფი. საზომი მოწყობილობის კორპუსთან შეერთებული ევრანის გამოყენება იწვევს $C_{არ}$ -ის შემცირებას, პარაზიტული ტევადობის უმეტესი ნაწილისათვის კორპუსზე მოკლე შერთვის შექმნის გზით.

ელექტროსტატიკური ევრანი შესაძლოა იყოს კარგი გამტარობის მქონე თხელი ლითონის ფურცელი ან აფსვი, ელექტროგამტარი საღებავი, მავთულის ბადე, რომლებიც უზრუნველყოფენ ხელშეშლების მიწასთან (კორპუსთან) შერთვას. ელექტროსტატიკური ველის ევრანირების ეფექტურობა არ არის დამოკიდებული ევრანის მასალის სისქეზე, ვინაიდან მასში გამავალი დენები მცირე სიდიდისაა. ვიწრო ჭვრიტეები და ხვრელები არ აუარესებენ ელექტრული ველის ევრანირებას, თუ მათი ზომები ტალღის სიგრძესთან შედარებით მცირეა.

ყურადღება უნდა მიექცეს ხუფებს, რომლებიც ევარება საევრანებელ ელემენტებს. კორპუსთან მიერთებული ხუფი მამინა აუმჯობესებს ევრანირების ეფექტურობას, თუ ის არ არის მოთავსებული უშუალოდ საევრანებელ ელემენტებს შორის. ხუფის კონსტრუქციაში მთავარია, რომ წარმოებისა და ექსპლუატაციის დროს არ

დაირღვეს კორპუსთან მისი საიმედო კავშირი. კორპუსთან ცუდად მიერთებული ხუფი შეიძლება გახდეს მტყუნების მიზეზი.

საზომ მოწყობილობაში ყოველთვის არის ლითონის ნაწილები, რომლებიც არ ემსახურება ევრანირებას, არამედ გამოყენებულია სამგარად, დაზიანებისაგან დასაცავად ამორტიზაციისათვის და ა.შ. ზედდებების მიმდებებისა და წყაროების ახლოს შემთხვევით განლაგებულ, კორპუსთან მიუერთებელ ლითონის დეტალებს შეუძლიათ წარმოქმნას პარაზიტული კავშირები, ამიტომ საჭიროა მოწყობილობის ყველა არადენგამტარი დეტალის საიმედო კონტაქტი კორპუსთან. მოსახსნელ დეტალებს შეხების მთელ ზედაპირზე უნდა ჰქონდეს კოროზიისადმი მედეგი დაფარვა. არამოსახსნელი დეტალები საჭიროა მიდუღდეს ან მიირჩილოს. ზედდების მიზეზი შესაძლოა გახდეს აგრეთვე მოლითონების სისტემებში არსებული არასაიმედო კონტაქტები.

ხშირად ელექტროსტატიკური ევრანი მზადდება ლითონის თხელი ფენის სახით ინტეგრალური სქემის კორპუსის ქვედა მხარეზე, თუ ევრანის სახით გამოყენებულია ბადე, მისი ცხურების ზომა უნდა იყოს ნაკლები ელექტრული ველის ტალღის სიგრძეზე.

მაგნიტოსტატიკური ევრანი მზადდება მაღალი მაგნიტური შეღწევადობის და მცირე ხვედრითი წინაღობის მქონე ფერომაგნიტური მასალებისაგან (იხ. ცხრილი 2).

ცხრილი 2

პარამეტრი / ლითონი	სპილენძი	თითბერი	ალუმინი	ფოლადი		პერმალური
				344	330	
ხვედრითი წინაღობა, ρ , ომი · მმ ² /მ	0,0175	0,06	0,03	0,1	0,1	0,65
ფარდობითი მაგნიტური შეღწევადობა, μ	1	1	1	50	100	12000
შეღწევის სიღრმე, δ , მმ, შემდეგი სიხშირეებისათვის, ჰც						
10 ²	6,7000	12,4000	8,8000	-	1,140	0,380
10 ³	2,1000	3,9000	2,7500	-	0,490	0,120
10 ⁴	0,6700	1,2400	0,8800	-	0,154	0,038
10 ⁵	0,2100	0,3900	0,2750	-	0,049	0,012
10 ⁶	0,0670	0,1240	0,0880	0,0230	-	-
10 ⁷	0,0210	0,0390	0,0275	0,0070	-	-
10 ⁸	0,0067	0,0124	0,0088	0,0023	-	-

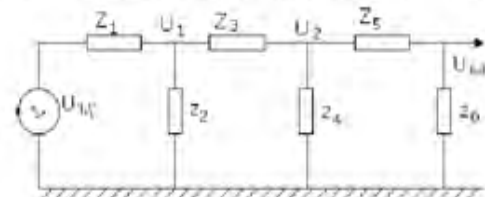
ინდუქციის წირები ძირითადად გადის ევრანის კედლებზე, რომლებსაც ახასიათებს მცირე მაგნიტური წინაღობა ჰაერის სივრცესთან შედარებით. მაგნიტოსტატიკური ევრანირებისას ევრანის სისქე შესაძლოა იყოს 0,5 -დან 1,5 მმ-მდე.

ელექტრომაგნიტური ევრანის შემთხვევაში ხელშეშლების დათრგუნვის მექანიზმია ევრანის ზედაპირიდან ველის არეკვლა და მისი ჩაქრობა ევრანის სხეულში და დამყარებულია ევრანის სხეულში წარმოქმნილი გრიგალური დენების ქმედებაზე.

5.4. ელექტრული ქსელების გაფილტრვა ელექტრომაგნიტური ევრანირებისას

ელექტრული ქსელების და ხაზების გაფილტრვა არის ტექნიკური ღონისძიება, რომელიც თან სდევს ელექტრომაგნიტურ ევრანირებას და გულისხმობს გამფილტრავი (განმრთავი) წრედების ჩართვას მართვის ქსელების, ელექტრული კვების და ა.შ. საერთო გამტარებსა და ჩალიჩებში.

ფილტრაციისადმი ზოგადი მიდგომა შემდეგია: გასაფილტრ გამტარში (სალტეში) მიმდევრობით და პარალელურად რთავენ წინაღობებს. გასაფილტრი სიხშირეებისათვის მიმდევრობით ჩართული (Z_1, Z_3, Z_5) წინაღობების სიდიდე აირჩევა დიდი, ხოლო პარალელურად ჩართულებისათვის (Z_2, Z_4, Z_6) - მცირე. ასეთ შემთხვევაში გამფილტრავი წრედი შესაძლოა განვიხილოთ როგორც ძაბვის გამყოფების მიმდევრობით შეერთებული სერია (ნახ.5.5), სადაც $S_{აფ}$, $S_{აგ}$ შესაბამისად ზედდების წყაროსა და მიმღების ძაბვაა.



ნახ.5.5. გამფილტრავი წრედის ექვივალენტური სქემა

5.5 ნახ.-ის თანახმად შესაძლოა ჩაიწეროს
 $S_1 = S_{აფ} \cdot Z_2 / Z_1$
 $S_2 = S_{აფ} \cdot (Z_2 \cdot Z_4 / Z_1 \cdot Z_3)$

 $S_{აგ} = S_{აფ} \cdot (Z_{2,4,6} / Z_{1,3,5})$
 ფილტრაციის ეფექტურობისათვის:
 $\mathcal{E}_ფ = S_{აგ} / S_{აფ} = Z_{1,3,5} / Z_{2,4,6}$.

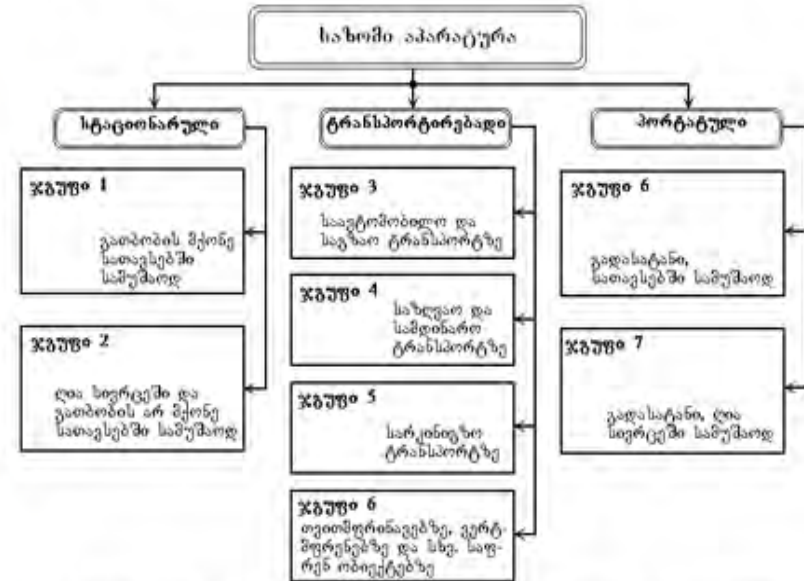
ვინაიდან, ზედდების ჩახშობასთან ერთად გამფილტრავმა წრედმა უნდა გადასცეს საჭირო ძაბვები მნიშვნელოვანი დანაკარგებისა და დამახინჯებების გარეშე, გამფილტრავ წრედში მიმდევრობითი

წინაღობების სახით რეზისტორების გამოყენება შეზღუდულია (გამოიყენება მცირე დენების და მაღალი ძაბვების დროს, როდესაც ძაბვის და სიმძლავრის დანაკარგები უმნიშვნელოა). უპირატესობას ანიჭებენ დროსელებს.

6. საზომი მოწყობილობების დაცვა ხელშეშლელი ზემოქმედებისაგან

6.1. გარემოს ზემოქმედებისაგან დაცვა

ვიდრე განვიხილავთ საზომი აპარატურის ექსპლუატაციის დროს მათზე მოქმედ ფაქტორებს, გავვცნოთ საზომი აპარატურის კლასიფიკაციას დაყენების ობიექტებისა და ექსპლუატაციის მიხედვით (ნახ. 6.1).



ნახ. 6.1. საზომი აპარატურის კლასიფიკაცია დაყენების ობიექტებისა და ექსპლუატაციის მიხედვით

საზომი აპარატურის ექსპლუატაციის პირობები სხვადასხვა სახისაა და იცვლება ფართო საზღვრებში. ფაქტორები, რომლებიც ზემოქმედებს ხელსაწყობზე და გარკვეულ წილად ზღუდავს

აპარატურის მუშაუნარიანობას შემდეგია: კლიმატური, მექანიკური და რადიაციული.

კლიმატურ ფაქტორებს განეკუთვნება: გარემოს ტემპერატურისა და ტენიანობის ცვლილება, თბური დარტყმა, ატმოსფერული წნევა, აგრესიული ნივთიერებების და ოზონის არსებობა გარემოში, მზის დასხივება, სოკოვანი წარმონაქმნები (ობი), მიკროორგანიზმების, მწერების და მღრღნელების არსებობა, ატმოსფეროს აფეთქების და აალებადობის საშიშროება, წყლის ზემოქმედება (წვიმა, შხეფები).

მექანიკურ ფაქტორებს განეკუთვნება: ვიბრაცია, მექანიკური და აკუსტიკური დარტყმა, წრფივი აჩქარება.

რადიაციულ ფაქტორებს განეკუთვნება კოსმიური, ბუნებრივი და ხელოვნური რადიაციის ყველა სახეები.

ამ ფაქტორებს უწოდებენ მადესტაბილიზებელ ფაქტორებს. თითოეული მათგანი შესაძლოა გამოვლინდეს სხვებისაგან დამოუკიდებლად და ამ თუ იმ ჯგუფის სხვა და სხვა ფაქტორებთან ერთად.

ვიწინიდან საზომი აპარატურა განეკუთვნება სისტემა ადამიანი-მანქანა-ს კლასს, ამიტომ დიდ გავლენას აპარატურის მუშაუნარიანობაზე ახდენს ადამიანის სუბიექტური ფაქტორი. სპეციალისტების კვალიფიკაცია აისახება აპარატურის მუშაობის ხარისხზე მისი სასიცოცხლო ციკლის ყველა ეტაპზე.

კლიმატური ფაქტორები. ნორმალური კლიმატური პირობები: ტემპერატურა 25 ± 10 °C, ფარდობითი ტენიანობა 45...80 %, ატმოსფერული წნევა 83-106 კპა (630...800 მმ ვვ.სვ.), გარემოში აქტიური ნივთიერებების არ არსებობა.

საზომი საშუალების კონსტრუქციაზე მომქმედი კლიმატური ფაქტორების ერთობლიობას და მათ მახასიათებლებს განსაზღვრავს კლიმატური ზონა, რომელშიც ხდება მისი ექსპლუატაცია. დედამიწის სფერო დაყოფილია შვიდ კლიმატურ ზონად, რომელთა კლიმატი განისაზღვრება როგორც: მალიან ცივი, ცივი, ზომიერი, ტროპიკული ტენიანი, ტროპიკული მშრალი, ზომიერად ცივი საზღვაო და ტროპიკული საზღვაო.

მალიან ცივი რეგიონი განლაგებულია ანტარქტიდაში, საშუალო მიწისაღორე ტემპერატურაა მიწუს 60 °C.

ცივ ზონას განეკუთვნება რუსეთის დიდი ნაწილი, კანადა, ალასკა, გრენლანდია. საშუალო მიწისაღორე ტემპერატურა აქ

აღწევს მიწუს 50 °C, ტემპერატურის სადღეღამისო მერყეობა საშუალოდ 40 °C-მდეა. ამ კლიმატური ზონის თავისებურებაა ატმოსფეროს მაღალი გამჭვირვალობა, რაც ხელს უწყობს ჰაერის იონიზაციას და ამის შედეგად აპარატურის ზედაპირზე სტატიკური ელექტრობის დაგროვებას. დამახასიათებელია აგრეთვე შემოყინვა, თრთვინი, ქარი თოვლის მტვრით.

ზომიერ კლიმატურ რეგიონში შედის რუსეთის ტერიტორიის ნაწილი, ევროპის უმეტესი ნაწილი, ამერიკის შერთებული შტატები, ავსტრალიის, სამხრეთ აფრიკის და სამხრეთ ამერიკის სანაპირო ტერიტორიები. მისთვის დამახასიათებელია ტემპერატურის წლიური ცვალებადობა მიწუს 35 -დან $+35$ °C -მდე, თრთვინის, ნამის წარმოქმნა, წილი, ჰაერის წნევის ცვლილება 86 -დან 106 კპა -მდე.

ნესტიანი ტროპიკული ზონა განლაგებულია ეკვატორის სიახლოვეს და მოიცავს ცენტრალურ და სამხრეთ ამერიკის დიდ ნაწილს, აფრიკის ცენტრალურ ნაწილს, ინდოეთის სამხრეთს, ინდონეზიას, სამხრეთ აღმოსავლეთ აზიის ნაწილს. ამ ზონისათვის დამახასიათებელია საშუალო წლიური ტემპერატურა $20...25$ °C დღე-ღამური ცვალებადობით არა უმეტეს 10 °C. მაღალი ტენიანობა და მარილების ამაღლებული კონცენტრაცია (განსაკუთრებით ზღვებისა და ოკეანეების ახლოს) ამ ზონის ატმოსფეროს კოროზიულად აგრესიულს ხდის. ტემპერატურისა და სინოტივის ხელსაყრელი კომბინაცია ხელს უწყობს 10000 -ზე მეტი სახეობის ობის სოკოს წარმოქმნას.

მშრალი ტროპიკული კლიმატის ზონას მიეკუთვნება აფრიკის ჩრდილოეთ ნაწილი, ცენტრალური ავსტრალია, შუა აზიის გვალვიანი რაიონი, არაბეთის ნახევარკუნძული, ჩრდილოეთ ამერიკის ნაწილი. ეს რეგიონი ხასიათდება მაღალი ტემპერატურით (55 °C-მდე), დაბალი ტენიანობით, მზის ინტენსიური გამოსხივებით (1500 ვტ/მ²), მტვრისა და ქვიშის მაღალი შემცველობით ატმოსფეროში, რაც იწვევს აბრაზიულ და ქიმიურ ზემოქმედებას აპარატურაზე.

ზომიერად ცივი საზღვაო ზონა მოიცავს ზღვებს, ოკეანეებს და სანაპირო ტერიტორიებს, რომლებიც განლაგებულია 30 °-იანი ჩრდილოეთ განედის ჩრდილოეთით და 30 °-იანი სამხრეთ განედის სამხრეთით. ზღვების, ოკეანეებისა და სანაპირო ტერიტორიების დანარჩენი ნაწილი მიეკუთვნება ტროპიკულ საზღვაო ზონას. საზღვაო ზონების კლიმატი ხასიათდება ტემპერატურის დღე-ღამური

გადახრის შედარებით მცირე სიდიდით, მაღალი ტენიანობით და ატმოსფეროში ქლორიდების მნიშვნელოვანი კონცენტრაციით.

თითოეული კლიმატური ზონის სპეციფიკის გათვალისწინებით მიწისზედა ბაზირების საზომი მოწყობილობები, რომლებიც გამიზნულია ტროპიკულ ზონაში სამუშაოდ უნდა დაშვადდეს შესაბამისი შესრულებით, რომელთა სახეობები რეგლამენტირებულია სტანდარტებით, მაგალითად, IEC 60529: Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).

საზომი მოწყობილობის მუშაუნარიანობა განისაზღვრება მუშაობის ტემპერატურული დიაპაზონით, რომელშიც მან უნდა შესრულოს მოცემული ფუნქციები მუშა მდგომარეობაში. შენახვის პერიოდში და არამუშა მდგომარეობაში ტრანსპორტირებისას საზომი საშუალების მწყობრიდან გამოსვლის თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია, რომ მან გაუძლოს ტემპერატურებს, რომლებიც აღემატება მუშა დიაპაზონის ტემპერატურებს. აღნიშნული ზღვრული ტემპერატურები ახასიათებენ საზომი მოწყობილობის კონსტრუქციის თბო- და სიცივემდეგობას.

თბური დარტყმა - გარემო ტემპერატურის მკვეთრი ცვლილება, რომლის დროსაც ტემპერატურის ცვლილების დრო გამოითვლება წუთებით, ხოლო მისი ცვალებადობა ათეული გრადუსებით. თბური დარტყმა უმეტესად ვლინდება კონსტრუქციის იმ ელემენტებში, სადაც არსებობს ლოკალური მექანიკური ძაბვები, რაც ხელს უწყობს მიკრობზარების წარმოქმნას.

ტენიანობა - ერთ-ერთი ყველაზე აგრესიული ზემოქმედი ფაქტორი, რომელიც თავს იჩენს აპარატურის წყალში ჩამირვისას, წვიმის წვეთების და შხეფების, წყლის ორთქლის ზემოქმედებისას, ნამისა და თრთვილის წარმოქმნისას. წყლის ადსორბცია საზომი მოწყობილობის ელემენტების ზედაპირზე ხელს უწყობს ლითონის დეტალების კოროზიას, არალითონების დაძველებას, იზოლაციის ელექტროსაიზოლაციო მახასიათებლების ცვლილებას. წყლის თვისება, დაასველოს ზედაპირი და შეაღწიოს მასალის ფორებსა და მიკრობზარებში, მატულობს ტემპერატურის გადიდებასთან ერთად.

ატმოსფეროში არსებული წყალი ყოველთვის დაბინძურებულია აქტიური ნივთიერებებით - კალციუმის, მაგნიუმის, რკინის, ნახშირყაწვანის და გოგირდოვანი მარილებით, ქლოროვანი კალციუმით, გაზებით - რაც ხელს უწყობს კოროზიის წარმოქმნას. ნამის წარმოქმნა აპარატურის ზედაპირზე ხდება გარკვეული

ტემპერატურის პირობებში (ნამის წერტილი), რომლის მნიშვნელობა დამოკიდებულია ატმოსფეროს ფარდობით ტენიანობაზე (ცხრ.3).

ცხრილი 3

ფარდობითი ტენიანობა, %	100	80	60	40	20
ნამის წერტილი, °C	15,5	12,1	7,8	2,0	-6,6

საჭერო გარემოს წნევა და მისი ცვლილება დამოკიდებულია იმ ადგილის სიმაღლეზე ზღვის დონიდან, სადაც ხდება საზომი მოწყობილობის ექსპლუატაცია. 5 კმ-ის სიმაღლეზე ჰაერის წნევა შესაძლოა დაეცეს 40 კპა-მდე, ამ დროს უარესდება სითბოს არჩენა კონვექციური თბომომოცვლით, მცირდება ჰაერის ელექტრული მედეგობა, მატულობს ჰაერის იონიზაცია და ქიმიურად აქტიური იონებისა და რადიკალების წარმოქმნა. ტენის შემცველობა ატმოსფეროში სიმაღლის მატებასთან ერთად მცირდება. ტემპერატურა ტროპოსფეროში მცირდება საშუალოდ 6°C-ით ყოველ კილომეტრზე და ზედა ფენებში მიწის 90° -დან მიწის 80° C -ის ფარგლებშია.

ატმოსფერული მტვერი შეიცავს ნახშირწყავა და გოგირდწყავა მარილებს და ქლორიდებს, რომლებიც ურთიერთქმედებენ ტენთან, აჩქარებენ კოროზიის პროცესს, ხელს უწყობენ მუხტების გაყოვნას და შეუძლიათ გამოიწვიონ გარღვევა მაღალი პოტენციალის მქონე კონტაქტებს შორის. სტანდარტებით განსაზღვრულია მტვრის კონცენტრაციის საზომი დონე: 0,18; 1,0; 2,0 გ/მ³.

სოკოვანი წარმონაქმნები (ობი) მიეკუთვნება უდაბლეს მცენარეებს, რომელთაც არა აქვთ ფოტოსინთეზი. ისინი გამოყოფენ ლიმონის, ძმრის, მჟაუნას მჟავებს და სხვ. ქიმიურ ნივთიერებებს, რომელთა ზემოქმედების გამო უარესდება პოლიმერული მასალების ელექტროსაიზოლაციო თვისებები. ამ წარმონაქმნებისაგან დაცვა აუცილებელია გააჩნდეს ტროპიკული ზონის აპარატურას.

აგრესიული გარემოსაგან ლითონის და არალითონის მასალისაგან დაზიანებული ზედაპირების დასაცავად იყენებენ სხვადასხვა სახის დაფარვებს. დანიშნულების მიხედვით დაფარვები არსებობს: დამცავი, დამცავ-დეკორატიული და სპეციალური.

დამცავი დაფარვა გამიზნულია დეტალის დასაცავად კოროზიის, დაძველების, გამოშრობის, ლაზის და სხვ. პროცესებისაგან, რომლებიც იწვევენ აპარატურის წყობიდან გამოსვლას.

დამცავ-დეკორატიული დაფარვა დაცვასთან ერთად დეტალს ანიჭებს ლამაზ გარეგნულ სახეს.

სპეციალური დაფარვა დეტალის ზედაპირს ანიჭებს განსაკუთრებულ თვისებებს ან იცავს მას განსაკუთრებული გარემოს ზემოქმედებისაგან.

ობის სოკოებთან საბრძოლველად გამოიყენება სამი მეთოდი:

- იმ მასალების გამოყენება, რომელთაც არ ახასიათებთ მათზე ობის წარმოქმნა (ასეთი მასალების არჩევანი შეზღუდულია);
- აპარატურის შიგნით კლიმატის ცვლილება, რომლის მიზანია, ობის სოკოებს არ შეექმნათ ხელსაყრელი პირობები განვითარებისათვის (ძირითადად საჭიროა ჰაერის ტენიანობის შემცირება);
- ლაქის ან ემალის შემადგენლობაში, რომლითაც ფარავენ დეტალის ზედაპირს სპეციალური ქიმიური ნივთიერებების - ფუნგიციდების დამატება.

მექანიკური ფაქტორები. ტრანსპორტირებისა და ექსპლუატაციის პროცესში საზომი მოწყობილობები ექვემდებარება ვიბრაციის ზემოქმედებას, ძირითადად რხევის გარეგანი წყაროებისაგან. განსაკუთრებით საშიშია ვიბრაციები, რომელთა სიხშირე უახლოვდება კონსტრუქციის კვანძებისა და ელემენტების რხევების კუთრ სიხშირეს. აპარატურის თვისება შეეწინააღმდეგოს მათ ზემოქმედებას ხასიათდება ვიბროსიმპტიციტითა და ვიბრომედეგობით.

ვიბრომედეგობა განისაზღვრება რიგორც საზომი მოწყობილობის უნარი შეასრულოს მოცემული ფუნქციები ჩართულ მდგომარეობაში ვიბრაციის ზემოქმედების პირობებში.

ვიბროსიმპტიციტე ახასიათებს უნარს შეეწინააღმდეგოს ვიბრაციის დამანგრეველ ზემოქმედებას არამუშა მდგომარეობაში და ნორმალურად იმუშაოს ვიბრაციული დატვირთვების მოხსნის შემდეგ. საზომი მოწყობილობის კონსტრუქციაზე მომქმედი ვიბრაციები ხასიათდება სიხშირის დიაპაზონით და აჩქარების სიდიდით.

დარტყმის მოვლენა საზომი მოწყობილობის კონსტრუქციაში წარმოიქმნება აჩქარების სწრაფი ცვლისას. დარტყმა ხასიათდება აჩქარებით, დარტყმითი იმპულსების ხანგრძლივობითა და რაოდენობით. ასხვავებენ ერთეულოვან და მრავალჯერად დარტყმებს. წრფივი აჩქარება ხასიათდება აჩქარებით (გ ერთეულებში) და ზემოქმედების ხანგრძლივობით.

საზომი მოწყობილობის კონსტრუქციის ელემენტებზე ვიბრაციის და დარტყმითი დატვირთვების ზემოქმედებისას მათში წარმოიქმნება სტატიკური და დინამიკური დეფორმაციები, ვინაიდან

კონსტრუქციის ნებისმიერი ელემენტი არის ორიენტირებული და განაწილებული დატვირთვის მქონე რხევით სისტემა. დარტყმით-ვიბრაციული დატვირთვები ზემოქმედებს საზომი საშუალების კონსტრუქციის ელემენტებზე მათი დამაგრების წერტილების გავლით. ზემოქმედების ეფექტურობა განისაზღვრება ასევე ელემენტების განლაგებით მისი ორიენტაციის მიმართ. ელემენტების დასამაგრებელი დეტალები გარკვეულწილად წარმოადგენს დემფერებს, რომლებიც ამცირებს ვიბრაციის წყაროს ზემოქმედებას.

ვიბრაციის და დარტყმის ძალების შესამცირებლად საზომ მოწყობილობასა და ობიექტს შორის ათავსებენ ამორტიზატორებს, რომლებიც ამცირებენ გადაცემულ რხევებსა და დარტყმის ამპლიტუდას და ამცირებენ საზომ მოწყობილობაზე მომქმედ მექანიკურ ძალებს.

ამორტიზატორების ასარჩევად საჭიროა ჩატარდეს შეფასებითი გამოთვლები, რომლის დროსაც უნდა განისაზღვროს ამორტიზატორის რეაქციის ძალები და სტატიკური გაღუნვის სიდიდე. ამ პარამეტრის მიხედვით ირჩევენ საჭირო ტიპის ამორტიზატორს.

აკუსტიკური ხმაური (გარეშე წყაროებისაგან) ხასიათდება ბგერის წნევით, ბგერის წყაროს რხევების სიმძლავრით, ბგერის ძალით, ბგერითი სიხშირეების სპექტრით. აკუსტიკური ხმაური იწვევს კონსტრუქციის ყველა ელემენტის პრაქტიკულად თანაბარ მექანიკურ დატვირთვებს. გარკვეულ თანაბარ პირობებში აკუსტიკური ხმაურის ზემოქმედება უფრო დამანგრეველია, ვიდრე დარტყმით-ვიბრაციული დატვირთვები.

რადიაციული ფაქტორები. რადიაციული ზემოქმედება იწვევს საზომი მოწყობილობის შემადგენელი ელემენტების როგორც უცაბედ, ასევე დაგროვებულ რეაქციას. გამოსხივების არსებულ სახეებს შორის ყველაზე მეტი საფრთხეა ელექტრომაგნიტური გამოსხივება და მაღალი ენერგიების მაიონიზებული ნაწილაკები.

ელექტრომაგნიტური გამოსხივებების სრული სპექტრი მოიცავს ტალღის სიგრძის დიაპაზონს ათეულ ათასობით მეტრიდან ნანომეტრის მეტასედე ნაწილამდე. ყველაზე მნიშვნელოვან ზემოქმედებას საზომ მოწყობილობებზე ახდენს გამა- და რენტგენის გამოსხივებები (ტალღის სიგრძე 10 ნმ). გამოსხივების ამ სახეებს ახასიათებს შეღწევის და მაიონიზებული მნიშვნელოვანი შესაძლებლობები.

დასხივების ზემოქმედებისადმი ყველაზე მედეგია ლითონი. ყველაზე მცირე რადიაციული მედეგობა აქვს მაგნიტურ მასალებსა და ელექტროტექნიკურ ფოლადს. ზოგიერთი ლითონები, მაგალითად, მარგანეცი, ცინკი, მოლიბდენი და სხვ. ნეიტრონებით დასხივების შემდეგ თავად ხდება რადიოაქტიურობი. გამოსხივების ზემოქმედება პოლიმერებზე იწვევს მოლეკულათმორისი კავშირების რღვევას, მარცვლოვანი სტრუქტურის და მიკრობზარების წარმოქმნას. შედეგად პოლიმერული დეტალები კარგავს ელასტიკურობას, ხდება მყიფე.

განსაკუთრებით არამდგრადია დასხივებისადმი ნახევრად გამტარიანი ხელსაწყოები და ინტეგრალური მიკროსქემები. ნახევრად გამტარებში წარმოქმნილი შეუქცევადი დეფექტები იწვევს გამართვის უნარის დაკარგვას დიოდებში. ტრანზისტორები დასხივებისას კარგავს გამლიერების თვისებას, მათში მატულობს გაჟონვის დენები, გამრღვევი ძაბვა მცირდება. მათი რადიაციული მედეგობა შეადგენს $10^{12}...10^{14}$ ნეიტრონი/სმ² ნეიტრონებით დასხივებისას და $10^4...10^7$ რად (ინგლ. rad-radiation absorbed dose) გამა-გამოსხივებისას.]

ინტეგრალურ მიკროსქემებში დასხივებისას მნიშვნელოვნად იცვლება მახასიათებლები მათში შემავალი რეზისტორების, კონდენსატორების, დიოდების, ტრანზისტორების პარამეტრების ცვლილებების გამო. ასევე იცვლება გამყოფი p-n- გადასასვლელების მაიზოლირებელი თვისებები, მატულობს გაჟონვის დენები, ჩნდება მრავალი პარაზიტული კავშირი მიკროსქემის სტრუქტურის ელემენტებს შორის, რაც იწვევს მისი ფუნქციონირების დარღვევას.

6.2. მტვრის ზემოქმედებისაგან დაცვა

მტვერი - შეტივტივებულ მდგომარეობაში მყოფი ჰაერში არსებული მცირე მასის მქონე მყარი ნაწილაკების ნაზავი. ასხვავებენ ბუნებრივ ანუ ჰაერში მუდმივად მყოფ მტვერს და ტექნიკურს, რომელიც წარმოიქმნება აღჭურვილობის ცვეთის, მასალების დამუშავების, სათბობის წვის და სხვ. შედეგად.

75 %-ზე მაღალი ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის და ნორმალური ტემპერატურის დროს შეიმჩნევა მტვრის ნაწილაკების რაოდენობის ზრდა, მათი კოაგულაცია, მატულობს მტვრის მიზიდვის ალბათობა უძრავ ზედაპირებთან. დაბალი ტენიანობისას

მტვრის ნაწილაკები ელექტრულად იმუხტება, არალითონური-დადებითად, ლითონური-უარყოფითად.

ჰაერის მტვრით დაბინძურება ამცირებს საზომი მოწყობილობის მუშაუნარიანობის ალბათობას. მტვერი, როდესაც ხვდება საპოხ მასალებში და ეკვრება ელექტრომექანიკური კვანძების დეტალების მოსრიალე ზედაპირებს, იწვევს მათ დაჩქარებულ ცვეთას. კონტაქტების ღრეოში მოხვედრილი მტვერი ხელს უშლის რელეს კონტაქტების შერთვას.

ზოგიერთი ლითონის ზედაპირზე დალექილი მტვერი საშიშია მისი ჰიგროსკოპიულობის გამო, ვინაიდან არც თუ მაღალი ტენიანობისას მტვერი მნიშვნელოვნად აჩქარებს კოროზიას. იგი იწოვს მყავების ხსნარებს და ძალიან სწრაფად შლის კარგ საღებავებსაც. ტროპიკულ ქვეყნებში მტვერი ხშირად ობის ზრდის მიზეზი ხდება.

ხანგრძლივი ექსპლუატაციის პროცესში კომპონენტების ზედაპირზე დაგროვილი მტვერი იწვევს იზოლაციის წინაღობის შემცირებას, განსაკუთრებით მომატებული ტენიანობის პირობებში, რის გამოც ჩნდება გაჟონვის დენები გამოყვანებს შორის, რაც ძალზე საშიშია მიკროსქემებისათვის. მტვრის დიელექტრული შეღწევადობა ჰაერის დიელექტრულ შეღწევადობაზე მაღალია, რაც განსაზღვრავს ტევადობის ამალღებას კომპონენტების გამოყვანებს შორის და შედეგად იწვევს ტევადური ხელშეშლების მატებას. დალექილი მტვერი ამცირებს ნაკეთის გაგრილების ეფექტურობას, წარმოქმნის ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტების დამცავი ლაქით დაუფარავ ზედაპირებზე დენგამტარ შესაკრავებს გამტარებს შორის.

საზომი მოწყობილობის ან მისი ცალკეული ნაწილების მტვერგაუმტარობის მიღწევა შესაძლოა მათი ჰერმეტიკულ კორპუსში მოთავსებით.

6.3. აპარატურის ჰერმეტიზება

ჰერმეტიზება არის მტვრის, ტენის, გარემოში არსებული მავნე ნივთიერებების ზემოქმედებისაგან აპარატურის დაცვის საიმედო საშუალება.

კონსტრუქციის პირველი დონის მოდულების დაცვა ხდება: ლაქით დაფარვით; ეპოქსიდური ფისის ჩასხმით; გაჟღენთვით, განსაკუთრებით ნახვევი ნაკეთობების; ორგანული (ფისი, ბიტუმი) ან არაორგანული (ალუმინის ფოსფატები, ლითონის მეტაფოსფატები) მატვერმეტიზებელი კომპაუნდებით შემოწნებით. კომპაუნ-

დებით ჰერმეტიზება აუზღობებს მოდულის ელექტროსაიზოლაციო და მექანიკურ თვისებებს, თუმცა უმეტესი კომპაუნდების დაბალი თბოგამტარობა აუარესებს სითბოს არინებას და შეუძლებელს ხდის რემონტს.

სრული ჰერმეტიზება ნაკეთის მოთავსებით ჰერმეტიკულ გარსაცმში არის დაცვის ყველაზე ეფექტური, მაგრამ ძვირად ღირებული საშუალება. ამავე დროს საჭირო ხდება სპეციალური კორპუსების, გარე ელექტრული შეერთებების, მართვის და ინდიკაციის ელემენტების ჰერმეტიზების მეთოდების დამუშავება.

არსებობს ჰერმეტიზების მრავალი მეთოდი. ფართოდ გამოიყენება დრეკადი მამკვრივებელი შუასადებები კონსტრუქციის ყველა ელემენტისათვის ნაკეთობის მთელ პერიმეტრზე. ჰაერის გამოსვლა მამკვრივებლის გავლით, როდესაც შუასადები შეკუმშულია მისი საწყისი სიმაღლის 25...30 %-ით ხდება მხოლოდ დიფუზიის ხარჯზე. შუასადების მასალად იყენებენ მაღალი ელასტიკურობის მქონე რეზინას. ტენი დროთა განმავლობაში აღწევს ყველა ორგანულ მასალაში, ამიტომ ორგანული მასალებისაგან დამზადებული შუასადებების მქონე ნაკეთობებში წყლისაგან დაცვა ხდება გარკვეული დროის განმავლობაში.

ჰერმეტიკული აპარატის შიგნით გარკვეულ საზღვრებში ფარდობითი ტენიანობის მუდმივობის მისაღწევად ნაკეთის შიგნით შეაქვთ ტენის აქტიურად შთანთქმელი ნივთიერება, როგორცაა: სილიკაგელი; ქლოროვანი კალციუმი; ფოსფორის ანჰიდრიდი. ისინი იწოვენ ტენს გარკვეულ ზღვრამდე. მაგალითად, სილიკაგელი შთანთქავს თავისი მშრალი მასის დაახლოებით 10 % ტენს.

განსაკუთრებულ შემთხვევაში შუასადების მასალად გამოიყენებენ სპილენძსა და უჟანგავ ფოლადს ალუმინის ან ინდიუმის დაფარვით.

ნაკეთის კორპუსის ჰერმეტიკობისადმი ხისტი მოთხოვნებისას ჰერმეტიზება ხდება მიდუღებით ან მირჩილვით კორპუსის მთელ პერიმეტრზე. ნაკეთის კორპუსის კონსტრუქცია განჰერმეტიზება/ჰერმეტიზების ოპერაციის მრავალჯერადად შესრულების საშუალებას უნდა იძლეოდეს.

ჰერმეტიზებისას საჰერმეტიზებელი აპარატურის შიგა მოცულობას ავსებენ ინერტული გაზით (არგონით ან აზოტით) მცირე ნაშეტი წნევით. კორპუსის შიგნით გაზის შეტუმბვა ხდება სარქველ-მილაკების დახმარებით, რის შემდეგ ხდება ჰერმეტიზება. აზოტით

დაქრება უზრუნველყოფს კორპუსის შიგა მოცულობის გაწმენდას წყლის ორთქლისაგან.

მართვისა და ინდიკაციის ელემენტების ჰერმეტიზება ხდება რეზინის საცმებით, მემბრანებით, ხოლო ელექტრომართვლებისა - შუასადებებზე დაყენებით, კომპაუნდების ჩასხმით.

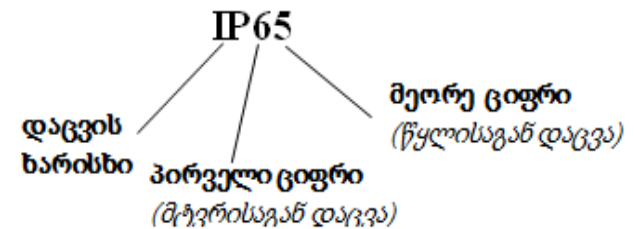
ჰერმეტიზების მეთოდის არჩევას განსაზღვრავს: ექსპლუატაციის პირობები; გამოყენებული მასალები და დაფარვები; მოთხოვნები ელექტრომონტაჟისადმი. საბოლოო გადაწყვეტილება ჰერმეტიზების მეთოდის არჩევის შესახებ მიიღება ტენის კამერაში საზომი მოწყობილობის ბუნებრივი გამოცდის შემდეგ.

6.4. გარსაცმის დაცვის IP ხარისხი (კლასი)

დაცვის ხარისხი გულისხმობს გამოცდის სტანდარტული მეთოდებით შემოწმებად გარსაცმის მიერ უზრუნველყოფილ დაცვის სახეობას საშიშ (დენგამტარ ან მექანიკურ) ნაწილებთან შეხებისაგან და მყარი საგნების და (ან) წყლის შეღწევისაგან.

IP – Ingress (Intemational) Protection Rating - გარსაცმის მიერ მყარი საგნების და წყლის შეღწევისაგან ელექტრომოწყობილობის დაცვის ხარისხის კლასიფიკაციის სისტემა საერთაშორისო სტანდარტის IEC 60529 (DIN 40050, გოსტ 14254)-ის შესაბამისად.

დაცვის ხარისხის აღნიშვნას **IP (Intemational Protection)**, მოსდევს ორი ციფრი: პირველი – მყარი საგნებისაგან დაცვის ხარისხი; მეორე – წყლისაგან (სითხისაგან) დაცვის ხარისხი (ნახ. 6.2).



ნახ. 6.2. IP დაცვის აღნიშვნის სტრუქტურა

პირველი ციფრი მიუთითებს გარსაცმის მიერ უზრუნველყოფილ დაცვის ხარისხზე, როდესაც არ ხდება:

- ადამიანის შეხება საშიში ნაწილებთან, გარსაცმის შიგნით სხეულის რომელიმე ნაწილის ან ადამიანის ხელთ არსებული საგნების მოხვედრა;

- გარსაცმის შიგნით არსებულ მოწყობილობაში გარე მყარი საგნების მოხვედრა.

თუ პირველი მახასიათებელი ციფრი ნოლია, ნიშნავს, რომ გარსაცმი ვერ უზრუნველყოფს დაცვას საშიშ ნაწილებთან შეხების და გარე მყარი საგნების მოხვედრისაგან.

მე-4 ცხრილში მოცემულია დაცვის ხარისხის აღნიშვნები (პირველი ციფრი) და თითოეული მათგანის შესახებ ინფორმაცია.

⊕ ცხრილი 4

პირველი ციფრი – გარე საგნების შეღწევისაგან დაცვა		
ხარისხი	დაცვა გარე საგნებისაგან რომელთა დიამეტრია	აღწერა
0	—	დაცვა არ არის
1	>50 მმ	სხეულის ფართო ზედაპირები (არ არსებობს დაცვა შეგნებული კონტაქტისაგან)
2	>12,5 მმ	თითები და მსგავსი ობიექტები
3	>2,5 მმ	ინსტრუმენტები, კაბელები და ა.შ.
4	>1 მმ	დიდი მავთულები, ბოლტები და ა.შ.
5	მტვრისაგან-დაცული	მტვრის გარკვეულმა რაოდენობამ შესაძლოა შეაღწიოს, მაგრამ ეს ხელს არ შეუშლის მოწყობილობის მუშაობას (მტვრისაგან ნაწილობრივი დაცვა). კონტაქტისაგან სრული დაცვა
6	მტვერშეუღწევადი	მტვერი ვერ შეაღწევს მოწყობილობაში (მტვრისაგან სრული დაცვა). კონტაქტისაგან სრული დაცვა

მეორე ციფრი მიუთითებს წყლის მავნე ზემოქმედებისაგან მოწყობილობის დაცვის ხარისხს, რომელსაც უზრუნველყოფს გარსაცმი.

თუ მეორე მახასიათებელი ციფრი ნულია, ნიშნავს, რომ გარსაცმი ვერ უზრუნველყოფს წყლის მავნე ზემოქმედებისაგან დაცვას.

მე-5 ცხრილში მოცემულია დაცვის ხარისხის აღნიშვნები (მეორე ციფრი) და თითოეული მათგანის შესახებ ინფორმაცია.

ცხრილი 5

მეორე ციფრი – სითხის შეღწევისაგან დაცვა		
ხარისხი	დაცვა	აღწერა
0	—	არ არის დაცვა
1	ვერტიკალური წვეთებისაგან	ვერტიკალურად მწვეთავმა წყალმა არ უნდა დაარღვიოს მოწყობილობის მუშაუნარიანობა
2	15'-მდე კუთხით ვერტიკალური წვეთებისაგან	ვერტიკალურად მწვეთავმა წყალმა არ უნდა დაარღვიოს მოწყობილობის მუშაუნარიანობა თუ მას გადახრიან მუშა მდგომარეობიდან 15'-მდე კუთხით
3	დაცემული წვეთებისაგან	წვიმისაგან დაცვა. წყალი იხსნება ვერტიკალურად ან ვერტიკალურისადმი 60'-მდე კუთხით
4	შხეფებისაგან	ნებისმიერი მიმართულებით დაცემული შხეფებისაგან დაცვა
5	ჭავლისაგან	ნებისმიერი მიმართულების მქონე წყლის ჭავლისაგან დაცვა
6	ზღვის ტალღებისაგან	ზღვის ტალღებისაგან ან წყლის ძლიერი ჭავლისაგან დაცვა. კორპუსის შიგნით მოხვედრილმა წყალმა არ უნდა დაარღვიოს მოწყობილობის მუშაუნარიანობა
7	მცირე დროით ჩაძირვა 1 მ-მდე სიღრმეში	მცირე დროით ჩაძირვის დროს წყალი არ შედის იმ რაოდენობით, რომ დაარღვიოს მოწყობილობის მუშაუნარიანობა. ჩაძირვის რეჟიმში მუდმივი მუშაობა არ არის გათვალისწინებული
8	ხანგრძლივად ჩაძირვა 1 მ-ზე მეტ სიღრმეში	სრული წყალშეუღწევადობა. მოწყობილობას შეუძლია ჩაძირვის რეჟიმში მუშაობა

მაგალითი: დაცვის ხარისხი IP65 – სრული დაცვა მტვრისაგან; ნებისმიერი მიმართულების მქონე წყლის ჭავლისაგან დაცვა.

ხშირად, სითხის შეღწევისაგან დაცვა ავტომატურად განაპირობებს მყარი საგნების მოხვედრისაგან დაცვას. მაგალითად, მოწყობილობას რომელსაც აქვს სითხის შეღწევისაგან მე-4 ხარისხის დაცვა (ნებისმიერი მიმართულებით დაცემული შეხვეებისაგან დაცვა), ავტომატურად ექნება დაცვა გარე საგნების მოხვედრისაგან მე-5 ხარისხით (მტვრისაგან დაცული).

ელექტული დენით დაზიანებისაგან საჭმედოდ დასაცავად შეერთება სრულდება ჰერმეტიკულად დახურულ სამონტაჟო კოლოფში IP54 ხარისხით, იმისათვის, რომ ავიცილოთ შეხვეების მოხვედრა დენგამტარ ნაწილებზე (ნახ.6.3).

ელექტრომოწყობილობის ქუჩაში დამონტაჟებისა და ექსპლუატაციისათვის მკაცრად რეკომენდებულია IP65 ან უფრო მაღალი ხარისხის დაცვა (ნახ.6.4).



ნახ.6.3



ნახ.6.4

საყოფაცხოვრებო ელექტრულ როზეტს შესაძლოა ჰქონდეს დაცვის IP22 ხარისხი – იგი დაცულია თითოთ შეღწევისაგან და არ დაზიანდება ვერტიკალურად ან თითქმის ვერტიკალურად მწვეთავი წყლისაგან. მაქსიმალური დაცვა ამ კლასიფიკაციით არის IP68 – მტვერშეუღწევადი ხელსაწყო, რომელიც გაუძლებს წყალში ხანგრძლივად ჩაძირვას.

გერმანული სტანდარტი DIN 40050-9 აფართოებს IEC 60529 სტანდარტს IP69K დაცვის ხარისხამდე, რომელიც გამოიყენება მაღალი წნევის ქვეშ მაღალტემპერატურული რეცხვისათვის. ასეთ კორპუსებს აქვთ არა მარტო მტვრისაგან მაღალი დაცვა (IP6X), არამედ შეუძლიათ გაუძლონ წყლის მაღალ წნევას რეცხვის დროს.

აღნიშვნაში შესაძლოა იყოს **დამატებითი ასო-ბგერები**, რომლებიც აღნიშნავს საშიშ ნაწილებთან შეხებისაგან ადამიანის დაცვის ხარისხს და საჭიროა მიეთითოს იმ შემთხვევაში, თუ:

- საშიშ ნაწილებთან შეხებისაგან დაცვის არსებული ხარისხი მეტია დაცვის იმ ხარისხზე რომელიც მითითებულია პირველი მახასიათებელი ციფრით;

- მითითებულია მხოლოდ წყლის მაგნე შემოქმედებისაგან დაცვის ხარისხი, ხოლო პირველი მახასიათებელი ციფრი შეცვლილია «X» სიმბოლოთი.

დამატებითი ასობგერების მნიშვნელობები მოცემულია მე-6 ცხრილში.

ცხრილი 6

ასო-ბგერა	საშიშ ნაწილებთან შეხებისაგან დაცვის უზრუნველყოფა
A	ხელის მტკვნის ზურგის მხრით
B	თითით
C	ინსტრუმენტით
D	მაეთულით

მე-7 ცხრილში მოცემულია **დამხმარე** ასო-ბგერები და მათი მნიშვნელობები.

ცხრილი 7

ასო-ბგერა	მნიშვნელობა
H	მაღალვოლტაჟი აპარატურა
M	წყლისაგან დაცვაზე გამოცდისას მოწყობილობა მოძრაობს
S	წყლისაგან დაცვაზე გამოცდისას მოწყობილობა უძრავია
W	ბუნებრივი პირობებისაგან (აშინდი) დაცვა

დამატებითი ასო-ბგერით გარსაცმის დაცვის ხარისხის აღნიშვნა ხდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ის აკმაყოფილებს დონით უფრო დაბალ ყველა დაცვის ხარისხს.

მაგალითად: *IP1XB, IP1XC, IP1XD, IP2XC, IP2XD, IP3XD.*

ნახაზებზე გამოიყენებული დაცვის აღნიშვნები ნაჩვენებია მე-8 და მე-9 ცხრილებში.

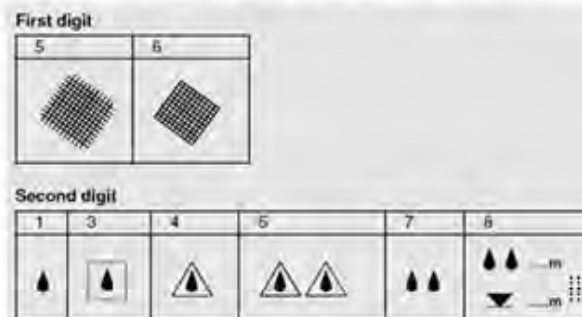
ცხრილი 8

პირველი ციფრი: მექანიკური დაზიანებისაგან დაცვა		
IP 0x	-	არ არის დაცვა
IP 1x		52,5 მმ-ზე მეტი საგნების შეღწევისაგან დაცვა
IP 2x		12,5 მმ-ზე მეტი საგნების შეღწევისაგან დაცვა
IP 3x		2,5 მმ-ზე მეტი საგნების შეღწევისაგან დაცვა
IP 4x		1 მმ-ზე მეტი საგნების შეღწევისაგან დაცვა
IP 5x		მტვრისაგან ნაწილობრივი დაცვა (არ აღწევს იმ რაოდენობით, რაც ხელს შეუშლის მოწყობილობის მუშაობას)
IP 6x		მტვრისაგან სრული დაცვა (მტვერშეუღწევადი)

ცხრილი 9

მეორე ციფრი: ტენის მოხვედრისაგან დაცვა		
IP x0	-	არ არის დაცვა
IP x1		წყლის ვერტიკალურად შვეთავი წვეთებისაგან დაცვა
IP x2		15' -მდე გადახრის კუთხის მქონე შვეთავი წყლის წვეთებისაგან დაცვა
IP x3		60' -მდე გადახრის კუთხის მქონე შვეთავი წყლის წვეთებისაგან დაცვა
IP x4		ნებისმიერი მიმართულებით დაცემული შხეფებისაგან დაცვა
IP x5		ნებისმიერი მიმართულების მქონე წყლის ჭავლისაგან დაცვა
IP x6		წყლის ნაკადისაგან ან ძლიერი ჭავლისაგან დაცვა
IP x7		ნაწილობრივი (ან მცირე დროით) წყალში ჩაძირვისას დაცვა
IP x8		სრული (ან ხანგრძლივად) წყალში ჩაძირვისას დაცვა

ელექტრომოწყობილობების კორპუსებზე შესაძლოა იყოს დაცვის ხარისხის სიმბოლური გამოსახულებები (ნახ.6.5).



ნახ.6.5

ჩრდილოეთ ამერიკის ქვეყნებში კორპუსების (გარსაცემების) დაცვის კლასიფიცირება ხდება NEMA (National Electrical Manufacturers Association) სისტემის მიხედვით (ცხრ.10).

ცხრილი 10

NEMA და IP დაცვის ხარისხების შედარება

დაცვის ხარისხი NEMA, UL და CSA -ს შესაბამისად	მახლოებული IP კოდი
1	IP20
2	IP22
3	IP55
3 R	IP24
4	IP66
4X	IP66
6	IP67
12	IP54
13	IP54

საკონტროლო საზომი აპარატურის გარსაცემის დაცვის ხარისხის მარკირება ხდება კორპუსზე ნიშნის დასმით. აღნიშნული აპარატურის გარსაცემის დაცვის ხარისხი ძირითადად არ აღემატება IP54 -ს და იშვიათად არის IP66.

საკონტროლო საზომი აპარატურის ზოგიერთ ხელსაწყოს, მაგალითად, დაფაზე დასამონტაჟებელს, შეიძლება ჰქონდეს გარსაც-

მის დაცვის რამდენიმე ხარისხი, როგორც წესი, ასეთ ხელსაწყოს აქვს დაცვის მაღალი ხარისხი (IP44...IP54) წინა პანელის მხრიდან, რომელზეც განლაგებულია მართვისა და ინდიკაციის ელემენტები, ხოლო დაცვის შედარებით დაბალი ხარისხი (IP20) კორპუსის დანარჩენ ნაწილზე (ნახ.6.6). ასეთი ხელსაწყო მტვრისა და წყლის IP54 დაცვის ხარისხით გათვალისწინებულ ზემოქმედებას გაუძლებს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ზემოქმედება მოხდება მხოლოდ წინა პანელის მხრიდან. ამ ფაქტის გათვალისწინება საჭიროა ექსპლუატაციის მძიმე პირობებისათვის გამოიზრული ხელსაწყოებისთვის. თუ ამ ხელსაწყოს მოვათავსებთ დაფის შიგნით, რომელსაც აქვს IP54 დაცვის ხარისხი და



ნახ.6.6

დაფაში ხელსაწყოს შეჭრის ადგილის სათანადო ჰერმეტიზება მოხდება, შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ ხელსაწყოს მთელ კორპუსს ექნება IP54 დაცვის ხარისხი.

მტვრი და წყალი მოწყობილობის შიგნით აღწევს კორპუსის ელემენტების შეუღლების არამკვირივობის, სავენტილაციო ხვრელების, კორპუსსა და მართვის ორგანოებს (დილაკებს) შორის ღრეჩოების გამო. ამიტომ, გარსაცმის დაცვის ხარისხის ასამაღლებლად მოწყობილობის მეწარმე კორპუსის ნაწილებს შორის იყენებს გამამკვირვებელ შუასადებებს, აფსკურ კლავიატურებს, გაცივების სისტემის ელემენტები (რადიატორები) გამოაქვთ კორპუსის გარეთ და ა.შ. თუმცა საკონტროლო საზომი აპარატურის გარსაცმის დაცვის მაღალი ხარისხი არ არის კორპუსის შიგნით ტენის მოხვედრისაგან დაცვის გარანტია. მაგალითად, IP55 დაცვის ხარისხის მქონე ხელსაწყოს შიგნით ტენი შესაძლოა გაჩნდეს კონდენსირების ეფექტის შედეგად, როდესაც ხდება ტემპერატურისა და სინესტის მნიშვნელოვანი რყევები გარემოში. ამიტომ დაცვის დამატებითი ღონისძიების სახით ზოგიერთი მეწარმე იყენებს ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის და მასზე დამონტაჟებული მიკროელექტრონული კონპონენტების სრულ დაფარვას დამცავი ლაქის რამდენიმე ფენით.

7. საზომი მოწყობილობის კონსტრუქციის თბური რეჟიმი

7.1. თბური რეჟიმის მახასიათებელი პარამეტრები

საზომ მოწყობილობაში სითბოს წყაროს წარმოდგენს სხვადასხვა კვანძები და ცალკეული დეტალები. რადიოდეტალების მიერ მოხმარებული ენერგია გარდაიქმნება ენერგიის სხვა სახეებად: ელექტრომაგნიტური, მექანიკური, თბური. გარდაქმნილი ენერგიის ნაწილი გამოდის მოწყობილობის ფარგლებს გარეთ სასარგებლო სიგნალების ენერგიის სახით, ხოლო სხვა დანარჩენი გარდაისახება სითბოდ. საზომი მოწყობილობის კონსტრუქციის ელემენტებსა და მექანიკურ ნაწილებს ნორმალური ფუნქციონირება შეუძლიათ შეზღუდულ ტემპერატურულ პირობებში, ე.ი. ახასიათებთ შეზღუდული თბომდეგობა. თბომდეგობა არის მასალისა და ელემენტისთვის გარკვეული ვადით გაუძლოს მაღალი ან დაბალი ტემპერატურის ზემოქმედებას, აგრეთვე ტემპერატურის მკვეთრ ცვლილებებს (თერმოდარტყმებს).

თბომდეგობას განსაზღვრავენ ელემენტების და მასალებისთვისების ან პარამეტრების მნიშვნელოვანი ცვლილებების დაწყებით, რომელთაც განაპირობებს სხვადასხვა ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები. თბომდეგობის სიდიდეს აფასებენ ტემპერატურის დიაპაზონით, რომლის საზღვრებში დასაშვებია აღნიშნული ცვლილებები. აპარატურის შემადგენელი ელემენტების ტემპერატურების ერთობლიობა ანუ ელექტრული აპარატის თბური ველი განსაზღვრავს მოწყობილობის თბურ რეჟიმს. ყველა ელემენტი, რომლითაც აწყობილია მოწყობილობა, უნდა მუშაობდეს ნორმალურ თბურ რეჟიმში. ცალკეული ელემენტის თბური რეჟიმი ითვლება ნორმალურად, თუ სრულდება ორი პირობა: 1) ექსპლუატაციის პირობებში ელემენტის ტემპერატურა არის მოცემული ელემენტისათვის დასაშვები ტემპერატურული დიაპაზონის ფარგლებში; 2) ელემენტების ტემპერატურა ისეთია, რომ უზრუნველყოფილი იქნება მისი ფუნქციონირება მოცემული საიმედოობით. თბომომოცვლის პროცესზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ელემენტის კორპუსის კონსტრუქცია. კორპუსები სხვადასხვა ტიპისაა: ჰერმეტიკული, ვენტლირებული, სპეციალური თბომომოცვლის საშუალებებით აღჭურვილი. ჰერმეტიკული, აგრეთვე მტვრისა და წყლისაგან დაცული კორპუსების საერთო წინააღმდეგობის მართვა მომომოცვლის პრაქტიკულად

სრული არარსებობა გარემოსა და კორპუსის შიგა მოცულობას შორის. ვენტლირებული ის კორპუსებია, რომლებიც აღჭურვილია გარემოსა და კორპუსის შიგა მოცულობას შორის ბუნებრივი ან იძულებითი ჰაერმიმოცვლით.

თბური ნაკადის მიმართულების ხასიათის მიხედვით გამოყოფენ *თერმოაქტიურ* და *თერმოპასიურ* ელემენტებს. თერმოაქტიური ელემენტები წარმოადგენს თბური ენერჯის წყაროს, ხოლო თერმოპასიურები - მათ მიმღებს.

მიკროსქემები და რადიოელემენტები ფუნქციონირებენ შეზღუდულ ტემპერატურულ დიაპაზონებში. ტემპერატურის გადახრამ მითითებული დიაპაზონიდან შესაძლოა გამოიწვიოს კომპონენტის არაადგენადი ცვლილება. ამდღებულ ტემპერატურა აუარესებს მასალის დიელექტრულ თვისებებს, აჩქარებს კონსტრუქციული და გამტარი მასალების კოროზიას. დადაბლებული ტემპერატურის პირობებში მყარდება და იზარება (სკდება) რეზინის დეტალები, იზრდება მასალების სიმყიფე. მასალების წრფივი გაფართოების კოეფიციენტებს შორის განსხვავებამ შესაძლოა გამოიწვიოს კომპაუნდით შევსებული კონსტრუქციების რღვევა და შედეგად ელექტრული კავშირების გაწყვეტა, სამაგრების შესუსტება, ჩასმების ხასიათის შეცვლა და სხვ.

თბური რეჟიმების თეორიის ერთ-ერთი ძირითადი ცნებაა აპარატის გახურებული ზონის ცნება. აპარატის გახურებული ზონას უწოდებენ აპარატის მოცულობის ნაწილს, რომელსაც იკავებს შასი ან სამონტაჟო ფირფიტები მათზე დამონტაჟებული რადიოელექტრონული ელემენტებით. აპარატი, რომელიც შედგება რამდენიმე ბლოკისაგან, რომელთაგან თითოეული შეიცავს შასის ან სამონტაჟო ფირფიტას მასზე დამაგრებული ფორმით, ზომით, სივრცეში ორიენტაციით, გაცივების უნარით და თბური დატვირთვით ერთმანეთისაგან განსხვავებულ რადიოდეტალებს, შესაძლოა განხილული იყოს რამდენიმე დამოუკიდებელი გახურებული ზონის სახით. თბური რეჟიმების გამოვლენისას აპარატების დაყოფა ერთზონიანად და მრავალზონიანად განპირობებულია აუცილებლობით, რომ გათვალისწინებული იყოს ცალკეული ზონის ერთმანეთზე თბური ზემოქმედება. ერთი ზონის შემცველი აპარატის მაგალითია ოცილოგრაფი, რომელშიც ელემენტების ძირითადი რაოდენობა თავმოყრილია ერთ შასიზე.

თბური რეჟიმების გამოთვლა დამყარებულია თბოელექტ-

რულ ანალოგიაზე. იგი გულისხმობს, რომ კონსტრუქციებში თბური ენერჯის გადატანა განიხილება ელექტრულ წრედებში ელექტროენერჯის გადატანის ანალოგიურად. ასეთი ანალოგიის გამოყენება თბური სქემების შედგენის და ელექტროტექნიკის ძირითადი წესების გამოყენებით მათი გამოთვლის საშუალებას იძლევა. დენის ძალის ანალოგია P_{Σ} გახურებული ზონის სიმძლავრე; პოტენციალთა სხვაობის ანალოგი - T_{Σ} გახურებული ზონის და $T_{\Sigma_{\text{გარემოს}}}$ გარემოს ტემპერატურის ტემპერატურების ΔT სხვაობა (გადახურება); ელექტროგამტარობის ანალოგი - δ თბური გამტარობა. თბური ენერჯის ნაკადი გამოითვლება ფორმულით $\phi = \alpha \cdot S \cdot \Delta \theta$, სადაც α თბოგადაცემის კოეფიციენტი $\alpha = \frac{\lambda}{\delta}$; λ -თბოგამტარობის კოეფიციენტი;

S - თბოგადაცემი ზედაპირების ფართობი (მ^2); $\Delta \theta$ - ტემპერატურების სხვაობა ორ იზოთერმულ ზედაპირს შორის ან ორ სხეულს შორის ($^{\circ}\text{C}$).

შესაბამისად $\phi = \frac{\lambda \cdot S \cdot \Delta \theta}{\delta}$, სადაც $\sigma = \frac{\lambda S}{\delta}$ უწოდებენ თბოგამტარობას, ხოლო მის შებრუნებულ სიდიდეს უწოდებენ თბური წინაღობას $R = \frac{1}{\sigma} = \frac{\delta}{\lambda S}$.

მე-11 ცხრილში მოყვანილია აპარატურაში გამოყენებული ზოგიერთი თბოგამტარი მასალის თბოგადაცემის და თბოგამტარობის კოეფიციენტები.

ნებისმიერი კონსტრუქციული ელემენტის თბური წინაღობა შესაძლოა ჩაიწეროს შემდეგი სახით:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

ცხრილი 11	
მასალა	λ , ვტ/(მ· $^{\circ}\text{C}$)
გეტინაქსი	0,17
ეპოქსიდი	200
ფოლადი	47
ალუმინი	202...236
სილიცნი	382...390

სადაც l არის ელემენტის სიგრძე, S - ფართობი, ρ - ხვედრითი თბური წინაღობა (თბოგამტარობის შებრუნებული სიდიდე).

გამოთვლისას ძირითადად მოცემულია თბური სიმძლავრე, რომელიც გამოიყოფა ბლოკში, ნაჩვენებია ექსპლუატაციის პირობები ($T_{\Sigma_{\text{გარემოს}}}$) და ცნობილია ბლოკის კონსტრუქციული პარამეტრები. თბური რეჟიმის შეფასება ხდება გახურებული ზონების გადახურების ეტაპობრივად განსაზღვრით,

$$\Delta T = P_{\Sigma} / \delta$$

თბოგამტარების კონსტრუქციული პარამეტრების და ბლოკის გარე კედლებიდან სითბოს აცილების პირობების შეცვლით უნდა ხდებოდეს ΔT გადახურების სიდიდის ზღვრული შემცირება. უნდა ვეცადოთ, რომ ბლოკის მოცემული კონსტრუქციის პირობებში გახურებული ზონის ტემპერატურა არ აჭარბებდეს ზღვრულ მნიშვნელობას. თბოარიზების სისტემის კონსტრუქცია და გამოთვლა ისე უნდა ხდებოდეს, რომ ΔT არ აჭარბებდეს $5...10^{\circ}\text{C}$.

თბომომოცვლის პროცესების ხასიათი საზომ მოწყობილობაში დამოკიდებულია აპარატის გახურებული ზონის მოწყობილობაზე. გახურებული ზონის ყველა შესაძლო ვარიანტი შესაძლოა მივაკუთვნოთ სამ ჯგუფს:

- ზონები შედარებით მსხვილი ელემენტებით (ტრანსფორმატორები და სხვ.), რომლებიც მაგრდება ლითონის შასიზე.
- ზონები, რომელშიც იმს-ები და კვანძები მაგრდება ნაბეჭდ სამონტაჟო ფირფიტებზე. ფირფიტების რაოდენობა ასეთ ზონებში შესაძლოა იყოს ძალიან დიდი.
- ზონები, რომლებშიც არ არის ცხადად გამოსახული სამონტაჟო ფირფიტები და შასი, ხოლო ელემენტები კორპუსის მოცულობაში ქაოსურად მაგრდება.

თუ საზომი მოწყობილობის გახურებული ზონა შეიცავს შასის ან სამონტაჟო ფირფიტებს, მაშინ თბომომოცვლის პირობები მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მათ ოქსიდენტაციაზე: ვერტიკალურად და ჰორიზონტალურად.

კონსტრუქციის დამუშავების პროცესში მუდმივად წარმოიქმნება სითბოს გამოყოფის ანალიზისა და გამოთვლის ამოცანა, რომლის საფუძველზე ხდება კონსტრუქციული გადაწყვეტების არჩევა. ბევრ საწარმოს არ ძალუძს სპეციალური ქვედანაყოფის ქონა ასეთი გამოთვლებისათვის და ამ საშუალოს ჩატარება უხდება დამუშავებელს, რომელსაც არა აქვს სპეციალური განათლება თბოგადაცემის დარგში. ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის თბური პროცესების ანალიზის სფეროში დახმარების გაწევა შეუძლია სპეციალურ პროგრამულ უზრუნველყოფას, რომელიც საშუალებას აძლევს სპეციალური მომზადების არ მქონე მომხმარებელს ჩაატაროს აუცილებელი გამოთვლები.

თბური რეჟიმების ანალიზის ჩასატარებლად მოსახერხებელია ფირმა Dynamic Soft Analysis, Inc.-ის პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენება. გამოთვლისას გამოიყენება 50-ზე მეტი განტო-

ლება, რომლებიც საშუალებას იძლევიან ჩატარდეს სამონტაჟო ფირფიტაზე თბოგადაცემის პროცესის სრულფასოვანი სამგანზომილებიანი მოდელირება.

მოდელირების დროს იყენებენ რიცხვით მეთოდებს. გამოთვლის უპირატესობაა ანალიზის მაღალი სწრაფმედება მაღალი სიზუსტის პირობებში. მოდელირდება თბომომოცვლის, თბოგამტარობის, კონვექციის და გამოსხივების პროცესები. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ჰაერით კონვექციის მოდელირებას კომპონენტების სამგანზომილებიანი განლაგებით სამონტაჟო ფირფიტაზე.

სამონტაჟო ფირფიტის თბური ანალიზის პროგრამული უზრუნველყოფის გარდა ფირმა Dynamic Soft Analysis, Inc -ის მიერ დამუშავებულია სპეციალური პროგრამები, რომლებიც საშუალებას იძლევა გამოითვალოს ინტეგრალური მიკროსქემის კორპუსის და მიკროანაკრების თბური რეჟიმი.

პროგრამას BetaSoft-Board აქვს სპეციალური კონვერტორი, რომელიც უზრუნველყოფს ინტერფეისის სხვადასხვა მეწარმეთა მიერ დამზადებული ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტების ავტომატური დაპროექტების სისტემებთან.

7.2. აპარატურის გაცივება

აპარატურის კონსტრუქციისას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება სითბოს არინების, ტემპერატურის რეგულირებისა და კონტროლის მეთოდების დამუშავებას. თუ ტემპერატურა ბლოკის ნებისმიერ წერტილში არ სცილდება დასაშვებ საზღვრებს, ასეთ თბურ რეჟიმს ეწოდება ნორმალური.

ნორმალური თბური რეჟიმი - ესაა რეჟიმი, რომელიც გარე ტემპერატურული ზემოქმედების გარკვეულ ფარგლებში ცვლილების პირობებში უზრუნველყოფს კონსტრუქციის, კომპონენტების, მასალების პარამეტრებისა და მახასიათებლების ცვლილებას იმ ფარგლებში, რომელიც მითითებულია მათზე არსებულ ტექნიკურ პირობებში.

ნაკეთის მაღალი საიმედოობა და საშახურის ხანგრძლივი ვადა გარანტირებული იქნება, თუ გარემოს ტემპერატურა საზომი მოწყობილობის შიგნით არის ნორმალური და უდრის $20...25^{\circ}\text{C}$. ტემპერატურის ცვლილება ნორმალურის მიმართ 10°C -ით ნებისმიერი მიმართულებით ამცირებს აპარატურის მუშაობის ვადას დაახლოებით 2-ჯერ. ნორმალური თბური რეჟიმის უზრუნველყოფა

უკავშირდება კონსტრუქციის გართულებას, გაბარიტებისა და მასის გადიდებას, დამატებითი აღჭურვილობის შემოტანას, ელექტროენერჯის დანახარჯებს.

მუშაუნარიანობის უზრუნველყოფა დაბალი ტემპერატურის პირობებში ხდება მუშაობის დაწყებამდე აპარატურის თვითგახურებით, აუცილებლობის შემთხვევაში, ელექტრული გამახურებელი ელემენტების გამოყენებით, რომელთაც სტაციონარული აპარატურისათვის შენობაში აყენებენ, ტრანსპორტირებადისათვის - კონსტრუქციაშია ჩაშენებული. გახურების გამოყენებისას უზრუნველყოფილი უნდა იყოს გამახურებლის ავტომატური გამორთვა აპარატურის გადახურების შემდეგ, თავიდან უნდა იყოს აცილებული ინტენსიური გადახურება, ვინაიდან ასეთ შემთხვევაში წყლის ორთქლი ხელსაწყოს შიგნით კონდენსირდება კონსტრუქციის ზედაპირზე.

სითბოს გადაცემა გახურებული აპარატურიდან გარემოში ხორციელდება **კონდუქციით, კონვექციით და გამოსხივებით.**

კონდუქცია - თბური ენერჯის გადატანა სხეულის მოლეკულების ურთიერთქმედების ან სხეულთა შეხების გზით. თუ შემხებ სხეულებს ან სხეულის ნაწილებს აქვთ სხვადასხვა ტემპერატურა, მაშინ თბოგამტარობის ხარჯზე წარმოიქმნება თბური ნაკადი, რომელიც ემსახურება ტემპერატურის შემცირებას.

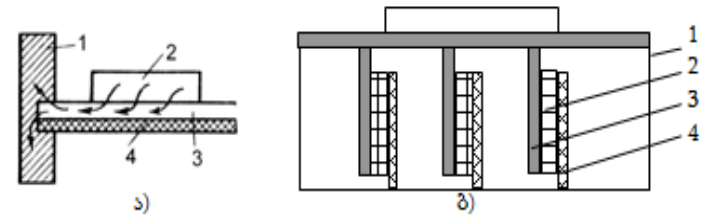
კონვექციური თბოგადაცემა ეწოდება სითბოს გადაცემას სითხისა და გაზის ნაკადებსა და მათთან შეხებაში მყოფ მყარ სხეულებს (კონსტრუქციის ელემენტებს) შორის.

გამოსხივებით სითბოს გადატანა ხდება თბური ენერჯის გარდაქმნის ხარჯზე გამოსხივების ენერჯიად (სხივური ენერჯია).

გამოსხივებით თბოგადაცემა განისაზღვრება მხოლოდ ტემპერატურით და გამოსხივარი სხეულის ოპტიკური თვისებებით. თბურ ენერჯიას ასხივებენ ელექტრომაგნიტური ტალღები სივრცის ინფრაწითელ დიაპაზონში. სპექტრის მიხედვით არჩევენ მონოქრომატულ და რთულ გამოსხივებებს.

თბოარიზება კონდუქციით. გაერთმთლიანების სიმკვრივის გადიდებასთან ერთად სითბოს დიდი ნაწილის აცილება ხდება კონდუქციით, ე.ი. თბური ენერჯის გადაცემით გახურებული ელემენტიდან ნაკლები ტემპერატურის მქონე ელემენტზე. თბოგამომყოფი ელემენტებიდან სითბოს აცილების პირობების გასაუმჯობესებლად გამოიყენება თბოგამტარი სალტები, ლითონის ფუძის მქონე ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტები და ა.შ.

თბოგამტარობის გზით თბომომოცვლის ეფექტურობის გასაძლიერებლად აუცილებელია გადიდდეს თბოგამტარი ზედაპირის ფართობი, შემცირდეს სითბოს გადაცემის გზა, გამოყენებულ იქნეს მაღალი თბოგამტარობის მქონე მასალები.

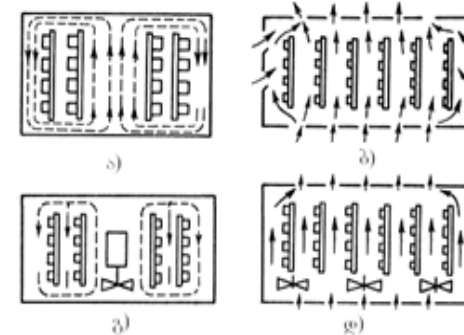


ნახ.7.1. თბოარიზება კონდუქციით: 1- კორპუსის კედელი; 2 - ინტეგრალური სქემა; 3 - თბოარიზებელი; 4 - ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტა

ელექტრონული მოწყობილობებისათვის სითბოს აცილება თბოგამტარობის საშუალებით წარმოადგენს ძირითად მექანიზმს.

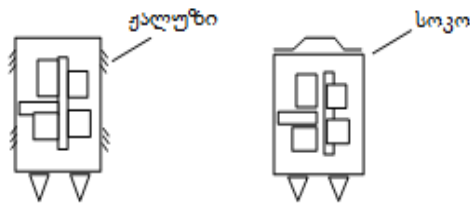
თბოარიზება კონვექციით. ჰაერით ბუნებრივი და იძულებითი გაცივება ყველაზე მარტივი და ხელმისაწვდომია. სითბო რადიოელემენტების გახურებული კორპუსებიდან გარემოში გადადის ბუნებრივი კონვექციის გზით. ჰაერით ბუნებრივი გაცივების ეფექტურობა მით მეტია, რაც მეტია ტემპერატურების სხვაობა კორპუსსა და გარემოს შორის და რაც მეტია კორპუსის ზედაპირის ფართობი.

კონვექციას ეწოდება ბუნებრივი, თუ იგი ხორციელდება ნაკადების თავისუფალი მოძრაობის დროს, ცივ და ცხელ უბნებს შორის სიმკვრივეთა სხვაობის ხარჯზე. კონვექცია იძულებითია, როცა ნაკადის მოძრაობა გამოწვეულია გარეშე ძალის ზემოქმედებით (ნახ.7. 2).



ნახ. 7.2. ჰაერით გაცივება: ა) ბუნებრივი, ჰერმეტიზებულ კორპუსში; ბ) ბუნებრივი, არაჰერმეტიზებულ კორპუსში; გ) იძულებითი, ჰერმეტიზებულ კორპუსში; დ) იძულებითი, არაჰერმეტიზებულ კორპუსში

სავენტილაციო ხვრელების ფორმები, ზომები და კორპუსზე განლაგების წესები რეგლამენტებულია სტანდარტებით (მაგალითად, ГОСТ 16841 - Отверстия вентиляционные приборных корпусов радиоэлектронных и электротехнических изделий. Типы, конструкция и размеры). ისინი შესაძლოა იყოს ჩვეულებრივი ნახვრეტების, ცხაურების, ქალუზების სოკოს და სხვ. სახის (ნახ.7.3).



ნახ.7.3

რაც უფრო მეტია ჩანაცვლებელი ჰაერის მოცულობა, მით უკეთესია თბომომოცვლა. თბომომოცვლის ეფექტურობა დამოკიდებულია ელემენტების განლაგებაზე აპარატურის მოცულობაში. მოდულების (სამონტაჟო ფირფიტების) ვერტიკალური განლაგებისას ჰაერის ნაკადს არაფერი არ ეწინააღმდეგება და ჰაერის გახურებული ფენები სწრაფად ჩანაცვლდება ცივით. სამონტაჟო ფირფიტების ჰორიზონტალური განლაგებისას ჰაერის ფენების მიმოცვლა გაძნელებულია, ამიტომ ელემენტები მეტად ცხელდება. უარეს მდგომარეობაშია კორპუსის ზედა ნაწილში მყოფი ელემენტები, რადგანაც გახურებული ფენების ცივით ჩანაცვლება პრაქტიკულად არ ხდება.

ჰაერით ბუნებრივი გაცივების ხარისხი გამოკიდებულია სიმძლავრეზე, რომელსაც გამოყოფს აპარატურა მუშაობის პროცესში სითბოს სახით, კორპუსის ფორმასა და გაბარიტულ ზომებზე და მისი ზედაპირის ფართობზე. გაცივების გაუმჯობესება შესაძლებელია კორპუსის ზედაპირის ფართობის ხელოვნურად გადიდებით, მაგალითად, სპეციალური ფირფიტების შემოტანით - რადიატორით. თბური რეჟიმის მნიშვნელოვანი გაუმჯობესება მიიღწევა სპეციალური სავენტილაციო ხვრელების შემოტანით აპარატურის კორპუსის სახურავსა და ძირზე. ამ შემთხვევაში ხელსაწყოში გარედან შემოდის ჰაერის ცივი ფენები, რომლებიც აძეგებს თბილ ფენებს სახურავზე არსებული ხვრელებიდან. აუცილებლობის შემთხვევაში ასეთი ხვრელები საჭიროა გავითვალისწინოთ კორპუსის გვერდითა კედლებში ქალუზის სახით. სავენტილაციო ხვრელები

ბის ჯამური ფართობი ხელსაწყოს ძირზე (სახურავზე) უნდა შეადგენდეს 20...30%-ს ჰაერის კონვექციული ნაკადების კვეთისა. შესავალი სავენტილაციო ხვრელები უნდა იყოს განლაგებული რაც შეიძლება დაბლა, რომ ხელი არ შეუშალოს ჰაერის თავისუფალი კონვექციული ნაკადების შემოსვლას ხელსაწყოს შიგნით. დასაყენებელ ზედაპირსა და კორპუსის ქვედა ნაწილს (ძირს) შორის უნდა იყოს 20...30 მმ-იანი ღრეზო. გარსაცმის შიგა მხრიდან სავენტილაციო ხვრელებს ხშირად ხურავენ ლითონის დამცავი ბადით.

ბუნებრივი გაცივება გამოიყენება, როდესაც გასაცივებელი ზედაპირებიდან გამოშვალი თბური ნაკადების სიმკვრივეა 0,05 ვტ/სმ². ამასთან უნდა ვეცადოთ, რომ გამოყოფილი სიმძლავრე თანაბრად იყოს განაწილებული ნაკეთის მთელ მოცულობაზე. მაღალი თბოგამოყოფის მქონე კომპონენტები და კვანძები უნდა განლაგდეს კორპუსის ზედა ნაწილში ან კედლების მახლობლად, გადახურების მიმართ კრიტიკული კომპონენტები ქვედა ნაწილში და დაცული იყოს თბური ევრანებით. ბრჭყვიალა ევრანი ამცირებს სხივურ თბურ ნაკადს დაახლოებით ორჯერ. აპარატურის შიგნით ტემპერატურის გათანაბრების მიზნით თბოდატვირთულ მოდულებს უნდა ჰქონდეს სიშავის მაღალი კოეფიციენტი, გარსაცმების და კარკასების შიგა ზედაპირებს ღებავენ შავი საღებავით ან ლაქით. აპარატურის გაერთმთლიანებისას უნდა ავიცილოთ „სითბოს ხაფანგი“, სადაც არ არსებობს ჰაერის კონვექციული ნაკადი. აუცილებელია აპარატურის დაცვა შვის სხივების პირდაპირი მოხვედრისაგან, როდესაც ხდება ლითონის ზედაპირების ტემპერატურის ამაღლება, კერძოდ, დაფარვის გარეშე ზედაპირის 24 °C -ით; შეღებულის - 13 °C; შავის - 27 °C.

ბლოკის გარსაცმიდან სითბოს აცილება გარემოში ხორციელდება იგივე მექანიზმებით. თუ გარემოს წნევა არ არის ნორმალურზე 0,5-ით დაბალი, ბუნებრივი კონვექციის საშუალებით ბლოკს შესაძლოა ავაცილოთ არა უმცირეს 90% მასში გამოყოფილი თბური სიმძლავრე.

თუ თბოგამოყოფა აღემატება მითითებულ დონეს, საჭიროა მოხდეს იძულებითი გაცივება: ჰაერით ვენტილაცია, სითხით ან აორთქლებით ბლოკის გაცივება. ბლოკებში ელემენტების მჭიდრო განლაგების გამო ხვედრითმა თბოგამოყოფამ შესაძლოა მიაღწიოს 15-20 ვტ/დმ²-ს, რაც აუცილებელს ხდის დამუშავდეს საკონსტრუქტორო გადაწყვეტა, რომელიც უზრუნველყოფს მისაღებ თბურ

რეჟიმს. მაგალითად, თბოგამოყოფი ელემენტები სასურველია განლაგდეს გარსაცმთან ახლოს ან უშუალოდ მის კედლებზე; საკონსტრუქციო მასალების სახით აუცილებელია აირჩეს ისეთი მასალები რომელთაც ახასიათებს მაღალი თბოგამტარობა; გახურებული ზონიდან სითბოს გადატანის შესასუსტებლად იმ მხარეს, რომელიც გარსაცმის ან რადიატორის საწინააღმდეგოდაა, საჭიროა დაბალი თბოგამტარობის მქონე მასალებისაგან დამზადებული თბური ეკრანების გამოყენება.

ჰაერით იძულებით გაცივება. იძულებით გაცივებისას კორპუსის შიგა სიბრტყეებიდან თბოარიზება ხორციელდება ჰაერის მოძრაობის წყალობით, რომელთა მოცულობას და მოძრაობის სიჩქარეს განსაზღვრავს ვენტილატორი. იგი ხშირად გამოიყენება აპარატურაში, რომლის თბოგამოყოფა არა უმეტეს 0,5 ვტ/სმ². ვენტილირება სრულდება სქემებით: ჰაერის მიწოდება ქვემოდან ზემოთ და ზემოდან ქვემოთ. ჰაერის აკრეფა ქვემოდან, სადაც შესაძლოა იყოს მცირე რაოდენობის მტვერი, იწვევს აპარატურის ზედმეტად დამტვერიანებას, გაცივება ზემოდან ქვემოთ - ნაკლებ დამტვერიანებას, მაგრამ საჭიროებს ჰაერის ზედმეტ ხარჯს.

რაც უფრო დაბალია გამაცივებელი ჰაერის ტემპერატურა და მაღალია მისი მოძრაობის სიჩქარე, მით უფრო ეფექტურია ჰაერით იძულებითი გაცივება. ამისათვის, გამოიყენება ვენტილაციის შემომდინარე, გამწოვი და შემომდინარე-გამწოვი სქემები. შემომდინარე-გამწოვში გამოიყენება ორი ვენტილატორი ნაკეთიდან ჰაერის გამოსასვლელზე და შესასვლელზე. ვენტილატორის მუშაობა ვენტილაციის შემომდინარე სქემით ხელსაყრელი ხდება დადაბლებული ტემპერატურის პირობებში, რაც უზრუნველყოფს მაღალ მწარმოებლურობას. ვენტილაციის გამწოვი სქემის რეკომენდება შესაძლებელია აპარატურაში მაღალი აეროდინამიკური წინააღმდეგობით.

ვენტილატორებს აყენებენ ან უშუალოდ ხელსაწყოში, ან სპეციალურ ბლოკებში, რომელთაც აქვთ სამაგრი ხელსაწყოს კორპუსზე, ან დეარის კარკასზე. ბლოკებში ჩვეულებრივ ათავსებენ ვენტილატორებს, მტვრის საწინააღმდეგო ფილტრს, სიგნალიზაციის და ავარიული გამორთვის ელემენტებს.

ვენტილირებულ ბლოკში G (მ³/სთ) ჰაერის საორიენტაციო ხარჯი გამოყოფილი P_გ თბური სიმძლავრისაგან დამოკიდებით შესაძლოა განისაზღვროს ემპირიული ფორმულით $G = 0,47P_{გ}$, რომელიც სამართლიანია დაახლოებით 30°C-ის ტოლი T_გ საშუ-

ალო ტემპერატურისა და არა უმეტეს 10°C გადახურებისათვის. ვენტილატორის ტიპის არჩევა ხდება მწარმოებლურობის შეფასების საფუძველზე და ბლოკის აეროდინამიკური წინააღმდეგობიდან გამომდინარე.

გაცივების სისტემები თხევადი გამაცივებელი აგენტებით გამოიყენება მხოლოდ დიდი საზომ-გამოთვლითი სისტემებისათვის.

გამოსხივებით თბოარიზებისას გამოსხივების ზედაპირის გადახურება გარემოს მიმართ შესაძლოა განისაზღვროს ფორმულით $\Delta T = P_{გ} / \alpha_{გ} S$, სადაც $\alpha_{გ}$ არის გამოსხივარი ზედაპირის სიშავის დაყვანილი ხარისხი, S - გარკვეული ფუნქცია, რომელიც მოცემულია გრაფიკული სახით.

7.3. გაცივების მეთოდის არჩევა

აპარატურის გაცივების მეთოდის არჩევისას ითვალისწინებენ მისი მუშაობის რეჟიმს, კონსტრუქციულ შესრულებას, გაბნეული სიმძლავრის სიდიდეს, გარემოს.

აპარატურის მუშაობის რეჟიმი ხასიათდება ჩართული და გამორთული მდგომარეობების ხანგრძლივობებით და არსებობს ხანგრძლივი, მცირეხნიანი და მცირეხნიანი-განმეორებითი. ხანგრძლივი რეჟიმი დამახასიათებელია სტაციონარული აპარატურისათვის, რომელიც იმყოფება ჩართულ მდგომარეობაში მრავალი საათებისა და დღეების განმავლობაში, მცირეხნიანი - საბორტოსათვის, რომლის უწყვეტი მუშაობის დრო განისაზღვრება რამდენიმე საათით.

ჩართული მდგომარეობის დიდი დროის მქონე რთული აპარატურის დაპროექტებისას, ძირითადად წარმოიქმნება აუცილებლობა - დამუშავდეს იძულებითი გაცივების სისტემა. გადაწყვეტილება *მცირეხნიანი-განმეორებითი* მუშაობის რეჟიმის მქონე აპარატურის გაცივების სისტემის დამუშავების შესახებ მიიღება მხოლოდ აპარატურის მუშაობის რეჟიმის ანალიზის შემდეგ. გადასატანი აპარატურა, იმის გამო, რომ ხასიათდება მცირე გაბნეული სიმძლავრით, იძულებითი გაცივების სისტემით არ აღიჭურვება.

გაცივების სისტემის დამუშავების აუცილებლობის გამოვლენა ხდება აპარატურის თბური ანალიზის მეშვეობით. ამისათვის პირველი დონის ყოველი მოდულისათვის ადგენენ სითბოს გამოყოფი კომპონენტების ჩამონათვალს, აზუსტებენ გაბნეულ სიმძლავრებს და მაქსიმალურ დასაშვებ ტემპერატურებს. ამ მონაცემების საფუძველზე გამოყოფენ გადახურებისადმი კრიტიკულ კომპონენ-

ტებს, რომლებიც უნდა დაყენდეს თბომომიწებლებზე. შემდეგ გამოითვლება მაღალი დონის მოდულების ხვედრითი ზედაპირული და მოცულობითი თბური წაკადები. q_s და q_v თბური წაკადის სიმკვრივის მნიშვნელობების მიხედვით პირველი მიახლოებით ირჩევენ გაცივების სისტემას 40°C დასაშვები გადახურების მიხედვით.

გაცივების სისტემის არჩევა მნიშვნელოვნად ზემოქმედებს ბლოკის კონსტრუქციასა და ზომებზე. ამიტომ დამუშავების დასაწყისშივე აუცილებელია შეფასდეს თბოგამოყოფის შესაძლო დონე ბლოკებში ზედაპირის ერთეულზე და გარსაცმის მოცულობის ერთეულზე (ცხრ.12).

ცხრილი 12

ბლოკის გაცივების მეთოდები ხვედრითი სიმძლავრისაგან დამოკიდებით

გაცივების მეთოდი	თბური წაკადის ზედაპირული სიმკვრივე, q_s , ვტ/სმ ²	თბური წაკადის მოცულობითი სიმკვრივე, q_v , ვტ/დმ ³
1. კონვექციური თბომომოცვლა	0,02	7
2. იძულებითი საჰაერო ვენტლაცია	0,2	15-20
3. სითხით გაცივება	20,0	50-100
4. აორთქლებით გაცივება	200,0	150-200

მე-12 ცხრილში მოყვანილი შეფასებები ახასიათებს გაცივების სხვადასხვა მეთოდების შესაძლებლობებს არა უმეტეს 20°C -ით გადახურების პირობებში და შესაძლოა საორიენტაციო იყოს საზომი მოწყობილობის გაცივების სისტემის არჩევისას.

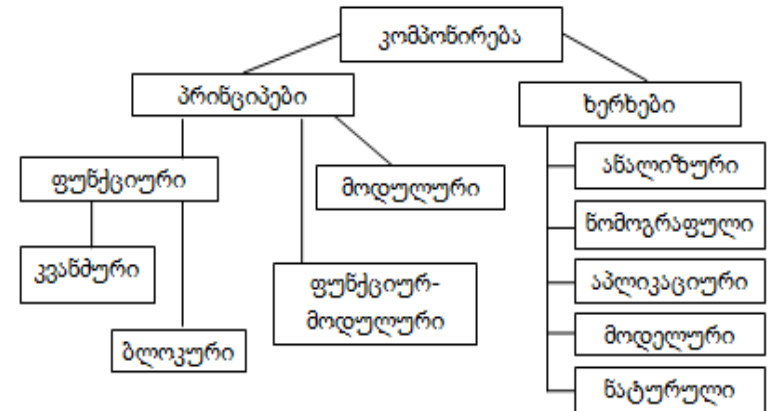
რეალურ პირობებში თბომომოცვლა ხორციელდება ერთდროულად ორი ან სამი ნაირსახეობით, რაც პრობლემურს ხდის ტემპერატურული ველის ზუსტ გამოთვლას. ამიტომ რეალურად გამოთვლა ხდება თბომომოცვლის უფრო ეფექტური სახისათვის, რომელიც მოცემული ბლოკის, ხელსაწყო, სისტემისათვის მიიჩნევა ძირითადად. სტაციონარული აპარატურისათვის ძირითადად გამოიყენება გაცივების შემდეგი მეთოდები: თბოგამტარობით, ჰაერით ბუნებრივი და იძულებითი, აგრეთვე ჰაერით იძულებითი - დამატებითი სითხით გაცივებით მილგაყვანილობის სახით. სქემის პარამეტრების სტაბილურობისადმი ამდლებული მოთხოვნებისას მიმართავენ კვანძებისა და ბლოკების თერმოსტატირებას.

8. საზომი საშუალებების გაერთმთლიანება (კომპონირება). გაერთმთლიანების მეთოდები

გაერთმთლიანება ნიშნავს პრინციპული სქემის შესაბამისი შეერთებების მქონე ელექტრონული აპარატურის ელემენტების განლაგებას სივრცეში ან სიბრტყეზე.

გაერთმთლიანების დროს კონსტრუქტორმა უნდა გაითვალისწინოს: ელემენტური ბაზის შედგენილობა; ექსპლუატაციის მოხერხებულობა; ღონისძიებები გარეშე ზემოქმედებისა და შიგა მადესტაბილიზებული ფაქტორებისაგან დასაცავად; უზრუნველყოს სარემონტოდ ვარგისობა;

არსებობს გაერთმთლიანების რამდენიმე მეთოდი, რომლებიც განსხვავდება ფორმალიზების პრინციპებით და შესრულების ხერხებით (ნახ. 8.1).



ნახ. 8.1

გაერთმთლიანების ფუნქციური პრინციპი ითვალისწინებს აპარატურის ნაწილის გაერთიანებას კონსტრუქციულად ჩამოყალიბებული ერთეულის სახით, რომელსაც შეუძლია კერძო ამოცანის შესრულება, მაგალითად, სიგნალის გარდაქმნა ან ფორმირება. წაკეთის მასშტაბის შესაბამისად მეთოდი შესაძლოა იყოს ფუნქციურ-კვანძური ან ფუნქციურ-ბლოკური.

გაერთმთლიანების მოდულური პრინციპი ითვალისწინებს გაბარიტული და დასაყენებელი ზომების მიხედვით უნიფიცირებული კვანძების შექმნას. აღნიშნული მეთოდი შეიქმნა ელექტროსამონტაჟო სამუშაოების უნიფიკაციისა და საამყოფო სამუშაოების ავტომატიზების მიზნით.

გაერთმთლიანების ფუნქციურ-მოდულური პრინციპის გამოყენება შესაძლებელი გახდა მიკროსექციების და მიკროპროცესორების შექმნის შედეგად, რადგან ისინი კონსტრუქციულად დამთავრებული მოდულებია.

კონსტრუქციის გამსხვილებული მახასიათებლების შესაფასებლად კონსტრუქციების ადრეულ სტადიებზე გამოიყენება ანალიზური, აგრეთვე ნომოგრაფული ხერხები.

ანალიზური გაერთმთლიანებისას ითვლიან თითოეული სახის ელემენტების რაოდენობას და თითოეული ელემენტის საორიენტაციო მოცულობას. შემდეგ, მოცულობის შევსების ოპტიმალური კოეფიციენტის გათვალისწინებით ანგარიშობენ კონსტრუქციის მოცულობას.

ნომოგრაფული გაერთმთლიანების რეალიზება ხდება ნორმატიულ დოკუმენტაციაში მოყვანილი ნომოგრამების საშუალებით, რომლებშიც მოცემულია ელემენტების მოცულობები, ფართობები და გაერთმთლიანების კოეფიციენტები. (ნომოგრამა - გრაფიკი, რომელიც წარმოადგენს ფუნქციური დამოკიდებულების განსაკუთრებულ ასახვას).

ანალიზური და ნომოგრაფული გაერთმთლიანება სრულდება პრინციპული სქემის ელემენტების ჩამონათვალის მიხედვით. ამ მეთოდის ნაკლია, რომ შეუძლებელია სივრცული გაერთმთლიანების მაკეტის მიღება. აღნიშნული მაკეტის მიღება შესაძლებელია აპლიკაციური და მოდეულური გაერთმთლიანების გამოყენებით.

აპლიკაციური გაერთმთლიანებისას სქემის აღწარმოება ხდება ბრტყელი მოდელების გამოყენებით. მას იყენებენ ელექტრული კავშირების ტრასირების მისაღებად. ტრასირება შეიძლება ჩატარდეს ეგმ-ის გამოყენებით. მაგალითად, პროგრამა P-CAD-ის გამოყენებით.

მოდულური გაერთმთლიანება გამოიყენება რთული ფორმის კონსტრუქციის მისაღებად. მოცულობითი კონსტრუქციები, კვანძები მზადდება პენალასტისაგან და აქვთ მარტივი ფორმები (კუბი, ცილინდრი და ა.შ.).

ნატურული გაერთმთლიანებისას საჭიროა მოიძებნოს დეტალების ისეთი ურთიერთგანლაგება, რომლის დროსაც მიიღწევა მეტი თვალსაჩინოება.

ურთიერთგანლაგების დროს თანაბრად უნდა სრულდებოდეს ორი პირობა: უკუკავშირები იყოს მინიმალური და ბლოკის მოცულობა შესაძლებლობის მიხედვით სრულად იყოს გამოყენებული.

მოცულობის შევსების კოეფიციენტი საუკეთესო იქნება, თუ ყველა მსხვილგაბარტიან დეტალს ექნებათ ერთნაირი სიმაღლე, ხოლო სხვა ზომები ჯერადი.

გაერთმთლიანების ძირითადი პარამეტრებია მოცულობა, ფართობი და წონა. ბლოკების, ხელსაწყოების და სისტემების ანალიზის დროს ყველა ელემენტი შეიძლება დავყო სამ ძირითად ჯგუფად: აქტიური (ა), დამხმარე (დ), და კონსტრუქციული (კ). მიკროსექციებით აწყობილი ბლოკისათვის იქნება: ა-მიკროსექციები, დ-ნაბეჭდი სამონტაჟო ფიტფიტები გასართებითურთ, კ- დამცავი გარსაცმი და მისი დეტალები. სისტემებისათვის: ა-სისტემის შედგენილობაში შემავალი სხვადასხვა ხელსაწყოები, დ-შემადრთვებელი კაბელები, ტალღასატარები, ამორტიზატორები, კ-ჩარჩოები, კაბინები და შენობები, რომლებშიც სისტემებია განლაგებული.

ბლოკის გაერთმთლიანების ხარისხის შესაფასებლად სარგებლობენ შემდეგი კოეფიციენტებით:

1. ბლოკის დეტალებით შევსების კოეფიციენტი. გამო-

ითვლება ფორმულით $K_{\Sigma}^V = \frac{\sum_{i=1}^n V_{i228}}{V_{\Sigma}}$, სადაც V_{Σ} და V_{i228} შესაბამისად

ბლოკის და დეტალის მოცულობებია;

2. წონის კოეფიციენტი. გამოითვლება ფორმულით

$K_{\Sigma}^G = \frac{\sum_{i=1}^n G_{i228}}{G_{\Sigma}}$, სადაც G_{Σ} და G_{i228} შესაბამისად ბლოკის და დეტალის

წონებია.

9. კონსტრუქციული იერარქია

9.1. კონსტრუქციების მოდულური პრინციპი

კონსტრუქციების მოდულური პრინციპი საშუალებას იძლევა შემცირდეს დანახარჯები დამუშავებაზე, წარმოების მომზადებაზე და საზომი საშუალების ათვისებაზე, უზრუნველყოფილ იქნეს აპარატურული გადაწყვეტების თავსებადობა და მემკვიდრეობითობა და ამავე დროს ხარისხის გაუმჯობესება, საიმედოობის ამაღლება.

კონსტრუქციების მოდულური პრინციპი გულისხმობს აპარატურის დაპროექტებას კონსტრუქციის შემადგენელი ნაწილების -

მოდულების მაქსიმალური საკონსტრუქტორო და ფუნქციური ურთიერთშენაცვლებადობის საფუძველზე.

მოდული - აპარატურის შემადგენელი ნაწილი, რომელიც კონსტრუქციაში ასრულებს დამოკიდებულ ფუნქციებს, აქვს დასრულებული ფუნქციური და კონსტრუქციული სახე და აღჭურვილია კომუტაციისა და მექანიკური შეერთებების ელემენტებით ნაკეთობაში არსებულ მსგავს მოდულებთან და დაბალი (მომდევნო) დონის მოდულებთან.

მოდულურ პრინციპს საფუძვლად უდევს საზომი მოწყობილობის ელექტრული სქემის დანაწევრება გარკვეული ფუნქციების შემსრულებელ ფუნქციურად დასრულებულ ქვესქემებად (ნაწილებად). აღნიშნული ქვესქემები იყოფა უფრო მარტივ მოდულებად და ა.შ. ვიდრე ნაკეთის ელექტრული სქემა ქრ გადაიქცევა სხვადასხვა სირთულის მოდულების ნაკრებად, სადაც ქვედა დონის მოდული იქნება მიკროსქემა, მისი მომსახურე რადიოელემენტებით.

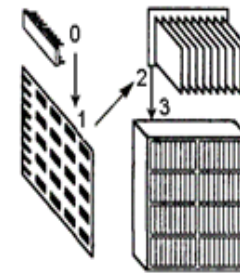
ქვედა დონის მოდულების ურთიერთქმედება და დაყენება იერარქიის მომდევნო დონის მოდულებში ხდება რაიმე კონსტრუქციულ სადგამზე (შზიდ კონსტრუქციაზე) და რეალიზდება ტიპური კონსტრუქციული ერთეულის სახით, რომელთა ურთიერთქმედება და დაყენება ხდება უფრო მაღალი დონის მოდულებში და ა.შ. დასაპროექტებელი ნაკეთის სირთულის შესაბამისად მოდულების რაოდენობა ანუ კონსტრუქციული იერარქიის დონე შესაძლოა იყოს სხვადასხვა.

თანამედროვე ხელსაწყოების კონსტრუქცია არის მოდულების იერარქია, რომლის თითოეულ საფეხურს ეწოდება მოდულურობის დონე. მოდულურობის დონის რაოდენობის არჩევას ხდება მოდულების ტიპიზაცია, მათი სახესხვაობის შემცირება და ისეთი კონსტრუქციების დადგენა, რომლებიც შეძლებენ მრავალი ფუნქციის შესრულებას გარკვეული ფუნქციური დანიშნულების ნაკეთობებში. ერთი მოწყობილობის შიგნით სხვადასხვა კორპუსების მქონე მიკროსქემების გამოყენება არამიზანშეწონილია, საჭირო ხდება მათი თავსებადობის უზრუნველყოფა ელექტრული, საექსპლუატაციო და კონსტრუქციული პარამეტრების მიხედვით.

ინტეგრალური მიკროსქემების გამოყენებისას კონსტრუქციის აწყობის ოპერაციებს იწყებენ გარკვეული ფუნქციების შემსრულებელი სქემების დონეზე. ინტეგრალური მიკროსქემა ამ დროს არის საწყისი უნიფიცირებული კონსტრუქციული ელემენტი.

9.2. კონსტრუქციული იერარქიის დონეები

საზომი მოწყობილობების კონსტრუქციებში შესაძლოა გამოვიყოს ოთხი ძირითადი დონე (ნახ. 9.1):



ნახ. 9.1

- **ნულოვანი დონე.** კონსტრუქციულად განუყოფელი დონე - ინტეგრალური მიკროსქემა მისი მომსახურე რადიოელემენტებით.

- **პირველი დონე.** ამ დონეზე განუყოფელ ელემენტებს აერთიანებენ სქემურ ჯგუფებად, რომელთაც აქვთ უფრო რთული ფუნქციური ნიშნები და წარმოქმნის უჯრედებს, მოდულებს, საცვლელ ტიპურ

ელემენტებს (სტე). ამ კონსტრუქციულ ერთეულებს არა აქვთ წინა პანელი და შეიცავს გარკვეული რაოდენობის მიკროსქემებს. პირველ სტრუქტურულ დონეს განეკუთვნება ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტები და დიდი ჰიბრიდული ინტეგრალური სქემები, რომლებიც მიიღება უკორპუსო მიკროსქემებისა და ნახევრად გამტარიანი ხელსაწყოების კრისტალების ელექტრული და მექანიკური გაერთიანებით საერთო სამონტაჟო ფირფიტაზე.

- **მეორე დონე.** ეს დონე შეიცავს კონსტრუქციულ ერთეულებს - ბლოკებს, რომლებიც გამოიზნულია პირველი დონის ელემენტების მექანიკურად და ელექტრულად გასაერთიანებლად. ბლოკის ძირითადი კონსტრუქციული ელემენტია პანელი გასართებით - პირველი დონის მოდულების მოპასუხე მართებლებით. მოდულებს შორის კომუტაცია ხდება ბლოკის პანელის პერიფერიებზე განლაგებული გასართებით. პირველი დონის მოდულების განლაგება ხდება ერთ ან რამდენიმე რიგად. გარდა მართებლებისა მეორე დონის კონსტრუქციული ერთეულს შესაძლოა გააჩნდეს წინა პანელი და წარმოქმნის მარტივ ფუნქციურ ხელსაწყოს.

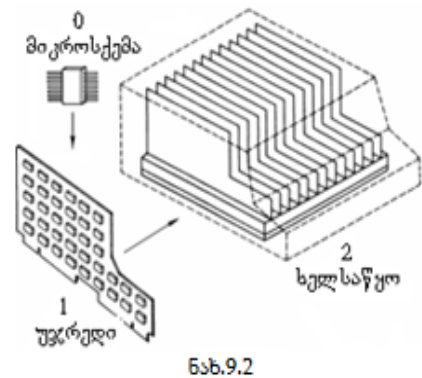
- **მესამე დონე.** აღნიშნული დონე შესაძლოა იყოს რეალიზებული დგარის, შვანის ან მსხვილგაბარითული ხელსაწყო სახით რომლის შიგა მოცულობა შეესებოდა მეორე დონის ერთეულებით - ბლოკებით.

კონსტრუქციული იერარქიის დონეების რაოდენობა დამოკიდებულია აპარატურის კლასსა და მისი დამზადების ტექნოლოგიის დონეზე. მარტივი აპარატურის დამუშავებისას მოდულურობის მაღალი დონეები არ გამოიყენება. რთული სტრუქტურის მრავალ-

პროცესიანი აპარატურა საჭიროებს კონსტრუქციული იერარქიის ოთხ და ზოგჯერ ხუთ დონეს, ვინაიდან მსხვილი სისტემები შესაძლოა განვიხილოთ როგორც მეოთხე დონე, რომელიც შედგება კაბელებით შეერთებული რამდენიმე დეკარისაგან.

კონსტრუქციული მოდულები შესაძლოა შევადაროთ სქემურ მოდულებს, რომელთაც ასევე აქვთ მრავალდონიანი იერარქია და წარმოადგენენ ფუნქციურ კვანძებს, მოწყობილობებს, კომპლექსებს, სისტემებს. აღნიშნული შედარება პირობითია და ეხება აპარატურას, რომელიც რეალიზდება მცირე ინტეგრაციის მიკროსქემებით. დიდი ინტეგრაციის მიკროსქემებში რეალიზდება მთლიანი მოწყობილობები (მაგალითად, გარდამქმნელი, დამახსოვებელი მოწყობილობა) ან მსხვილი ფრაგმენტები, ამავე დროს მარტივი სისტემა კონსტრუქციულად შესაძლოა განთავსდეს ერთ ნაბეჭდ სამონტაჟო ფირფიტაზე.

მცირე ზომის ნაკეთობებისათვის აუცილებელი არ არის მეორე დონის კონსტრუქციული ერთეულის გამოყენება და ხელსაწყოები შესაძლოა დამონტაჟდეს უშუალოდ უჯრედის სახით. 9.2 ნახაზზე ნაჩვენებია მცირე ზომის ხელსაწყო კონსტრუქციული იერარქიის სტრუქტურული დონეები, უჯრედებს მათზე დამონტაჟებული მიკროსქემებით



აყენებენ უშუალოდ საბაზო სამონტაჟო ფირფიტაზე და წარმოიქმნება ბლოკი, რომელიც თავსდება მართვის პულტის მქონე გარსაცმში (სამაგიდო შესრულება).

მაღალი დონის მოდულები საზომი მოწყობილობების დამუშავებლებს მიეწოდებათ საბაზო მზიდი კონსტრუქციების სახით,

რომლებიც წარმოადგენს დეტალს ან დეტალების ერთობლიობას, გამოიზრულს აპარატურის შემადგენელი ნაწილების განთავსებისა და მონტაჟისათვის და გარე ზემოქმედებისას საზომი მოწყობილობის მდგრადობის უზრუნველსაყოფად. საბაზო მზიდი კონსტრუქციის ქვეშ იგულისხმება სტანდარტული მზიდი კონსტრუქცია, რომელიც გამოიყენება გარკვეული დანიშნულების სხვადასხვა საზომი მოწყობილობის შესაქმნელად.

9.3. იერარქიული კონსტრუქციების პრინციპები

კონსტრუქციების გავრცელებული პრინციპებია: მონოსქემური; სქემურ-კვანძური; კასკადურ-კვანძური; ფუნქციურ-კვანძური და მოდულური.

კონსტრუქციების მონოსქემური პრინციპი გულისხმობს, რომ საზომი საშუალების სრული პრინციპული სქემა უნდა განლაგდეს ერთ სამონტაჟო ფირფიტაზე და ამიტომ ერთი ელემენტის წყობიდან გამოსვლა იწვევს მთელი სისტემის მტყუნებას. ამ პრინციპით აგებული აპარატურისათვის გათვალისწინებული უნდა იყოს საიმედოობის ამდლების ზომები (მაგალითად, აპარატურული და ინფორმაციული ნამეტობის შემოტანით). უწყისივრობის აღმოჩენა უნდა ხდებოდეს პროგრამული გზით.

კონსტრუქციები სქემურ-კვანძური პრინციპი გულისხმობს, რომ კონსტრუქციებისას თითოეულ სამონტაჟო ფირფიტაზე განლაგებენ ხელსაწყო სრული პრინციპული სქემის ნაწილს, რომელსაც აქვს მკვეთრად გამოსახული შესასვლელი და გამოსასვლელი მახასიათებლები. ამ პრინციპით ხდება სამაგიდო და საბორტო ხელსაწყოების კონსტრუქცია, სადაც ხელსაწყო სხვადასხვა მოწყობილობები შესრულებულია ერთ ან რამდენიმე სამონტაჟო ფირფიტაზე, ხოლო მათი გაერთიანება ხდება საკომუტაციო ნაბეჭდი ფირფიტის და გამტარი ჩალიჩების საშუალებით.

კონსტრუქციების კასკადურ-კვანძური პრინციპი გულისხმობს, რომ ხელსაწყო პრინციპულ სქემას ყოფენ ცალკეულ კასკადებად, რომელთაც არ შეუძლიათ დამოუკიდებელი ფუნქციების შესრულება. შედარებით რთული და დიდი სტრუქტურის მქონე სისტემები აიგება კასკადურ-კვანძური პრინციპით, ხოლო მარტივი სტრუქტურის მქონე სისტემები - სქემურ-კვანძური პრინციპით.

კონსტრუქციების ფუნქციურ-კვანძური პრინციპი ფართოდ გამოიყენება დიდი სისტემების დამუშავებისას. კონსტრუქციის საბაზო ელემენტებს ამ შემთხვევაში წარმოადგენს *საცვლელი ტიპური ელემენტები* (სტე) (რუს. ТЭЗ-типовой элемент замены). სტე არის მოდული, რომელიც შეძლება შეიცვალოს მომსახურე პერსონალის მიერ ექსპლუატაციის სავსე პირობებში ანუ რაიმე სპეციალური საკონტროლო-საზომი საშუალებების გამოყენების გარეშე. მათი გამოყენებით შესაძლოა აიგოს სხვადასხვა ტექნიკური მახასიათებლების მქონე მრავალი სისტემა.

კონსტრუირების მოდულური პრინციპი გულისხმობს, რომ აპარატურის ძირითადი ფუნქციური კვანძები ურთიერთდაკავშირებულია ერთი არხის მეშვეობით. მოდულ-მიმდებთან კავშირის დასამყარებლად, მოდული-გადაწოდი საჭირო სიგნალს მისამართთან ერთად გადააგზავნის ერთი ან რამდენიმე სალტის გამოყენებით. სიგნალი მიეწოდება არხთან მიერთებულ ყველა მოდულს, მაგრამ ეპასუხება მხოლოდ მოთხოვნილი.

ამ პრინციპის გამოყენებით შესაძლებელია აიგოს პრაქტიკულად განუსაზღვრელი მწარმოებლურობის და სირთულის სისტემა, ამავე დროს შენარჩუნებული იქნება მოქნილობა მისი ორგანიზაციისას, ვინაიდან დამუშავებული გამოყენებს ზუსტად იმდენ მოდულს, რამდენიც მას დასჭირდება. სისტემის დამუშავებული ასევე ადვილად შესძლებს კონსტრუქციის მოდერნიზებას, ცალკეული მოდულების შეცვლით ან დამატებით და ამგვარად საჭირო პარამეტრების მიღებას.

9.4. სტანდარტიზაცია მოდულური კონსტრუირებისას

საზომი საშუალებების დამუშავების და წარმოების დაჩქარება, სერიულობის ამაღლება, ღირებულების შემცირება შესაძლებელია ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტების, ბლოკების, ხელსაწყოთა კორპუსების, დგარების უნიფიკაციით, ნორმალიზაციითა და სტანდარტიზაციით და კონსტრუირების მოდულური პრინციპის გამოყენებით. მოდულებისა და მათი მზიდი კონსტრუქციების სტანდარტიზაციას საფუძვლად უდევს ელექტრონული სისტემებისათვის დამახასიათებელი ტიპური ფუნქციები. კონსტრუირების მოდულური პრინციპის გამოსაყენებლად დამუშავებულია ნორმალები და სახელმწიფო სტანდარტები, რომლებიც ადგენენ ტერმინებს, განსაზღვრებებს, მოდულური სისტემების ტიპურ კონსტრუქციებს.

კონსტრუქციული სისტემა უნდა წარმოადგენდეს მოდულების მრავალდონიან ერთობლიობას ანაკრებთა ოპტიმალური შემადგენლობით, რომლებიც უზრუნველყოფს ფუნქციურ სისრულეს გარკვეული აპარატურის აგებისას. სისტემის ყველა მოდული ურთიერთთავსებადი უნდა იყოს კონსტრუქციული, ელექტრული და საექსპლუატაციო პარამეტრების მიხედვით.

საბაზო პრინციპი. საბაზო ეწოდება კონსტრუირების პრინციპს, რომლის დროსაც კერძო საკონსტრუქტორო გადაწყვეტების რეალიზება ხდება მოდულების სტანდარტული კონსტრუქციების ან

მოდულების კონსტრუქციული სისტემების საფუძველზე, რომელთა გამოყენება ნებადართულია გარკვეული კლასის, დანიშნულების და დაყენების ობიექტების მქონე აპარატურაში. ასეთი კონსტრუქციების დამუშავებისას საჭიროა გათვალისწინებული იყოს თანამედროვე და სამომავლო დამუშავებების თავისებურებები.

საბაზო კონსტრუქცია არ უნდა იყოს კონსტრუქციულად მთლიანად დასრულებული, საჭიროა გათვალისწინებული იყოს მისი გამოყენების შესაძლებლობა მოდიფიცირებული აპარატურული გადაწყვეტების შესაქმნელად. საბაზო კონსტრუქციების იერარქიული აგება არა უმეტეს ოთხი დონის მქონე მოქნილი სტრუქტურით სრულიად საკმარისია ნებისმიერი სირთულის საზომი საშუალების შესაქმნელად.

კონსტრუქციული იერარქიის თითოეული ელემენტი ხასიათდება L სიგრძით, H სიმაღლით და B სიღრმით (სიგანით). სისტემის ამა თუ იმ ტიპის დანიშნულების შესაბამისად მისი კონსტრუქციული ნაწილების გარკვეული ზომების შეფარდება შესაძლოა იყოს სხვადასხვა. თუმცა ეს ფარდობა უნდა ემორჩილებოდეს აპარატურის გარკვეული კლასისათვის განსაზღვრულ წესებსა და კანონზომიერებებს, რომლებიც დადგენილია ტექნიკური რეგლამენტებით.

ელექტრონული აპარატურის ნებისმიერი ტიპის კონსტრუქციულ სისტემებში საბაზო კონსტრუქციის ძირითადი L, H, B, ზომები დგინდება ერთი მოდულის შესაბამისად. $x(L)$, $y(H)$, $z(B)$ კოორდინატების ნებისმიერი მიმართულებით ზომების განვრცობისას აღნიშნული მოდული უდრის 2,5 მმ-ს. მისი დადგენა ხდება სამონტაჟო ფირფიტის საკოორდინატო ბადის ბიჯის, ფირფიტაზე ელემენტების გამომყვანების, მართებულების და წინა პანელის შესაბამისად.

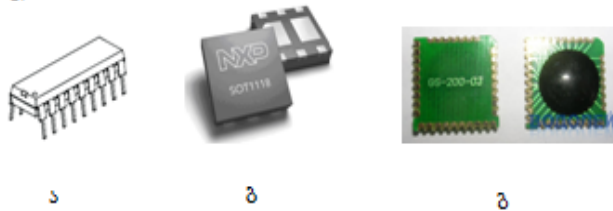
ერთიანი ზომითი მოდული უზრუნველყოფს კონსტრუქციული სისტემის სხვადასხვა ნაკეთობების კომპონირებას (გაერთმთლიანებას) როგორც სივრცეში, მაგალითად, კომპლექტური კორპუსის ან ბლოკის სხვა და სხვა სიბრტყეში, ასევე სიბრტყეზე - ერთ სამონტაჟო ფირფიტაში ნაკეთობის შედარებით. საბაზო კონსტრუქციის ყოველი დონისათვის დადგენილია L, H, B, ზომების რიგები, რომლისგანაც თითოეული დაკავშირებულია სხვა დონეების ზომების რიგებთან, კონსტრუქციული თავსებადობის უზრუნ-

ველსაყოფად, რიგის ყოველი მომდევნო წვერი წარმოიქმნება ნაზრ-
დით მოდულის ადრე მიღებული მნიშვნელობის შესაბამისად.

საბაზო კონსტრუქციების კონკრეტული დაპროექტებისათვის
რიგის თითოეული წვერისაგან ადგენენ ოპტიმალურ ტიპ-ზომებს,
რომელთა შორის გამოყოფენ უპირატესს. ძირითადი საწყისი მოთ-
ხოვნა ტიპ-ზომის არჩევას არის კომპონირების სიმკვრივე, რომე-
ლიც განისაზღვრება აქტიური ელემენტების და იმს-ების კორპუსე-
ბის რაოდენობის ფარდობით ნაკეთის ფართობთან (მოცულობას-
თან). ტიპ-ზომა არის საშუალება ნაკეთისა და სისტემის გამჭოლი
თავსებადობის მისაღწევად. მაგალითად, ნაბეჭდი ფირფიტების
ტიპ-ზომები წარმოიქმნება შესაბამის კორპუსში მათი სტანდარ-
ტული დაყენების გათვალისწინებით, ხოლო კორპუსების ტიპ-
ზომები დგინდება ურთიერთმწინაველებადობის გათვალისწინებით.

ნულოვანი დონის მოდულები. ნულოვან დონეზე განიხილე-
ბა ინტეგრალური მიკროსქემები (იმს).

მიკროსქემის კორპუსები. კონსტრუქციული გაფორმების მი-
ხედვით იმს არსებობს: *კორპუსიანი - გამომყვანებით* (ნახ.9.3 ა),
კორპუსიანი - გამომყვანების გარეშე (ნახ.9.3 ბ) და *უკორპუსო*
(ნახ.9.3 გ).



ნახ. 9.3

იმს-ის კორპუსი ემსახურება მასში მოთავსებული ნახევრად
გამტარი კრისტალების, ფუძემდებების და ელექტრული მაერთებ-
ლების დაცვას გარე ზემოქმედებისაგან. კორპუსები არსებობს მიწა-
ლითონის, ლითონ-კერამიკული, ლითონ-პლასტმასის, მიწის, კერა-
მიკული და პლასტმასის.

კორპუსების ზოგ სახესხვაობაში სახურავი არის ლითონის,
ხოლო ფუძე - მიწის, კერამიკული ან პლასტმასის. ლითონის სახუ-
რავი უზრუნველყოფს ეფექტურ დაცვას ტენისაგან და ამავე დროს
ახდენს სითბოს არინებას კრისტალისაგან, ამცირებს ხელშეშლის
დონეს. პლასტმასისა და კერამიკულ კორპუსებში სახურავს და
ფუძეს აზრადებენ ერთგვაროვანი მასალისაგან. იმს-ს კორპუსზე

კეთდება მარკირება პირობითი აღნიშვნების შესაბამისად და ხდება
გამომყვანების ნომერაცია „გასაღების“ ან ჭდის მიმართ. კორპუსის
ფორმის და გამომყვანების განლაგების შესაბამისად კორპუსები
იყოფა ტიპებად და ქვეტიპებად. გამომყვანებს შორის ბიჯი აირჩევა
რიგიდან 0,635; 1,0; 1,25; 1,7; და 2,5 მმ.

კორპუსის ყველა ტიპს აქვს თავისი დადებითი და უარყო-
ფითი მხარე. პლანარულ გამომყვანებთან კორპუსის დასაყენებლად
და ნაბეჭდ სამონტაჟო ფირფიტაზე დასამონტაჟებლად საჭიროა
თითქმის ორჯერ მეტი ფართობი, ვიდრე იგივე ზომის კორპუსი-
სათვის გამომყვანების ორთოგონალური განლაგებით. პლასტმასის
კორპუსები იაფია, უზრუნველყოფს მექანიკური ზემოქმედებისაგან
კარგ დაცვას, მაგრამ სხვა ტიპის კორპუსებთან შედარებით ნაკლე-
ბად იცავს კლიმატური ზემოქმედებისა და გადახურებისაგან.

ძირითადი ნაკლი კორპუსიანი მიკროსქემებისა და მათზე
აწყობილი მოწყობილობებისა არის დამატებითი საკონსტრუქციო
ელემენტების: კორპუსების, გამომყვანების, მაჰერმეტიზებული ელე-
მენტების და ა.შ. დიდი მოცულობა, რომელთაც არა აქვთ ფუნქცი-
ური დატვირთვა. კორპუსიანი მიკროსქემების გამოყენება იწვევს
სასარგებლო მოცულობის და მოწყობილობის მასის არააღწარმო-
ებლურ დიდ დანახარჯებს, ამცირებს ათობით და ასობით-ჯერ
ელემენტების კომპონირების სიმკვრივეს კრისტალსა და ფუძემდებზე
მათ განლაგებასთან შედარებით.

მიკროანაკრები. კომპონირების ყველაზე მაღალი სიმკვრივე
მიიღება უკორპუსო კომპონენტების გამოყენებით. თუმცა მათი
დაყენება და მონტაჟი ვერ უზრუნველყოფს კომპონირების მაღალ
სიმკვრივეს მონტაჟის დაბალი გადაწყვეტის უნარიანობის გამო.

უკორპუსო აქტიური კომპონენტების ფიქსირება ფუძემდებზე
ხდება წებოთი, ასევე ფუძემდებზე თხელ და სქელაფსკიანი ტექ-
ნოლოგიით სრულდება გამტარები, შესასვლელი და გამოსასვლელი
წრედების საკონტაქტო ბაქნები და აფსკური პასიური კომპონენ-
ტები. მსგავს კონსტრუქციებს უწოდებენ მიკროანაკრებს. მიკროანაკ-
რებები არის ინდივიდუალური გამოყენების უკორპუსო ჰიბრიდულ-
ი მიკროსქემები. უნივერსალური დიდი იმს-ებისაგან განს-
ხვავებით, რომლებიც გამოიყენება სხვადასხვა აპარატურაში, მიკ-
როანაკრებებს ამუშავებენ კონკრეტული აპარატურისათვის, მისი
მიკრომინიატურზაციის მნიშვნელოვანი მაჩვენებლის მისაღებად და
აპარატურის სასარგებლო მოცულობის დანაკარგის შესამცირებლად.

მიკროანაკრების ფუძემდრის მასალად გამოიყენება მიწისა და კერამიკის სხვა და სხვა სახეები. გლუვი ზედაპირების მიღების სიმარტივე და სიიარყე არის მიწების ძირითადი უპირატესობა. თუმცა დაბალი თბოგამტარობა, სიმყიფე, რთული ფორმების მიღების სირთულე ზღუდავს მათ გამოყენებას. კერამიკას გამოარჩევს დიდი მექანიკური სიმტკიცე, უკეთესი თბოგამტარობა, კარგი ქიმიური მედეგობა, მაგრამ მაღალი ღირებულება აქვს და შედარებით უხეში ზედაპირი.

ფუძემდრის მასალეზა: სიტალი (მიწის ფუძეზე), პოლიკორი (კერამიკა ალუმინის ჟანგის ფუძეზე), დრეკადი პოლიამიდური აფსკები. სიტალის ფუძემდრების ზომები არ აღემატება 48x60 მმ-ს, პოლიკორისა - 24x30 მმ-ს. მექანიკური სიმტკიცის და თბომედეგობის ასამაღლებლად დრეკადი აფსკების დაფიქსირება ხშირად ხდება ალუმინის შენადნობის ფირფიტაზე. ასეთი ფუძემდრების მაქსიმალური ზომებია 100x100 მმ, გამტარებს შორის მიწინააღმდეგობა მანძილი - 0,1 მმ, შიგა საკონტაქტო ბაქნების ბიჯი - 0,3...0,5 მმ, გარე - 0,625 მმ.

პირველი დონის მოდულები. პირველი დონის მოდულის კონსტრუქციისას სრულდება შემდეგი სამუშაოები:

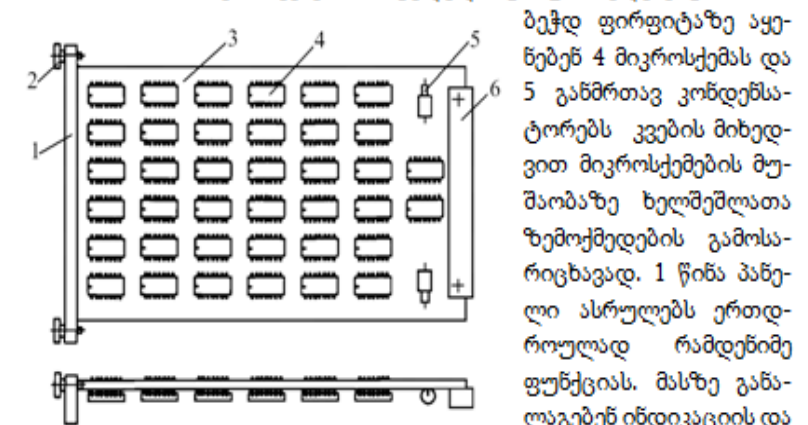
- ფუნქციური სქემების შესწავლა ერთი და იგივე დანიშნულების ქვესისტემების გამოვლენისა და ნაკეთობის ფარგლებში მათი სტრუქტურების უნიფიკაციის მიზნით, რაც გამოიწვევს ქვესქემების მრავალსახეობის შემცირებას;
- მიკროსქემების სერიების, მათი კორპუსების, დისკრეტული რადიოელემენტების შერჩევა;
- ყველა ტიპის მოდულისათვის მიკროსქემების და გამომყვანების მაქსიმალური დასაშვები რაოდენობის არჩევა. საფუძვლად აიღება ყველაზე ხშირად გამოიყენებადი კვანძის გარე კავშირების რაოდენობა კვების წრედებისა და წულოვანი პოტენციალის ჩათვლით და 10% კონტაქტების მარაგი - შესაძლო მოდიფიკაციისათვის;
- ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის ზომების განსაზღვრა. ფირფიტის სიგანე, როგორც წესი, ჯერადა ან ტოლი შემაერთებლის სიგრძისა მეორე დონის მოდულში ფირფიტის დაყენების და დამარების მიზნდრების გათვალისწინებით. მოთხოვნები სწრაფქმედების და ფირფიტაზე დასაყენებელი კომპონენტების რაოდენობის თვალსაზრისით მოქმედებს მის სიგრძეზე;

- საკუთრივ ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის კონსტრუქცია;

- გარე ზემოქმედებისა და გადახურებისაგან მოდულის დაცვის მეთოდების არჩევა.

ფართო გავრცელება პოვა მოდულის სიბრტყულმა კომპონირებამ, როდესაც კომპონენტები განლაგებულია ფირფიტის სიბრტყეზე ერთ ან ორივე მხარეზე. სიბრტყული კომპონირებისათვის დამახასიათებელია კომპონირების მცირე სიმაღლე ფირფიტის სიგრძესა და სიგანესთან შედარებით, სამონტაჟო სამუშაოების შესრულების სიმარტივე, კომპონენტების და მონტაჟის მიწვდომის სიადვილე, გაუმჯობესებული თბური რეჟიმი. რაც განაპირობებს სიბრტყული კომპონირების ძირითად უპირატესობას. თუ მოდულის გარე კომუტაციისათვის გამოიყენება მაერთებელი, მაშინ მსგავს კონსტრუქციას უწოდებენ საცვლელ ტიპურ ელემენტს (სტე).

9.4 ნახაზზე ნაჩვენებია საცვლელი ტიპური ელემენტი. 3 ნა-



ნახ. 9.4. 1-წინა პანელი, 2-ჭანჭიკი, 3-ნაბეჭდი ფირფიტა, 4-მიკროსქემა, 5- განმრთავი კონდენსატორი, 6 - ელექტრული მაერთებელი (გასართი)

გამტარი მონტაჟით ურთიერთქმედებენ ფირფიტასთან. პანელზე არსებულ კუთხვილიან ნახვრეტებში ათავსებენ 2 ჭანჭიკს, რომლითაც სტე მყარად ფიქსირდება მეორე დონის მოდულის შიდა კონსტრუქციაზე, ეწერება მისამართი, რომელიც საშუალებას იძლევა გამოვარჩიოთ სტე მსგავსთაგან, და თავიდან ავიცილოთ არასწორი დაყენება.

პანელს და ელექტრულ მართებელს ამაგრებენ ნაბეჭდ სამონტაჟო ფირფიტაზე ჭანჭიკიანი ან მოქლონური შემართებლით. ფირფიტაზე ხისტი მექანიკური ზემოქმედების პირობებში სტე-ს ამაგრებენ (აყენებენ) ჩარჩოზე, რაც ზრდის კონსტრუქციის სიხისტეს. ბევრი გარეშე წრედების არსებობის შემთხვევაში სტე-ზე აყენებენ რამდენიმე მართებელს, რომლებსაც განალაგებენ ფირფიტის ერთ ან რამდენიმე მხარეზე.

ტრანსპორტირებადი აპარატურის ბლოკების მოდულის ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტები, როგორც წესი, ხისტად მაგრდება მზიდ კონსტრუქციაზე. პირველი დონის მოდულები ერთმანეთთან ურთიერთქმედებენ ნაბეჭდი მონტაჟის ხელსაწყოს მართებლით, მავთულების უშუალოდ მირჩილვით ფირფიტების სამონტაჟო ნახვრეტებთან, გადასასვლელი წვირებისა და ხუნდების გამოყენებით.

მართებლები ურუნველყოფს მოდულების სწრაფ შეცვლას. მართებლის ჩანგალი არის ნაბეჭდი ფირფიტის ნაწილი ნაბეჭდი ლამელებით, მართებლის როზეტი შესაძლოა იყოს ღია და დახურული შესრულების. ღია შესრულების როზეტებში ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის დასაყენებელი ნაჭდევი ღიაა ბოლოებიდან, რაც საშუალებას იძლევა მასში დაყენდეს სხვადასხვა სიგანის ფირფიტები. დახურული ტიპის როზეტები ბოლოებში შემოსაზღვრულია შუბლური ზედაპირებით და გამიზნულია ფიქსირებული სიგანის ფირფიტების დასაყენებლად. მოდულისა და როზეტის ურთიერთ ორიენტაცია ხორციელდება როზეტში არსებული ტიხარის საშუალებით და ჭდით ამ ტიხარისათვის ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის ბოლო ნაწილში. მოდულის ფიქსირება ღია შესრულების როზეტში ხდება როზეტის ზამბარიანი კონტაქტების საშუალებით, დახურული შესრულების როზეტში შესაძლოა იყოს საკეტები მართებლის შუბლურ ზედაპირებზე. მანძილი მეზობელ ნაბეჭდ ლამელებს შორის აირჩევა რიგიდან: 1,25; 2,5; 3,75; და 5 მმ. „ლამელი-როზეტის კონტაქტის“ საკონტაქტო წყვილის მცირე თბური წინაღობა და მაღალი ცვეთამდეგობა მიიღწევა ლამელის სპილენძის ზედაპირების დაფარვით ვერცხლით, პალადიუმით, ოქროთი, რადიუმით. დაფარვის სისქე იცვლება 3-დან 50 მკმ-ის საზღვრებში.

ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის კონსტრუქციისას საჭიროა გადაიჭრას შემდეგი ამოცანები:

- გამტარი და საიზოლაციო მასალების, ფირფიტის ფორმისა და ზომის, კომპონენტების დაყენების მეთოდების არჩევა;

- ნაბეჭდი გამტარების სიგანის, სიგრძის და სისქის, მათ შორის მანძილების, სამონტაჟო და გადასასვლელი ნახვრეტების დიამეტრების, საკონტროლო ბაქნების ზომების არჩევა;

- ნაბეჭდი მონტაჟის ტრასირება.

მეორე და მესამე დონის მოდულების კონსტრუქცია. მეორე და მესამე დონის კონსტრუქციულ იერარქიას განეკუთვნება პანელები, ბლოკი, ქვებლოკი, დგარები, შკაფები. მათ აგრეთვე აკუთვნებენ ტუმბოებს, მაგიდებს, ნაწილობრივ კორპუსებს და სხვ. რომლებიც უნდა უზრუნველყოფდეს:

1. საჭირო მექანიკურ სიმტკიცესა და სიხისტეს;
2. იყვნენ მოსახერხებელი აწყობის, გაწყობის და ექსპლუატაციისას;
3. წყობიდან გამოსული კონსტრუქციული ელემენტების ოპერატიულ შეცვლას;
4. მინიმალურ წონას საჭირო სიმტკიცის პირობებში, კონსტრუქციული ელემენტების საიმედო დამაგრებას;
5. უნიფიცირებული დეტალების მაქსიმალურ გამოყენებას და მათ ურთიერთშენაცვლებადობას.

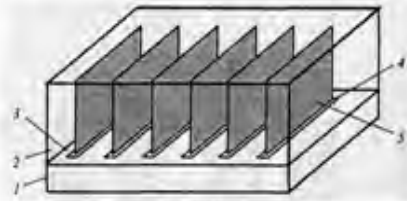
ბლოკების, ქვებლოკების, პანელების, დგარების და სხვ. კონსტრუქციის დამუშავებისას საჭიროა ისეთი კონსტრუქციული მასალისა და დაფარვის გამოყენება, რომელიც შეესაბამება წარდგენილ მოთხოვნებს ექსპლუატაციის პირობების შესაბამისად.

მეორე დონის მოდულებს მიეკუთვნება სხვადასხვა სახის ბლოკები, მათ შორის ერთ ფირფიტაიანი უკარკასო ხელსაწყოები.

ჩამოთვლილი კვების ბლოკის მქონე ერთ ფირფიტაიანი უკარკასო სამაგიდო ხელსაწყო მზიდი კონსტრუქცია არის მისივე ფუძე-სიმტკიცისათვის ფუძის კონსტრუქციის კუთხეებში აყენებენ კრომ-ტიენებს წინა და უკანა პანელების გვერდით (კედლებისა და სახურავების დასაყენებლად). ხელსაწყო ფუძეზე მაგრდება კვების ბლოკი, ხელსაწყო ყველა დამატებითი მოწყობილობა და ელექტრული ხელსაწყო გამართიანებული ნაბეჭდი ფირფიტა (ე.წ. motherboard -ი) მართებლებით სტე-სათვის და ხელსაწყო სქემის სხვა კომპონენტებისათვის.

ბლოკის კონსტრუქციისას, რომელსაც აქვს დიდი რაოდენობით სტე-ები გამოიყენება კონსტრუქციის სტელაჟისებრი, წიგნი-სებრი და ეტაჟერისებრი ვარიანტები.

მაგალითად, განვიხილოთ სტელაჟის ტიპის ბლოკი (ნახ. 9.5). მისი კომპონირება ხდება ერთ ან რამდენიმე რიგად სამონტაჟო პანელის (შასის) პერპენდიკულარულად. ბლოკის ძირითადი კონსტრუქციული ელემენტია



ნახ. 9.5.

1-კარკასი; 2-წინა პანელი; 3-სამონტაჟო პანელი; 4-მერთებელი; 5-სტე

რუქციული ელემენტია 1 კარკასი სამონტაჟო პანელით და 4 მერთებლით. 2 წინა პანელის მიმართ სამონტაჟო პანელს შესაძლოა ეკავოს როგორც განივი, ასევე გრძივი მდგომარეობა.

ბლოკები დამკვეთის გარსაცმით ან სახურავით

წარმოადგენენ დამოუკიდებელ ხელსაწყოს და ასეთი სახით ხდება მისი ექსპლუატაცია. სამაგიდო ხელსაწყოს წინა პანელზე მაგრდება ინდიკაციის ელემენტები, საზომი კვანძები. მართვის ელემენტები და მერთებლები, რომლებიც არ საჭიროებს ხშირ მიწვდომას, აგრეთვე დამცველები, გადააქვთ უკანა პანელზე. ნაკეთის კომპონირებისას საჭიროა თავისუფალი მიწვდომის უზრუნველყოფა საკონტროლო სამონტაჟო პანელების ელექტრულ მერთებლებთან და სტეებთან. თუ სამონტაჟო პანელი ორიენტირებულია ჰორიზონტალურად, მაშინ ხელსაწყოს სახურავი და ძირი უნდა შესრულდეს მოსახსნელი სახის, თუ ვერტიკალურად - წინა და უკანა პანელები უნდა იყოს მოსახსნელი ან გადასახსნელი.

ჰორიზონტალურად განლაგებული სამონტაჟო პანელები ართულებს ბლოკების გაცივებას ბუნებრივი კონვექციით, ამიტომ მათ იყენებენ იმ ტიპის სამაგიდო ხელსაწყოებში, სადაც კომპონირების სიმჭიდროვე დაბალია ან არის ვენტილატორი, როდესაც ბლოკებით ხდება ჩარჩოებისა და დგარების კომპონირება, ბლოკის კონსტრუქციაში არ შეაქვთ გარსაცმები ან სახურავები.

ბლოკების კონსტრუქციული შესრულება სხვადასხვაა, მაგრამ ყველა მათგანს აქვს სამონტაჟო პანელი (შასი), კარკასი, მიმართველები, და უფრო მაღალი დონის მოდულში ფიქსაციის ელემენტები.

სამონტაჟო პანელზე გამოყოფენ ცენტრალურ და პერიფერიულ ზონებს. ცენტრალურ ზონაში განლაგებენ სტე-ის მერთებლების მოპასუხე ნაწილებს და მიმართველებს, პერიფერიულში -

ხუნდებს ან გარე კომუტაციის მერთებლებს, ჩალიჩებს, კვების მანქანას და წულღვანი პოტენციალის მიმყვანებს. სასურველია სტე-ის მოპასუხე მერთებლები დაყენდეს მრავალფენიან ნაბეჭდ ფირფიტაზე.

კონსტრუქციაში მიმართველების შემოტანა საჭიროა სტე-ის სწრაფად მისაერთებლად მერთებლის მოპასუხე ნაწილთან, სტე-ის გასამაგრებლად, დარტყმებისა და ვიბრაციის, სითბოს არინების კონდუქციური გზის შესაქმნელად. მიმართველებში ფირფიტის სამოძრაოდ ფირფიტაზე გათვალისწინებულია 2...3 მმ სიგანის მონტაჟისაგან თავისუფალი ზონა. არსებობს კოლექტიური მიმართველები, გამიზნული ერთდროულად რამდენიმე სტე-ის დასაყენებლად და ინდივიდუალური. მიმართველის კონსტრუქციული ელემენტის სახით გამოიყენება პლასტმასი ან ლითონი. ლითონის მიმართველების თბური წინაღობა ნაკლებია ვიდრე პლასტმასისა და დამოკიდებულია კონკრეტულ კონსტრუქციაზე.

დამაგრებისა და ფიქსაციის ელემენტები უნდა გამოირჩეხავდეს სტე-ის გამოვარდნას დარტყმებისა და ვიბრაციის დროს. გათვალისწინებულია სტე-ის ჯგუფური ან ინდივიდუალური დამაგრება. ინდივიდუალური დამაგრებისათვის გამოიყენება ჭანჭიკები. უმეტეს შემთხვევაში ჯგუფური დამაგრება ხდება მიმჭერი სახურავით, რომელსაც ქვედა მხარეს დაწებებული აქვს ფორვანი შუასადები.

მესამე დონის მოდული კონსტრუქციული იერარქიის მესამე დონის მოდულია დგარი ან შკაფი (ნახ.9. 6), რომელიც გამიზნულია საკომუტაციო ბლოკების ან ჩარჩოების (ბლოკების გაერთიანებული კონსტრუქციების) დასამაგრებლად.



ნახ. 9.6. შკაფი IIII 608060

ნებისმიერი დგარის ფუძე არის კარკასი, რომელიც მზადდება ფოლადის კუთხური პროფილის ან სწორკუთხა ან კვადრატული კვეთის მქონე მილებისაგან.

კარებები და ფარები მჭიდროდ უნდა ეკვროდეს კარკასს ღრეჩოების გარეშე, რომლებშიც ხდება გაცივებული ჰაერის გადინება, ხოლო დგარის შიგნით შედის მტვერი, გარე ელექტრული, მაგნიტური და ელექტრომაგნიტური ველები, უსაფრთხოების ტექნიკის, აგრეთვე დგარის ეკრანირების მოთ-

ხოვნების შესაბამისად, ელექტრული წინაღობა კარკასის დეტალებს, კარებებს და ფარებს შორის უნდა იყოს მინიმალური. ამისათვის კარკასის დეტალები, ფარები, კარებები ელექტრულად უნდა გაერთიანდეს „ჭანჭიკით შეერთებით“ ტიპის საკონტაქტო ფურცლების მქონე ევრანირებული გამტარის წნულით.

ბლოკებს შორის კომპტირება დგარში ხდება დგარის სამონტაჟო პანელზე დამაგრებული ჩალიჩით. იგივე ჩალიჩით მიიყვანება სასიგნალი წრედები გარე კომპუტაციის მერთებლებთან, რომლებიც განლაგდება დგარის გვერდითა ზედაპირზე ან დგარზე.

ტრანსპორტირებადი (საბორტო) აპარატურის და ელექტრული კვების დგარების კონსტრუირებისას ფართოდ გამოიყენება დგარების კომპონირება ჩასადგამი გასართი ბლოკებით. ბლოკების გარე კომპუტაცია ხდება ხელსაწყო ან ხელსაწყო-კაბელის ტიპის მერთებლებით, რომლებიც უზრუნველყოფს ბლოკების სწრაფ ცვლას. ხელსაწყო-კაბელის ტიპის მერთებლის (ნახ.9.7) შემოტანა უზრუნველყოფს აპარატურის ფუნქციონირებას ნაწილობრივ გამოწეულ ან კონტროლის მიზნით დგარიდან დაშორებული ბლოკის შემთხვევაში, თუმცა იწვევს მერთებლების სიგრძის გადიდებას და



ნახ. 9.7. ელექტრომერთებელი CH1 23

შედეგად სწრაფქმედების დადაბლებას. ხელსაწყო ტიპის მერთებლის დაყენება ბლოკზე არ აგრძელებს შეერთებებს, მაგრამ დგარის შემადგენლობაში ბლოკის მუშაობის უნარის შესამოწმებლად საჭირო

ხდება: მისი გამორთვა; ბლოკის დაყენება გარდამავალ მოწყობილობაზე, რომელიც ხელოვნურად წაანაცვლებს მოპასუხე მერთებელს სამონტაჟო პანელისა ბლოკის წინა პანელებისაკენ; აპარატურის ხელახალი ჩართვა და საკუთრივ კონტროლის ჩატარება. მსგავსი ქმედებები ადიდებენ კონტროლის ოპერაციის მოსაზრადებელ დროს, ხოლო გარდამავალი მოწყობილობის შემოტანამ შესაძლოა გამოიწვიოს სიგნალის დამახინჯება.

ხელსაწყო-კაბელის ტიპის მერთებლის გამოყენებისას მერთებლის ხელსაწყო ნაწილს აყენებენ ბლოკის უკანა მხარეს, ბლოკს აყენებენ და აფიქსირებენ დგარში. დგარში არ არის სამონტაჟო პანელი, ხოლო ბლოკების კომპუტაცია ხდება კაბელებით, რომლებიც დამაგრებულია დგარის კილოებში ბლოკის წინა პანელების მოპირდაპირე მხარეს. კაბელის მერთებლების მოპასუხე ნაწილები იდგმება ხელსაწყო ბლოკებში და ფიქსირდება.

ხშირად ერთ და იგივე დგარში განლაგებენ არაგასართ და გასართ შესადგამ ბლოკებს. პირველნი, როგორც წესი, აწარმოებენ ინფორმაციის დამუშავებას, მეორენი ემსახურებიან გაცივებას და ინფორმაციის დამუშავების ბლოკის ელექტრომომარაგებას.

ჩარჩოს კონსტრუქციის მქონე დგარის ტიპის შკაფის კომპონირება ხდება ბლოკებისაგან, რომელთა სიღრმე ბევრად მცირეა კარკასული დგარის სიღრმეზე. ამ შემთხვევაში ბლოკებს აყენებენ შუალედურ კონსტრუქციაში - ჩარჩოში. დგარში ვერტიკალურად განლაგებენ რამდენიმე ჩარჩოს. ჩარჩოების რაოდენობა დამოკიდებულია დგარის და ჩარჩოს სიღრმეზე. ჩარჩოს სიღრმე რამდენადმე მეტია დგარში ჩასაყენებელი ბლოკების სიღრმეზე (ბლოკებს შორის კომპუტაციის გათვალისწინებით). ჩარჩოების გაერთიანება ერთიან კონსტრუქციაში ხდება დგარის კარკასით.

ჩარჩოს დგარში ურთიერთშორის კომპუტაციისათვის სარგებლობენ ბრტყელი, მოცულობითი ან ნაბეჭდი ჩალიჩებით. ამ მიზნით ჩარჩოს საკიდის მხრიდან გვერდით ზედაპირზე ამაგრებენ გარე კომპუტაციის მერთებლებს. იგივე მერთებლები უძრავ ჩარჩოზე შესაძლოა გამოიყენოთ დგარებს შორის კომპუტაციისათვის.

10. ციფრული მიკროსქემები

10.1. მიკროსქემების კორპუსების სტანდარტიზაცია

მიკროსქემები იყოფა ორ ძირითად სახეობად: ანალოგური და ციფრული. ანალოგური მუშაობს ანალოგური სიგნალით, ხოლო ციფრული შესაბამისად ციფრულით.

მიკროსქემაში შესაძლოა „დამალული“ იყოს ციფრული ტექნიკის ელემენტები, მაგალითად, ტრიგერები, მთვლელები, შიფრატორები, დემიფრატორები, მულტიპლექსორები, კომპარატორები, ოპერატიული დამამახსოვრებელი მოწყობილობები, მუდმივი დამამახსოვრებელი მოწყობილობები.

მიკროსქემების გამოჩენამ შესაძლებელი გახადა რადიოტექნიკური ელემენტების ზომების შემცირება და მათი საიმედოობის ამაღლება ათასჯერ და უფრო მეტჯერ. მაღალტექნოლოგიურობის მიღწევაა, რომ ჩვეულებრივად ითვლება ერთ მიკროსქემაში ელექტრონული მოწყობილობების: რადიომიმდების, კალკულატორის, სასმენი აპარატის და სხვ. შეერთება დამატებითი დეტალების მინიმალური რაოდენობით.

მიკროსქემების წარმოების საწყის ეტაპზე თითოეული მეწარმე იმ ფორმის მიკროსქემას უშვებდა როგორც გამოყენებაც მისთვის იყო მისაღები, დროთა განმავლობაში ამას მოჰყვა პრობლემები – ფუნქციების მიხედვით ერთტიპური მიკროსქემების ურთიერთმენაცვლება გართულდა ფორმის, ზომების, გამომყვანების განსხვავებული რაოდენობის და ა.შ. გამო, სწორედ ამ მიზეზებმა განაპირობეს მიკროსქემების კორპუსების სტანდარტიზაციის აუცილებლობა.

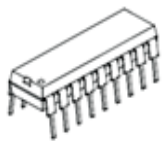
კორპუსების სტანდარტულ ტიპებს ერთმანეთისაგან განასხვავებს შემდეგი ფაქტორები:

- მასალა;
- ფორმა და ზომები;
- რადიატორთან მისამაგრებელი ფირფიტის არსებობა ან არ არსებობა;
- გამომყვანების რაოდენობა და მათი განლაგება;
- გამომყვანის ტიპი (კონტაქტები მირჩილვისათვის, წვირისებრი კონტაქტები, საკონტაქტო ბაქნები, მატრიცული გამომყვანები).

მიკროსქემის კორპუსი – მიკროსქემის კონსტრუქციის ნაწილი, გამიზნული გარე ზემოქმედებისაგან დასაცავად და გამომყვანების მეშვეობით გარე ელექტრულ წრედებთან დასაკავშირებლად.

სხვადასხვა მიკროსქემისაგან ნაკეთობის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის გასამარტივებლად ხდება კორპუსების სტანდარტიზება. სტანდარტული კორპუსების რაოდენობა ასეულობითაა. მიკროსქემების კორპუსების გამსხვილებულ კლასიფიკაციაში შედის: **DIP; SOIC; PLCC; QFP** კორპუსები.

DIP - Dual In-line Package (ნახ.10.1): მიკროსქემის ყველაზე გავრცელებული ტიპი, სამონტაჟო ფირფიტის ნახვრეტებში მონტაჟისათვის (THT). გამომყვანების („ფეხების“) რაოდენობაა: 8; 14; 16; 20; 24; 28; 32; 40; 48 ან 56.

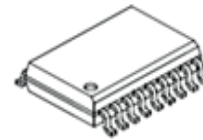


ნახ.10.1

გამომყვანებს შორის მანძილი (ბიჯი) 2,54 მმ ან 2,5 მმ (რუსული სტანდარტი). გამომყვანის სიგანეა დაახლოებით 0,5 მმ. შესაძლოა შესრულებული იყოს პლასტიკისაგან (PDIP) ან კერამიკისაგან (CDIP).

იმისათვის, რომ განისაზღვროს პირველი გამომყვანის მდებარეობა, საჭიროა კორპუსზე „გასაღების“ მოძებნა.

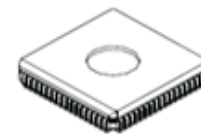
SOIC - Small Outline Integral Circuit (ნახ.10.2): პლანარული მიკროსქემა – გამომყვანების მირჩილვა ხდება სამონტაჟო ფირფიტის იმავე მხრიდან, სადაც კორპუსია განთავსებული (SMT). მიკროსქემის კორპუსის ქვედა მხარე დევს სამონტაჟო ფირფიტაზე. გამომყვანების რაოდენობა და მათი დანომრვა იგივეა რაც DIP კორპუსის.



ნახ.10.2

გამომყვანების ბიჯი 1,27 მმ ან 1,25 (რუსული სტანდარტი). გამომყვანის სიგანეა 0,33...0,51მმ.

PLCC - Plastic J-leaded Chip Carrier (ნახ.10.3): კვადრატული (იშვიათად სწორკუთხა) კორპუსი. გამომყვანები განლაგებულია კორპუსის ოთხივე მხარეს და აქვთ J-სებრი ფორმა (გამომყვანების ბოლოები შეზნექილია კორპუსის ქვედა მხრისკენ). მიკროსქემას არჩილვენ უშუალოდ სამონტაჟო ფირფიტაზე (პლანარულად), ან ამაგრებენ პანელში (უმეტეს შემთხვევაში). გამომყვანების რაოდენობაა: 20; 28; 32; 44; 52; 68; 84.



ნახ.10.3

გამომყვანების ბიჯი 1,27 მმ გამომყვანის სიგანე 0,66...0,82 მმ პირველი ნომერი გამომყვანი მოთავსებულია გასაღებთან, მომდევნო გამომყვანის ათვლა ხდება საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით. არსებობს აგრეთვე CLCC (Cera-mic Leaded Chip Carrier).

QFP (Quad Flat Package): (ნახ.10.4) დაახლოებით 1 მმ სისქის კვადრატული კორპუსი, გამომყვანები განლაგებულია ოთხივე მხარეს. გამომყვანების რაოდენობაა 32-დან 144-მდე, ბიჯი - 0,8 მმ.

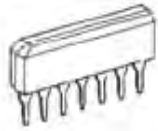





ნახ.10.4

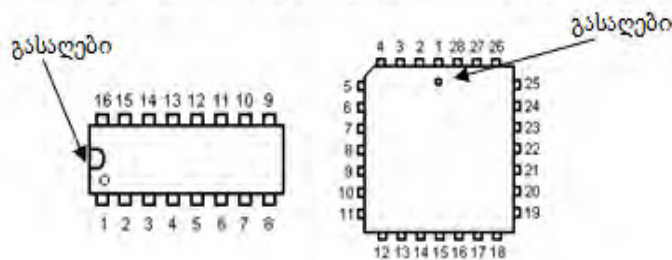
გამომყვანის სიგანეა 0,3...0,45 მმ. გამომყვანების დანომრვა იწყება დაცერებული კუთხიდან (ზედა მარცხენა), საათის საწინააღმდეგო მიმართულებით. არსებობს აგრეთვე **TQFP** (Thin QFP), **LQFP** (Low-profile

QFP) და სხვ.

მომდევნო გვერდზე მოყვანილია მიკროსქემების სხვა რამდენიმე გავრცელებული კორპუსი (ცხრილი 13).

 <p>SIP (Single In-line Package) – ბრტყელი კორპუსი სამონტაჟო ფირფიტის ნახევრეტებში ვერტიკალური მონტაჟისათვის (THT), გამოყენების ერთი რიგით გრძელი მხრის გაყოლებით.</p>	 <p>ZIP (Zigzag-In-line Package) – ბრტყელი კორპუსი სამონტაჟო ფირფიტის ნახევრეტებში ვერტიკალური მონტაჟისათვის (THT), ზიგზაგისებრად განლაგებული წვირისებრი გამოყენებით.</p>
 <p>LCC (Leadless Chip Carrier) არის დაბალპროფილიანი კერამიკის კვადრატული კორპუსი, მის ქვედა ნაწილზე განლაგებული გამოყენებით, გამიზნული ზედაპირული მონტაჟისათვის (SMT).</p>	 <p>SSOP (Shrink small-outline package) (შემცირებული მცირეგაბარიტული კორპუსი) SOP კორპუსის სახესხვაობა, რომელიც გამიზნულია ზედაპირული მონტაჟისათვის (SMT).</p>

იმისათვის რომ განისაზღვროს მიკროსქემის პირველი გამოყენების მდებარეობა, საჭიროა კორპუსზე „გასაღების“ მოძებნა. 10.5 ნახაზზე ნაჩვენებია სხვადასხვა ტიპის გასაღებები.

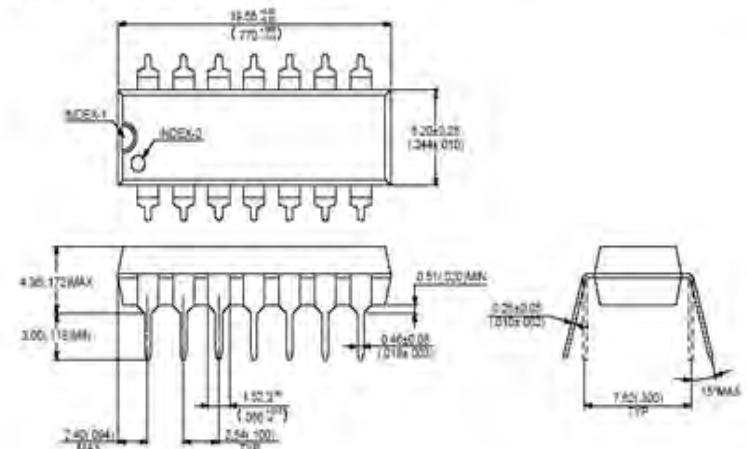


ნახ.10.5

10.2. მიკროსქემის ზომები

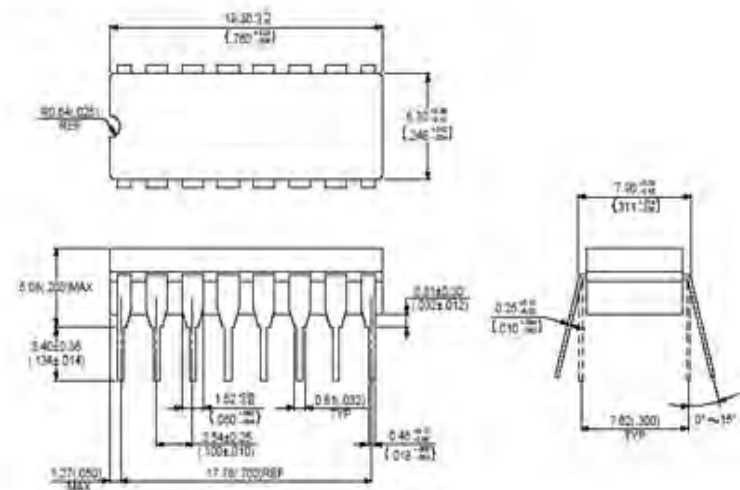
10.6 და 10.7 ნახაზებზე მოცემულია ზოგიერთი DIP მიკროსქემის ძირითადი ზომები

14-pin plastic DIP (DIP-14P-M02)



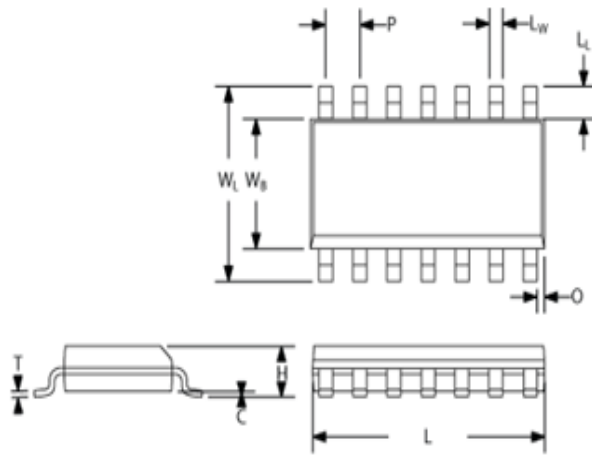
ნახ.10.6. DIP14 (14 გამოყენების, პლასტიკის)

16-pin ceramic DIP (DIP-16C-C01)



ნახ.10.7. CDIP16 (16 გამოყენების, კერამიკული)

10.8 ნახაზზე და მე-14 ცხრილში მოცემულია SOIC მიკროსქემის კორპუსის ზომები. ასეთი კორპუსებს შესაძლოა ჰქონდეთ სხვადასხვა სიგანე.



ნახ.10.8. SOIC მიკროსქემა

ცხრილი 14

ზომები მოცემულია მმ-ში

აღნიშვნა	W _s	W _l	H	C	L	P	L _l	T	L _w	O
SOIC-8	4.0 (3.8)	6.2 (5.8)	1.75	0.25 (0.10)	5.0 (4.8)	1.27	0.41 (1.04)	0.19 (0.25)	0.51 (0.33)	0.33
SOIC-14	3.9	5.8-6.2	1.72	0.10- 0.25	8.55- 8.75	1.27	1.05	0.19- 0.25	0.39- 0.46	0.3- 0.7
SOIC-16	3.9	5.8-6.2	1.72	0.10- 0.25	9.9- 10	1.27	1.05	0.19- 0.25	0.39- 0.46	0.3- 0.7
SOIC-16	7.5	10.00- 10.65	2.65	0.10- 0.30	10.1- 10.5	1.27	1.4	0.23- 0.32	0.38- 0.40	0.4- 0.9

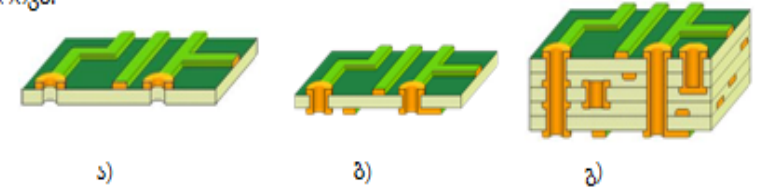
როგორც წესი, DIP და SOIC ტიპის მსგავსი მიკროსქემების გამოყენების ნომერაცია ერთნაირია. ამ ტიპის კორპუსების აღსანიშნავად გარდა SOIC შემოკლების გამოყენებენ ასობებს SO და გამოყენების რაოდენობას. მაგალითად, TTL ლოგიკის მქონე 7400 სერიის 14 გამოყენების მქონე მიკროსქემის კორპუსის აღნიშვნა შესაძლოა იყოს SOIC-14 ან SO-14.

11. ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტა

11.1 ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის სახეები და ზომები

ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტა – კონსტრუქციის ელემენტი, რომელიც შედგება დიელექტრულ ფუძეზე განლაგებული მოლი-თონებული უბნების სახის მქონე ბრტყელი გამტარებისაგან, და უზრუნველყოფს ელექტრული წრედის ელემენტების კავშირს.

განთავსებული ნაბეჭდი გამტარი ფენების რაოდენობის მიხედვით ფირფიტები იყოფა ერთ-ორ- და მრავალფენიანად (ნახ.11.1), ერთფენიანს უწოდებენ აგრეთვე ცალმხრივს, ორფენიანს – ორმხრივს.



ნახ. 11.1. საბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტები: ა) ცალმხრივი-ერთფენიანი ბ) ორმხრივი-ორფენიანი, გ) მრავალფენიანი

ზოგადად სამონტაჟო ფირფიტის ტიპ-ზომის არჩევა ხდება ფუნქციური და ტექნოლოგიური მოთხოვნების გათვალისწინებით: ფუნქციური სახის მოთხოვნები კონსტრუქციული თვალსაზრისით გამოიხატება კომპონირების სიმკვრივით, რომელიც დამოკიდებულია მიკროსქემების კორპუსების ზომებსა და რაოდენობაზე და ელექტრული სქემის აქტიურ და პასიურ კავშირებზე. ტექნოლოგიური სახის მოთხოვნებს განსაზღვრავს ტიპ-ზომების შეზღუდვა წარმოების ტექნოლოგიური შესაძლებლობის და ეფექტურობის, ფოტოლითოგრაფიის გადაწყვეტისუნარიანობის, მექანიკური სიმტკიცის, ავტომატიზებული დაპროექტების სისტემის შესაძლებლობების გათვალისწინებით.

ფირფიტის ზომებისადმი მოთხოვნები რეგლამენტირებულია სტანდარტებით. ევროპული სტანდარტებიდან ძირითადად აღსანიშნავია საერთაშორისო ელექტროტექნიკური კომისიის სტანდარტი IEC 60297-3 და ე.წ. მეტრული სტანდარტი IEC 60917-2-2. არსებობს აგრეთვე რუსული სტანდარტი გოსტ 28601.3. მასში მოცემული სამონტაჟო ფირფიტების ტიპ-ზომები და რადიო ელექტრონული აპარატურის მოდულების კონსტრუქციის სხვა ელემენტები საფუძვლით შეესაბამება IEC 60297-ს.

IEC 297 სტანდარტის მიხედვით ზომის საბაზო ერთეულად მიღებულია დუიმი (1 დუიმი=25,4 მმ). თანაზომადობა საშუალებას

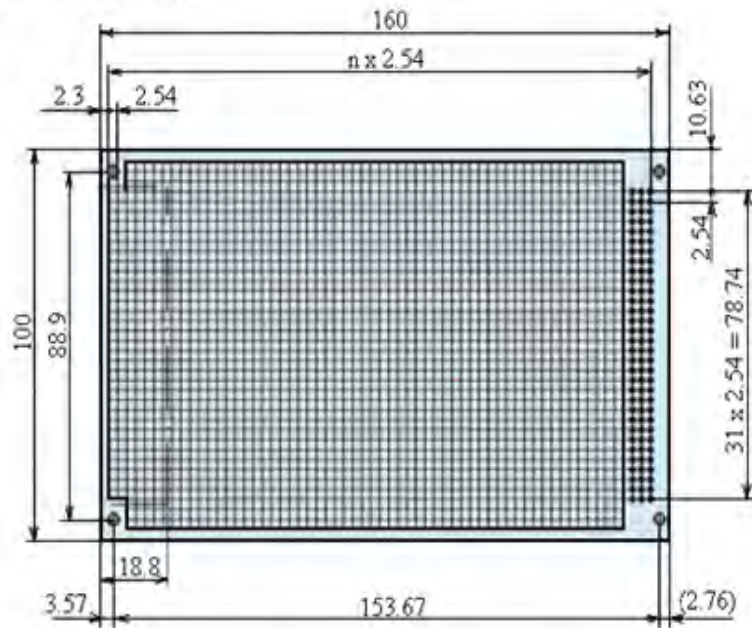
ამოღებს მეტრული ზომის ერთეულების მქონე ქვეყნებს ადვილად ისარგებლონ ამ სტანდარტით.

ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის ჩარჩოს სიმაღლის ერთეულია პირობითი ერთეული U (ინგლ. Unit), გერმანული სტანდარტებით HE (HE — Hoeheneinheit). იუნიტის შესაბამისობა მეტრულ სისტემასთან გამოისახება ტოლობით $HE=U=44,45$ მმ.

ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის საბაზო ზომაა 100x100 მმ. სიმაღლეში ზრდის (მატების) ერთეულია $1,7'' = 44,45$ მმ = U. ეს სიდიდე ჯერადაა ბლოკის წინა პანელის სიმაღლისა, ჯერადადობის ეს მაჩვენებელი შედის სამონტაჟო ფირფიტის აღნიშვნაში.

11.2. ევროპლატა

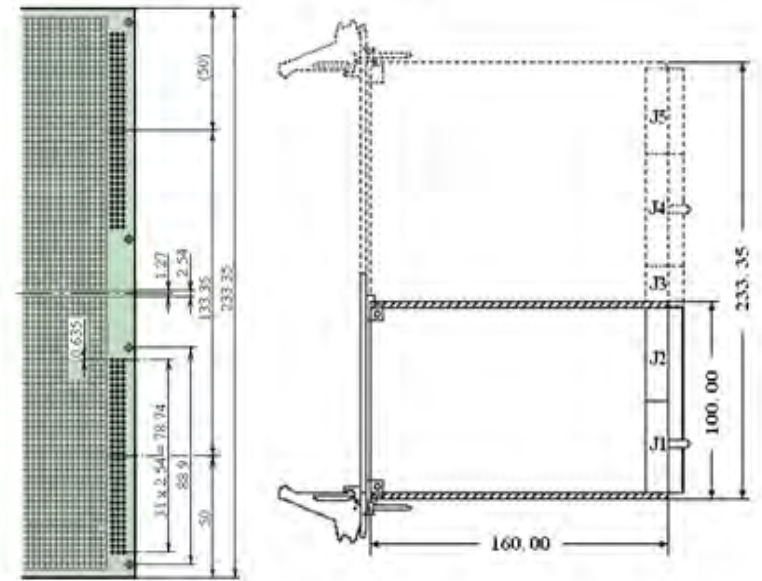
ევროპლატა (Europlatte, Euro board, Eurocard) ელექტრონული მოწყობილობების სხვადასხვა სახის ბლოკებში გამოყენებული შენაცვლებადი ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტა ზომით 100x160 მმ. ინგლისურენოვან ლიტერატურაში მისი აღნიშვნაა 3U, გერმანულში - 3HE. (ნახ.11.2).



ნახ.11.2. ევროპლატა 3U/3HE

სამონტაჟო ფირფიტის სიმაღლე - 100 მმ რჩება მუდმივი, ხოლო სიგანე შესაძლოა იცვლებოდეს 60 მმ-იანი ბიჯით.

ნაბეჭდ სამონტაჟო ფირფიტას ზომით 233x160 მმ ეწოდება ორმაგი ევროპლატა. ინგლისურენოვან ლიტერატურაში მისი აღნიშვნაა 6U, გერმანულში - 6HE (ნახ.11.3)



ნახ. 11.3. ორმაგი ევროპლატა 6U/6HE : ა) ფირფიტის ფრაგმენტი; ბ) კონსტრუქციული სქემა ფიქსატორით

სტანდარტიზაცია ევროპლატებით შევსებული ერთნაირი კარკასების გამოყენების საშუალებას იძლევა, მაგალითად, ვიდეო-თვალთვალის მოდულური სისტემების აგება ხდება კარკასის ბაზაზე, რომელშიც ინსტალირდება ევროპლატა.

ევროპლატა არის ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის მსოფლიო სტანდარტი, რომელიც დღეისათვის ფართოდ გამოიყენება რადიო-ელექტრონიკაში სხვადასხვა სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო მოწყობილობების აწყობისას.

როგორც უკვე ითქვა, თანამედროვე ევროპლატა ორი ტიპ-ზომისაა 100x160 მმ, და 233x160 მმ, თუმცა ზოგ შემთხვევაში გამოიყენება არასტანდარტული ზომის ევროპლატები. გავრცელებული ზომებია 100x100 მმ, 100x220 მმ და 100x280 მმ. არასტანდარტული

ვეროპლატების დამზადება ხდება შეკვეთით და ნაკლებად გამოიყენება, ვინაიდან მათი ინსტოლირება უკავშირდება დამატებით ხარჯებს ინდივიდუალური ჭანაზების მიხედვით სპეციალური სამაგრი ჩარჩოების და დგარების დამზადებასთან დაკავშირებით.

სამონტაჟო ფირფიტის ზომები IEC 297-3-ის მიხედვით მოცემულია მე-15 ცხრილში.

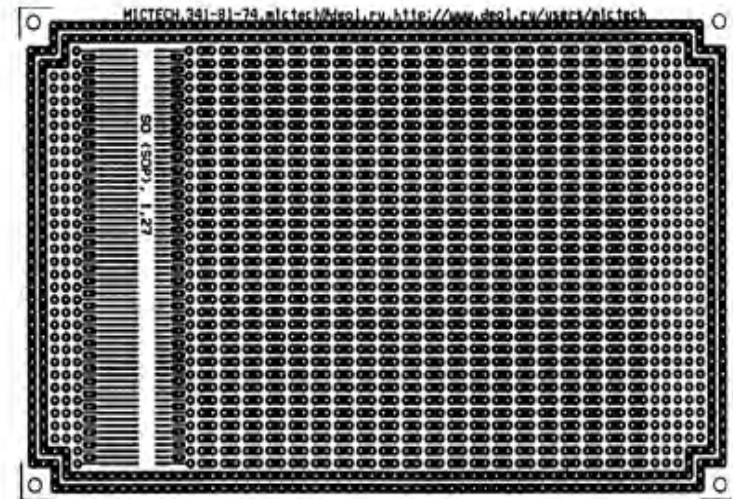
ცხრილი 15

სამონტაჟო ფირფიტის ზომები IEC 60297-3-ის მიხედვით		
აღნიშვნა	სიმაღლე (მმ)	სიგანე (მმ)
3U	100	100
		160
		220
		280
4U	144,45	100
		160
		220
		280
5U	188,90	100
		160
		220
		280
6U	233,35	100
		160
		220
		280

11.3. სამაკეტო ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტა

ცალმხრივი სამაკეტო ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტა (ნახ. 11.4) ზომით 100x160 მმ (ვეროპლატა) გამოიზრუნულია DIP კომპონენტების მონტაჟისათვის (წკირი), ნახვრეტების ბოჯია 2,54 მმ. ნახვრეტის დიამეტრია 0,9 მმ. გარდა DIP კომპონენტებისათვის გამოიზრუნული ნახვრეტებისა ფირფიტაზე არის ჩასასმელი ადგილები SO (SOP) კორპუსებისათვის, ბოჯით 1,27 მმ (ოთხი 32 გამოყენების ან ბევრი პატარა კორპუსისათვის). ფირფიტის პერიმეტრის გასწვრივ განლაგებულია ორი სალტე. ფირფიტის კუთხეებში განლაგებულია ოთხი

სამაგრი ნახვრეტი დიამეტრით 3,1 მმ. ფირფიტის მასალაა მინა-ტექსტოლიტი, რომლის სისქეა 1.0 მმ.



ნახ.11.4

სამონტაჟო ფირფიტა შესაძლოა მოთავსდეს კორპუსში, 11.5



ნახ. 11.5

ნახაზზე ნაჩვენებია კორპუსი ვეროპლატისათვის (100x160 მმ). იგი შედგება ზედა და ქვედა ნახვრეტებისაგან, რომლებიც მაგრდება ჭანჭიკებით. დამზადებულია შავი ფერის პლასტმასისაგან. კორპუსის ზომებია 186x123x41 მმ.

11.4. ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის მასალები

ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის მასალის შერჩევისას უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ფირფიტები არსებობს ძირითადად შემდეგი სახის:

- გამტარი მასალის ფენების რაოდენობის მიხედვით - ცალმხრივი, ორმხრივი, მრავალფენიანი;
- მოქნილობის მიხედვით - ხისტი, მოქნილი;
- მონტაჟის ტექნოლოგიის მიხედვით - ნახვრეტებში მონტაჟისათვის და ზედაპირული (პლანარული) მონტაჟისათვის გამოიზრუნული.

სამონტაჟო ფირფიტის ფუძედ გამოიყენება დიელექტრული მასალა, როგორცაა, მაგალითად: *ტექსტოლიტი*; *მინატექსტოლიტი*, *გეტინაქსი*. ასევე შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს დიელექტრიკით დაფარული ლითონის ფუძე (მაგალითად, ანოდირებული ალუმინი), ხოლო სპილენძის კილიტისაგან დამზადებული გამტარი ნახატის განთავსება ხდება დიელექტრიკზე. მსგავსი ფირფიტები გამოიყენება ძალოვან ელექტრონიკაში, ელექტრონული კომპონენტებისაგან ეფექტური თბოარიზების მიზნით. ასეთი ფირფიტის ლითონის ფუძე უნდა მიმაგრდეს რადიატორზე.

მრავალფენიანი სამონტაჟო ფირფიტისათვის გამოიყენება პრეპრეგი („შემართებული ფენა“).

განვიხილოთ ზოგიერთი კონკრეტული სახის საბაზო მასალა:

1) მასალა FR-4. მასალათა ერთობლიობაა NEMA (National Electrical Manufacturers Association, USA, შეიქმნა 1926 წელს)-ს კლასიფიკაციის მიხედვით საერთო დასახელებით FR-4. ესაა ფოლგირებული (კილიტების სახით) მინატექსტოლიტი სისქით 1,6 მმ, რომლის ცალი ან ორივე მხრის ზედაპირი არის 35 მკმ სისქის მქონე სპილენძის კილიტა, 1,6 მმ სისქის სტანდარტული FR-4 შედგება მინატექსტოლიტის რვა ფენისაგან (პრეპრეგებისაგან). ცენტრალურ ფენაზე განთავსებულია მეწარმის ლოგოტიპი, ხოლო ფერი აღნიშნავს მოცემული მასალის წვადობის კლასს (წითელი-UL94-VO, მწვანე - UL94-HB). შეგახსენებთ, UL 94 არის პლასტმასების აალებადობის სტანდარტი, რომლის შესაბამისად VO აღნიშნავს, რომ წვა შეწყდება 10 წამში, HB აღნიშნავს ნელ წვას.

ძირითადად FR-4 არის გამჭვირვალე ან მქრქალი ყვითელი ფერის, ხოლო სტანდარტულ მწვანე ფერს განაპირობებს მისარჩილი ნილაბი, რომლითაც ფარავენ უკვე დამთავრებულ სამონტაჟო ფირფიტას.

FR-4 არის ყველაზე გავრცელებული მასალა ორმხრივი და მრავალფენიანი, აგრეთვე მექანიკური სიმტკიცისადმი გადიდებული მოთხოვნების მქონე ცალმხრივი ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის დასამზადებლად.

ნაბეჭდი ფირფიტების ტიპური კონსტრუქციები ემყარება FR-4 ტიპის სტანდარტული მინატექსტოლიტის გამოყენებას, რომლის მუშა ტემპერატურაა მიწუს 50 °C -დან +110°C -მდე, Tg შეწებების ტემპერატურა - დახლოებით 135 °C.

თერმომედეგობისადმი ამაღლებული მოთხოვნების შემთხვევაში ან ფირფიტების ღუმელში ტყვიის გარეშე ტექნოლოგიით (ტემპერატურა 260°C-მდე) მონტაჟის დროს გამოიყენება მაღალტემპერატურული FR4 High Tg ან FR5.

2) მასალა T111. კერამიკის საფუძველზე თბოგამტარი პოლიმერისაგან დამზადებული მასალა ალუმინის ფუძით, რომელიც გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც ვარაუდობენ მნიშვნელოვანი თბოენერჯის გამოყოფი კომპონენტების გამოყენებას (მაგალითად, ზემკავთი შუქდიოდების, ლაზერული გამომსხივრების და ა.შ.).

3) მასალა XPC. მასალათა ერთობლიობა NEMA-ს კლასიფიკაციის მიხედვით საერთო დასახელებით XPC ითვლება ერთ-ერთ იაფფასიან მასალად ცალმხრივი ნაბეჭდი ფირფიტების საწარმოებლად. სტანდარტული XPC არის ქაღალდსა და ფენოლ-ალდეჰიდურ პოლიმერზე დაფუძნებულ კომპოზიტურ მასალა. ჩვეულებრივ, მას აქვს ღია ყავისფერი შეფერილობა. ვინაიდან ეს მასალა ეფუძნება ქაღალდს, შეუძლებელი ხდება გამჭოლი ნახვრეტების მოლითონება, შესაბამისად იგი გამოიყენება ცალმხრივი ნაბეჭდი ფირფიტების დასამზადებლად. XPC აკმაყოფილებს წვადობის UL94-HB კლასს, ამიტომ არ გამოიყენება ამაღლებული ხანძარუსაფრთხოების მოთხოვნის შემთხვევაში.

4) მასალა CEM-1. მასალები, რომლებიც NEMA-ს კლასიფიკაციის მიხედვით სპეციფიცირდებიან CEM-1-ით, ითვლება ცალმხრივი ნაბეჭდი ფირფიტების საწარმოებლად ყველაზე გავრცელებულ მასალად. სტანდარტული CEM-1 წარმოადგენს კომპოზიტურ მასალას ცელულოზის ფუძეზე, რომელსაც ზედაპირზე აქვს მინატექსტოლიტის (FR-4) ერთი ფენა. ჩვეულებრივ, CEM-1-ს აქვს რძისფერი თეთრი ფერი. ამ მასალის თავისებურებაა, რომ შეუძლებელია გამჭოლი ნახვრეტების მოლითონება, შესაბამისად იგი გამოიყენება მხოლოდ ცალმხრივი ნაბეჭდი ფირფიტების დასამზადებლად. სტანდარტული CEM-1 აკმაყოფილებს წვადობის UL94-VO კლასს, ისევე როგორც FR-4.

5) მასალა CEM-3. მასალები, რომლებიც NEMA-ს კლასიფიკაციის მიხედვით სპეციფიცირდება CEM-3-ით, ისევე როგორც FR-4, ითვლება საბაზო მასალად ორმხრივი და მრავალფენიანი ნაბეჭდი ფირფიტების საწარმოებლად. განსხვავებას CEM-3 და FR-4 -ს შორის განაპირობებს მხოლოდ სხვა ტიპის მინაქსოვილის გამოყენება.

11.5. მოქნილი ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის მასალა

მოქნილი ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის დასაშვადებული ძირითადი მასალებია:

1. **პოლიმიდური აფსკი**, რომლის დადებითი თვისებებია: მოქნილობა ყველა დასაშვებ ტემპერატურაზე; კარგი ელექტრული მახასიათებლები; ქიმიური მედეგობა; გაგლეჯისადმი მედეგობა; ქიმიური ამოჭმის შესაძლებლობა; მუშა ტემპერატურა მინუს 200°C-დან +300 °C-მდე. უარყოფითი თვისებებია: მაღალი წყლის მშთანთქმელობა (3% წონის მიხედვით); შედარებით მაღალი ფასი; მაღალტემპერატურული თვისებების შეზღუდვა ადჰეზივების მიერ.

2. **ლაგსანის აფსკი**, რომლის დადებითი თვისებებია: დაბალტემპერატურული თერმობლასტიკა (ადვილად ფორმირდება); სიანფე; დრეკადობა; ქიმიურად მდგრადობა; წყლის დაბალი მშთანთქმელობა; დაბალანსებული ელექტრული მახასიათებლები; მუშა ტემპერატურის დიაპაზონია მინუს 60 °C-დან +105 °C-მდე. უარყოფითი თვისებებია: მირჩილვის თვალსაზრისით შეზღუდვები (აქვს დაბალი ღლობის წერტილი); შეუძლებელია მალიან დაბალი ტემპერატურის პირობებში მისი გამოყენება (ხდება მყიფე); არასაკმარისი სტაბილურობა ზომების თვალსაზრისით (საჭიროებს თერმოსტაბილიზაციას).

11.6. ადჰეზივები

ადჰეზივები გამოიყენება სპილენძის კილიტის საბაზო აფსკთან შესაერთებლად, ხოლო ნაწილობრივ პოლიმერიზებული სახით ერთფენიანი და ორფენიანი ნაბეჭდი ფირფიტების დამცავი ფენების შესაქმნელად. აგრეთვე მათი საშუალებით აერთებენ ფენებს მრავალფენიან და მოქნილ-ხისტ კონსტრუქციებში.

ადჰეზივების როლი განმსაზღვრელი და კრიტიკულია საბოლოო პროდუქტის თვისებებისათვის.

პოპულარულია აკრილის ადჰეზივი, მას იყენებენ პოლიიმიდისათვის (ამოჭმა ხდება ფუძე გარემოში, აქვს გაფართოების მაღალი კოეფიციენტი). ადჰეზივის სახით გამოიყენებული ეპოქსიდი და მოდიფიცირებული ეპოქსიდი მალიან მყიფეა. არსებობს აგრეთვე პოლიამიდური ადჰეზივი, რომელიც საჭიროებს დამუშავების მაღალ ტემპერატურას.

12. კორპუსები საკონტროლო-საზომი ხელსაწყოებისა და ავტომატიკისათვის

12.1. CompacPRO-ს სამაგიდო კორპუსები

მოთხოვნები ელექტრონული მოწყობილობების კორპუსებისადმი მუდმივად იცვლება. საჭირო ხდება კომპონენტებისა და აქსესუარების (კუთვნებების) ფართო ასორტიმენტით მოქნილი შესაძლებლობების კომპლექტაციის მიღება. დიდი მნიშვნელობა ენიჭება დიზაინს. ხშირად აუცილებელი პირობაა ოპტიმალური ელექტრომაგნიტური თავსებადობა და მაღალი მაცვრანირებელი თვისებების მქონე დაცვა.

ძირითადად ძნელი არ არის ისეთი კორპუსის მოძებნა, რომელიც დააკმაყოფილებს ამ მოთხოვნებს. სამომხმარებლო ბაზარზე ბევრია სხვადასხვა ფორმის კორპუსები, რომლებიც კლიენტის ამა თუ იმ ამოცანის შესაფერისია. მაგრამ, როდესაც მოთხოვნები ან სისტემა იცვლება, საჭირო ხდება კორპუსის შეცვლა. ძველი და ახალი კორპუსების არათავსებადობა იწვევს მომხმარებლის ფინანსებისა და დროის ზედმეტ დანახარჯებს. საჭიროა მომხმარებლისათვის ისეთი კორპუსის შეთავაზება, რომელიც შეესაბამება მაღალ ტექნოლოგიურ სტანდარტს და სხვადასხვა სისტემებისადმი ადაპტირებულობისა და მოქნილობის მოთხოვნებს. შესაბამისად, ფირმები ქმნიან კორპუსების პლატფორმების თავიანთ პროგრამებს.

მაგალითად, კომპანიაში "Schroff" (გერმანია) შეიქმნა პლატფორმა კორპუსების სამი ტიპისაგან:

1. CompacPRO - გადასატანი ეკონომიური კორპუსი;
2. PropacPRO - უნივერსალური პორტატული კორპუსი;
3. RatiopacPRO - უნივერსალური მაღალტექნოლოგიური კორპუსი.

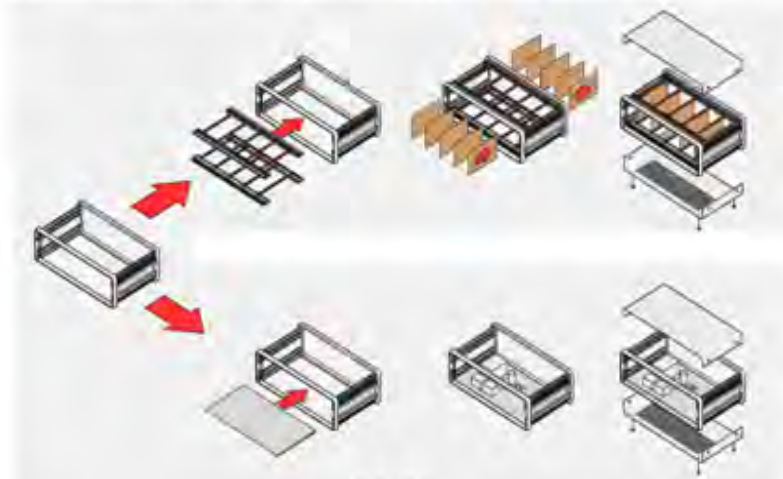
აღნიშნული კორპუსების კომპლექტაცია ხდება მსგავსი კომპონენტებით. მათი აღჭურვა შესაძლებელია როგორც 19 დუიმიანი (482,6 მმ), ასევე არასტანდარტული კომპონენტებითა და მოდულებით. იგი საშუალებას აძლევს აპარატურული უზრუნველყოფის დამუშავებლებს სწრაფად და ეკონომიურად შეიმუშაონ გადაწყვეტები კლიენტის ინდივიდუალური შეკვეთის შესაბამისად. მათი გამოყენებით შესაძლოა საკონტროლო-საზომი ხელსაწყოებისა და

ავტომატიკისათვის წებისმიერი სისტემის შექმნა, როგორც ეკონომიურის, ასევე ძვირადღირებულის.

CompacPRO-ს სამაგიდო კორპუსები (ნახ.12.1) შექმნილია შემდეგი სტანდარტების შესაბამისად:

- შიგა ზომები IEC 60297-3-101 ;
- დაცვის ხარისხი IEC 60529 (ძირითადად IP20);
- დაცვის დამიწების შეერთებები: DIN EN 50178 / VDE 0160;

DIN EN 60950 / VDE 0805; DIN EN 61010-1 / VDE 0411.



ნახ.12.1

12.1 ნახაზში გასარკვევად გავეცნოთ შემდეგ ტერმინებს:

კონსტრუქციი - ცალკეული ელემენტების ერთობლიობა, რომელიც ქმნის ერთიან მექანიკურ კონსტრუქციას, ექვემდებარება ცვლილებას და დამატებას ცალკეული კონსტრუქციული ელემენტების დამუშავების გარეშე.

კონსტრუქციი შეიცავს მოთხოვნების ნაკრებს ობიექტების მექანიკური შესრულებისადმი. ობიექტის შესრულება რომელიმე კონსტრუქციის სახით სტანდარტულ სამაგრებში მისი დაყენების საშუალებას იძლევა. კონსტრუქციი ითვალისწინებს ელემენტების სპეციფიკაციას და პროექტის დაწვრილებით აღწერას.

მოდული - თითოეული ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტა.

კასეტა - კონსტრუქციულად დასრულებული ელემენტი, რომელიც შედგება დამცავი გარსისაგან და მასში მოთავსებული ერთი ან რამდენიმე ნაბეჭდი ფირფიტისაგან.

კრეიტი - მოდულების ან კასეტების დასაყენებელი კონსტრუქცია. მარჯვენა და მარცხენა მხარეს დგარში ჩამაგრების მიზნით კრეიტს მიმაგრებული აქვს მილტუჩები სტანდარტული ნახვრეტებით.

წინა პანელი - ლითონის ან პლასტმასისაგან დამზადებული სწორკუთხა პანელი. იგი აქვს მოდულს და მასზე შესაძლოა იყოს: გასართები (მოწყობილობის მისაერთებლად), მართვის ან ინდიკაციის ელემენტები. კუთხეებში აქვს ნახვრეტები - კრეიტზე მისამაგრებლად. წინა პანელის ზომას განაპირობებს მოდულის ზომა.

კრეიტის კონსტრუქცია საშუალებას იძლევა მოცემულ კონსტრუქციულ შემრულებულ მოდულებზე დაყენდეს ისე, რომ მათი წინა პანელები იყოს შეპირაპირებული და ქმნიდნენ კრეიტის მთლიან წინა პანელს. იმ პოზიციებს, რომელზეც არ არის დაყენებული მოდული, ფარავენ სახშობით.

მოდულები კრეიტში იდგმება ვერტიკალურად. მოდულის ზედა და ქვედა ნაწილებზე არის ე.წ. **პროფილი** - მყარი ფიგურული ელემენტი, რომელიც გამიზნულია მოდულის დასამაგრებლად.

კრეიტზე არის მოდულის პროფილის შესაბამისი **მიმმართველები** - პლასტმასის ან ლითონის ღარები, რომლებიც მიმაგრებულია კრეიტზე და ემსახურება ნაბეჭდი ფირფიტის ან კასეტის კრეიტში ფიქსაციას. პროფილისა და მიმმართველის სისტემის გამოყენება უზრუნველყოფს მიერთებული მოდულის ზუსტ პოზიციონირებას. კრეიტის უკანა კედელზე მოთავსებულია მოდულის მიერთების გასართი, ხოლო მოდულის უკანა მხარეს მოპასუხე გასართი. მოდულის დაყენებისას გასართები ერთდება. გამოიყენება DIN 41612 ან CHII-59 ტიპის გასართები.

სტანდარტი ითვალისწინებს **დამატებითი ელემენტების** გამოყენებას, რომლებიც ხელს არ უშლის ფუნქციონირებას (კრეიტის სახურავი, სახელური კრეიტის ტრანსპორტირებისათვის, სამაგრი ელემენტები, საკეტელა და სხვ.).

აღნიშნულ სტანდარტში გამოყენებულია შემდეგი ზომის ერთეულები: U- იუნიტი, U=44,45 მმ; HP (Horizontal pitch) - ჰორიზონტალური მიწოდება, სიგრძის ერთეული, HP=0,2 დუიმი=5,08 მმ.

სტანდარტი ითვალისწინებს ევროპლატის (3U) და ორმაგი ევროპლატის (6U) გამოყენებას.

12.2. ფორმა Bopla-ს ევრომექანიკა 19" სისტემის კონსტრუქციები

სისტემა ევრომექანიკა არის მოდულური კონსტრუქციები, რომელიც გამოიზრუნა სიმაღლის, სიგანის და სიღრმის მიხედვით უნიფიცირებული სტანდარტული ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტების, კასეტების და კონსტრუქციების განსათავსებლად.

კონსტრუქციები ევრომექანიკა საერთაშორისო სტანდარტია (საფუძვლად უდევს ამერიკული სტანდარტი) და ითვალისწინებს იმ ფაქტს, რომ ევრომექანიკის კრეიტში შესაძლოა მოთავსდეს სხვადასხვა მეწარმეების ნაკეთობები. თავსებადობის მისაღწევად მზიდი კონსტრუქციების ყველა გაბარიტულ ზომებს აქვთ საჭირო დამკვრები, რაც ელემენტებისა და სამონტაჟო ფირფიტების წარმოებისა და აწყობისას ზომების გადახრების გათვალისწინების საშუალებას იძლევა.

სისტემაში ევრომექანიკა მიღებულია DIN 41612 სტანდარტის ინტერფეისი გასართების ბაზაზე. ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტებზე ხდება ერთი (3U ფირფიტისათვის) ან ორი (6U ფირფიტისათვის) გასართის დაყენება

სისტემაში ევრომექანიკა ზომების უმრავლესობა გამოისახება პირობით ერთეულებში, რომლებიც დაკავშირებულია მეტრულ სისტემასთან. კრეიტის სიგანე გამოისახება ერთეულით TH (იგივეა რაც გერმ. TE-Teileinheit) TH=5,08 მმ=0,2 დუიმი. კრეიტის სიმაღლე გამოისახება ერთეულით U იუნიტი, (იგივეა რაც გერმ. HE - Hoeheneinheit), U=44,45 მმ. სიდიდეები TH და U არ შეიძლება გამოისახებოდეს წილადი რიცხვებით.

კრეიტის სიღრმე იზომება მილიმეტრებში. კრეიტის სტანდარტული პარამეტრული რიგისათვის სიღრმის ბიჯია 60 მმ.

ფორმა BOPLA-ს მიერ წარმოებული სისტემა ევრომექანიკა-ს კონსტრუქციების ძირითადი ერთობლიობაა Interzoll-ი (ნახ.12.2). ესაა სტანდარტული მოდულების დასაყენებელი კრეიტები.



ნახ.12.2

კრეიტის გვერდითი და უკანა პანელები დაშვადებულია ფურცლოვანი ალუმინისაგან და იმავდროულად ასრულებენ კონსტრუქციის საყრდენი ელემენტის როლს.

მენტის როლს.

კონსტრუქციები სამოცდაექვსი სხვადასხვა ტიპ-ზომისა არსებობს, რომელთა ზომებია:

- სიმაღლე 3HE (3U), 6HE(6U) ან 9HE(9U);
- სიგანე 42TE (42TH), 63TE (63TH) ან 84TE (84TH);
- სიღრმე 178, 238, 298 ან 218 მმ.

Interzoll ერთობლიობაში შემავალი კონსტრუქციებისათვის ხდება სამონტაჟო და დამატებითი ელემენტების გამოშვება, როგორცაა: სხვადასხვა ფორმის სამონტაჟო პროფილები; სამონტაჟო ელემენტები კრეიტის საერთო სივრცის ნაწილში სხვა ფორმის ქვეკრეიტის ორგანიზებისათვის; ელემენტები ზედა და ქვედა სახურავების დასაყენებლად; ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტების ფიქსატორები და სხვ.

100X160 მმ და 233X160 მმ ევროალატების დასაყენებლად

არსებობს მოდულური რიგი Interzol-Compact (ნახ.12.3). ამ რიგის შედგენილობაში შედის კონსტრუქციები ზომებით:

- სიმაღლე 3HE (3U), 6HE(6U);
- სიგანე 42TE (42TH), 63TE (63TH) ან 84TE (84TH);
- სიღრმე 218 მმ.



ნახ.12.3

საბაზო მოდულებისაგან განსხვავებით Interzol-Compact კონსტრუქციებში უმნიშვნელოდაა შემცირებული სივრცე ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტებისა და უკანა კედლის გასართების მოპასუხე ნაწილებს შორის, ამიტომ კორპუსის სიღრმე შემცირებულია 238-დან 218 მმ-მდე.



ნახ.12.4

სისტემა ევრომექანიკა-ს შესაძლებლობებისადმი ახლებური მიდგომის საშუალებას იძლევა კორპუსების ერთობლიობა Internorm 19 (ნახ.12.4), რომელთა კონსტრუქციული საფუძველია პოლისტიროლის ორი II-სერი ელემენტი, რომლებიც დაშვადებულია გვერდითი კედლის ნაწილთან ერთად ერთი მთლიანის სახით. ერთი მათგანი არის ხელსაწყო

ზედა, მეორე შესაბამისად ქვედა სახურავი, როდესაც ისინი ერთმანეთს ეხურება, გამოდის 3U სიმაღლის მქონე კორპუსის ნაშაბადი ზედა, ქვედა და ორი გვერდითი კედლით. მათ შერთებას უზრუნველყოფს ლითონის პროფილები, რომლებიც იდგმება გვერდითი კედლების შიგა ზედაპირებზე სპეციალურ კილოებში (პაზებში) და მაგრდება ჭანჭიკებით. იგივე ლითონის პროფილები გამოიყენება საჭიროების შემთხვევაში კორპუსის წინა და უკანა პანელების დასამაგრებლად. შესაბამისად მიიღება ფუნქციურად დამთავრებული 3U სიმაღლის კორპუსი, სხვადასხვა სიგანისა და სიღრმის კორპუსების ასაგებად იყენებენ ნაშაბადების მრავალნაირ კომპლექტებს.

Internorm 19 ერთობლიობის კორპუსებისაგან შესაძლოა IP54-მდე ხარისხის მქონე მტვრისა და ტენისაგან დაცული კორპუსის მიღება. ამისათვის გამოიყენება რეზინის სპეციალური მამჭიდ-რობებები.

12.3. მოდულური პლატფორმა PXI

PXI (PCI eXtensions for Instrumentation bus) - არის მოდულური პლატფორმა, რომელიც გამიზნულია მრავალფუნქციური და მაღალმწარმოებლური ავტომატიზებული საკონტროლო-საზომი სისტემების შესაქმნელად. PXI პლატფორმას საფუძვლად უდევს სტანდარტული კომპიუტერული ტექნოლოგიები: სალტე PCI/PCI Express (PCI-ინგლ. Peripheral component interconnect), პროცესორი და პერიფერიული მოწყობილობები.

PXI-ის ბაზაზე შესაძლოა შეიქმნას სხვადასხვა დანიშნულების საკონტროლო-საზომი სისტემები, მათ შორის ელექტრონული ხელსაწყოების და მოწყობილობების ტესტირებისათვის გამიზნული, კავშირის პროტოკოლების რადიოგაზომებისა და ტესტირების ჩასატარებლად, გადაწოდებიდან მიღებული სიგნალების გასაზომად.

ცნობილია, რომ ტრადიციული საზომი ხელსაწყოები გამოიყენება როგორც საწარმოში, ავტომატიზებული გამოცდებისთვის, ასევე ლაბორატორიული გაზომვებისთვის. კომპანია National Instruments-ის და ალიანს PXISA-ს თანაშრომლობის შედეგად PXI გახდა სტანდარტი ავტომატიზებული გამოცდებისათვის.

PXI პლატფორმა საშუალებას იძლევა ყველაზე მაღალმწარმოებლური და საიმედო ტექნოლოგიების გამოყენებისა, როგორცაა: მრავალბირთვიანი პროცესორი; სწრაფქმედი პროგრამირე-

ბადი ინტეგრალური სქემა – პლის (ინგლ. PLD - programmable logic device; რუს. ПЛИС - Программируемая логическая интегральная схема); რეალური დროის ოპერაციული სისტემა (OS - operating system).

PXI მოდულური სტანდარტის უპირატესობაა მისი უნივერსალურობა. მოდულური ხელსაწყოების სპექტრი შეიცავს ციფრულ მულტიმეტრებს, ოსცილოგრაფებს, ნებისმიერი სიგნალის გენერატორს, ფიზიკური სიდიდეების გამზომ და სხვა ხელსაწყოებს. ყოველი ხელსაწყო შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს ავტომატური საგამოცდო მოწყობილობის (ATE-automatic test equipment) სისტემის ფუნქციური სისტემის სახით.

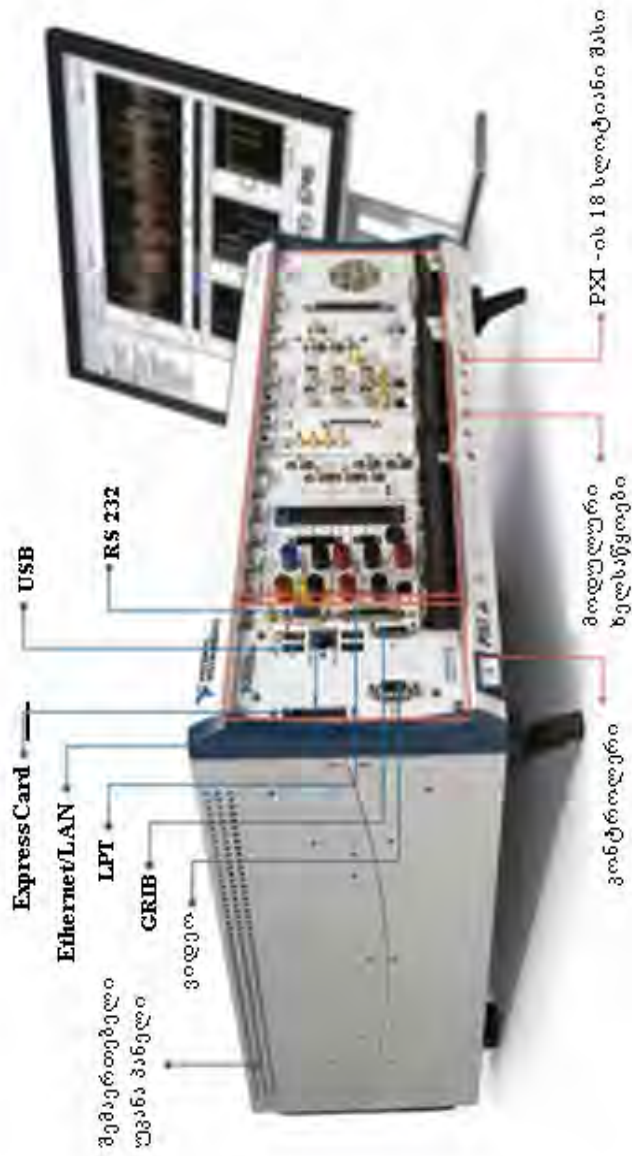
აღნიშნული სტანდარტის ფუძემდებელია კომპანია National Instruments, რომელიც სისტემატურად აფართოებს PXI ხელსაწყოების ნომენკლატურას, მაგალითად, წრედების ვექტორული ანალიზატორი PXI ფორმატში, ოპტიკური გადაწოდებიდან ინფორმაციის შემგროვებელი სისტემა, ახალი პლატფორმები FlexRIO პლის-ზე დანართების დასამუშავებლად, მაღალსიხშირული სიგნალების (26,5 გჰც-მდე დიაპაზონში) ვექტორული ანალიზატორი.

არქიტექტურულად PXI შეიცავს: სამრეწველო კონტროლერს, რომელიც შესრულებულია Intel-ის სერთო დანიშნულების პროცესორების ბაზაზე; სხვადასხვა რაოდენობის სლოტების მქონე შასის, რომელშიც თავსდება მოდულის სახით შესრულებული ხელსაწყოები; ინტერფეისებს პლატფორმის დაშორებული მართვისათვის (ნახ.12.5).

PXI სისტემის ძირითადი კომპონენტია შასი. მას ჩაშენებული აქვს ქსელიდან კვების გარდამქმნელი, გაცივების სისტემა, აგრეთვე PCI ან PCI Express პროტოკოლებზე დაყრდნობილი მოდულებსა და კონტროლერს შორის მონაცემების გადაცემის სალტე.

შასი შეიძლება იყოს სხვადასხვა შესრულებით: დაბალი ხმაურის ოფციით; ტემპერატურის გაფართოებულ დიაპაზონში გამოსაყენებლად გამიზნული; სლოტების განსხვავებული რაოდენობით.

სალტე PXI უმნიშვნელოდ განსხვავდება PCI ინტერფეისისაგან, რაც უკავშირდება სინქრონიზაციისა და გაშვების ჩაშენებული ხაზების არსებობას. PXI პლატფორმაში გამოყენებული PCI სალტის პარამეტრებია: ტაქტური სიხშირე 33 მგჰც, მაქსიმალური თანრიგების რაოდენობა 32 ბიტი, მონაცემების გადაცემის სიჩქარე 132 მგბიტი/წმ. PXI არქიტექტურაში სალტის გამტარობის ხაზი იყოფა რამდენიმე საზომ ხელსაწყო შორის.



ნახ.12.5. PXI პლატფორმის არქიტექტურა

გამგება და სინქრონიზება - PXI შასის აქვს 10 მგჰც ტაქტური სიგნალით სინქრონიზაციის ჩამოყალიბებული სალტე, გამგების სალტე და სლოტებს შორისი ლოკალური სალტე.

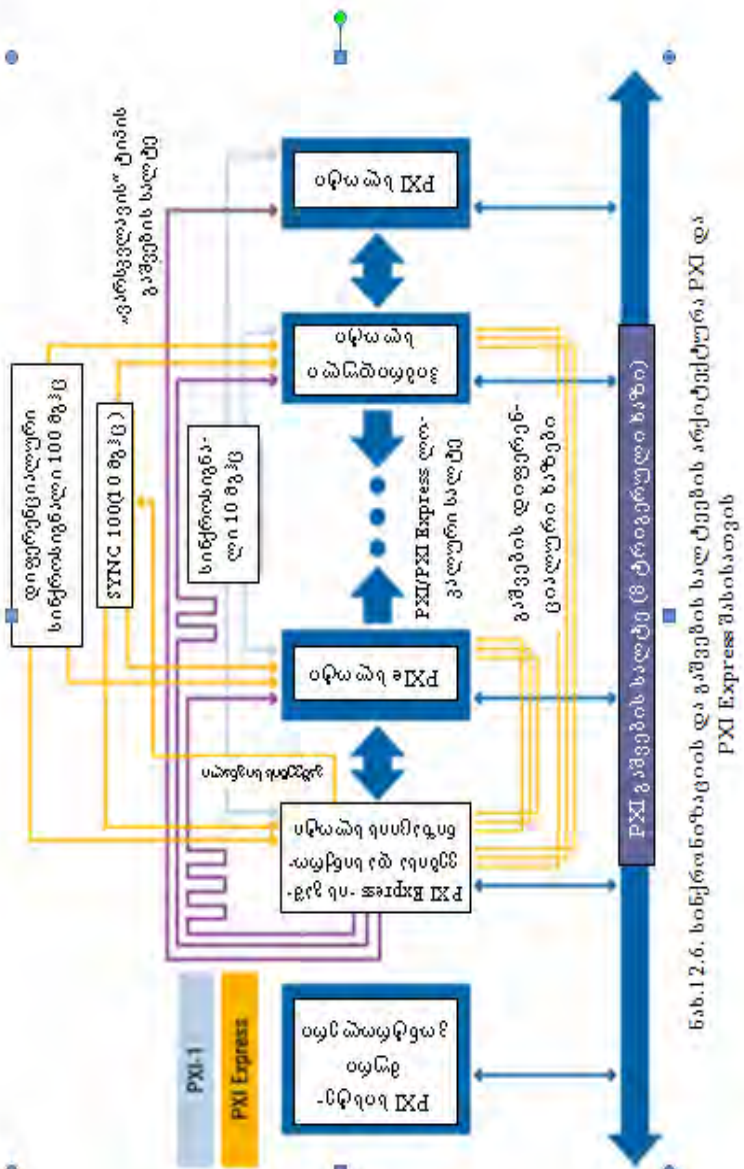
გარდა ტაქტური სიგნალისა, PXI სისტემაში არის გამგების სალტის სახით გამოყენებული რვა ლოგიკური TTL ხაზი. ეს საშუალებას იძლევა სისტემაში არსებული ყველა მოდულური ხელსაწყო მუშაობის სინქრონიზების ერთ-ერთი მოდულის გამგების სიგნალის მიხედვით.

საბოლოოდ, ლოკალური PXI სალტე საშუალებას იძლევა დამყარდეს მონაცემთა დეტერმინირებული გაცვლა მეზობელ მოდულებს შორის.

12.6 ნახაზზე ნაჩვენებია სინქრონიზაციის და გამგების სალტეების არქიტექტურა PXI და PXI Express შასისათვის.

გარდა შასის სინქრონიზაციის სტანდარტული PXI და PXI Express შესაძლებლობებისა, PXI ბაზაზე შექმნილი სისტემები მომხმარებელს სთავაზობენ სინქრონიზაციის მეთოდებს გლობალური თანამგზავრული ნავიგაციის სისტემების გამოყენებით.

კვებისა და გაცივების ქვესისტემები - PXI შასი სიგნალის შესვლა/გამოსვლის მოდულების ფართო სპექტრის, აგრეთვე სპეციალური საზომი ხელსაწყოების გამოყენების საშუალებას იძლევა. მოდულური ხელსაწყოების კვების ძაბვის და დენის აუცილებელი პარამეტრების უზრუნველყოფა მნიშვნელოვანი ამოცანაა და საჭიროებს მაღალ საიმედოობას. მოდულური ხელსაწყოები, რომლებიც შედის PXI ბაზაზე სისტემის შედგენილობაში შესაძლოა მოიხმარდეს 25 ვტ-მდე სიმძლავრეს თითოეულ სლოტზე. ხოლო PXI Express მოდულებისათვის, რომელთა მწარმოებელია National Instruments, შესაძლოა თითოეულ სლოტზე საჭირო გახდეს 38.25 ვტ-მდე სიმძლავრე. გარდა კვების მოთხოვნილი სიმძლავრის სისტემისა, შასი PXI შეიცავს გაცივების სისტემას, რომელიც PXI -ის ბაზაზე სისტემის მაღალი ტემპერატურის პირობებში გამოყენების საშუალებას იძლევა.



ნახ.12.6. სინქრონიზაციის და გაშვების ხალტეების არქიტექტურა PXI და PXI Express შახისათვის



ნახ.12.7

ჩაშენებული კონტროლერის (ნახ.12.7) გამოყენება გამოირჩევა ხვს გარე პერსონალური კომპიუტერის საჭიროებას, აგრეთვე სისტემის ფუნქციური ელემენტების ერთ შასიზე განლაგების საშუალებას იძლევა. კონტროლერის სტანდარტულ ოფციებში შედის: ჩაშენებული პროცესორი, მყარი დისკი, ოპერაციული მეხსიერება, Ethernet ინტერფეისი, ვიდეო-ადაპტერის გამოსასვლელი, კლავიატურა და თავი, მიმდევრობითი პორტი, USB და სხვ. ინტერფეისის შესაძლებლობები. კონტროლერები ხელმისაწვდომია როგორც PXI, ასევე PXI Express ფორმატში და ინსტოლირებული ოპერაციული სისტემით, მაგალითად, Windows 7/Vista/XP ან LabVIEW Real-Time.

National Instruments-ის ჩაშენებული კონტროლერები შექმნილია კვირამი 7 დღე, დღე-ღამეში 24 სთ განმავლობაში, მუშა ტემპერატურის გადიდებულ დიაპაზონში სამუშაოდ.

PXI სისტემის მართვა ნოუთბუკიდან - PXI სისტემის მართვა ნოუთბუკიდან (ნახ.12.8) შესაძლებელია NI Express-Card MXI და PCMCIA CardBus ინტერფეისების გამოყენებით.



ნახ.12.8

მოცემული შეერთების საშუალებით მიერთებისას ნოუთბუკი ავტომატურად განასხვავებს ყველა პერიფერიულ მოდულებს PXI შასიში, ისევე როგორც სტანდარტული PCI-სამონტაჟო ფირფიტების მიერთებისას, რაც საშუალებას იძლევა სისტემის ყველა PXI მოდულის მართვისა იმ პროგრამების საშუალებით, რომლებიც გაშვებულია ნოუთბუკის ოპერაციული სისტემის არეში.

დგარში ჩამონტაჟებული კონტროლერები - PXI სისტემის მართვის დამატებითი შესაძლებლობების უზრუნველსაყოფად კომპანია National Instruments-მა შექმნა დგარში ჩასამონტაჟებელი 1U ფორმატის კონტროლერები.



ნახ.12.9

12.9 ნახ-ზე მოცემულია დგარში ჩასამონტაჟებელი კონტროლერი MXI-Express (ან MXI-4)

ინტერფეისებით, რომელთა გამოყენება შესაძლებელია PXI ან PXI Express სისტემების სამართავად.

მოდულური ხელსაწყოები - კომპანია National Instruments მომხმარებელს სთავაზობს 500-ზე მეტ სხვადასხვა PXI მოდულს. ფორმატი PXI სრულიად თავსებადია Compact-PCI-სთან, ამიტომ



ნახ.12.10. ციფრული მულტიმეტრი

შესაძლებელია CompactPCI სტანდარტის 3U გაბარიტების მქონე მოდულების გამოყენება PXI სისტემაში. 12.10 ნახ-ზე ნაჩვენებია მოდულური ხელსაწყო - ციფრული მულტიმეტრი.

ავტონომიურ რეჟიმში სამუშაოდ ყოველ ხელსაწყოს აქვს მზა წინა პანელი ხელსაწყოს ინტერაქტიულად საკონტროლებლად და საჭირო გაზომვების ჩასატარებლად.

PXI სისტემების პროგრამული უზრუნველყოფა. PXI პლატფორმისათვის დანართები შესაძლოა შეიქმნას დამუშავების სხვადასხვა პროგრამებში, როგორცაა LabVIEW, LabWindows/CVI, Visual Studio და სხვა. სისტემის წარმატებული პროგრამირებისათვის თითოეული მოდულური PXI ხელსაწყოს მიწოდება ხდება აუცილებელი დრაივერების ნაკრებთან ერთად. გარდა დრაივერებისა, LabVIEW და LabWindows/CVI-ს თავის შედგენილობაში აქვთ სიგნალების დამუშავების და ფორმირების ფუნქციების, მათემატიკური გამოთვლების ბიბლიოთეკები.

13. დგარი

13.1. დგარის დანიშნულება და სახეობები

დგარი (ინგლ. rack) - ნაკეთი, რომელიც არის გარსაცმი კრეიტისათვის. კრეიტი იდგმება გარსაცმში და მასში მაგრდება მილტუჩებზე. დგარის გაბარიტები შესაძლოა იყოს სხვადასხვა, მაგრამ დგარის მატება (ზრდა) შესაძლებელია მხოლოდ სიმაღლეში და არასოდეს სიგანეში. სამაგიდო შესრულების მქონე დგარი ხშირად ხელსაწყოს სახითაა. არსებობს დგარის კედელზე მისამგრებელი ვარიანტები, ასეთ შემთხვევაში - იგი კედლის პულტი ხდება.

დგარი პირველად გამოჩნდა დასავლეთის ქვეყნებში და შესაბამისად ზომები აქვთ იმ სტანდარტულ ერთეულებში, რომლებიც

იქ გამოიყენებოდა, კერძოდ, დუიმებში. ამ მიზეზის გამო მათ უწოდებენ 19 დუიმიან დგარებს. თავდაპირველად, ისინი გამოიყენებოდა სარკინიგზო სემაფორული სიგნალიზაციის რელებების განსათავსებლად, ამიტომ დასავლეთში დღემდე მათ უწოდებენ სარელო რეკებს (relay rack). XX საუკუნის მეორე ნახევრიდან ყველა ქვეყანაში გამოიყენებოდა 19 დუიმიანი სტანდარტის დგარები სატელეფონო სადგურების, საკომუნიკაციო, აკუსტიკური, აგრეთვე სამეცნიერო აღჭურვილობისათვის. ამავე პერიოდში გაჩნდა დასახელება ტელესაკომუნიკაციო დგარი. აღნიშნული დგარებით ხდება დათავსებების, სერვერული ოთახების და საკომუნიკაციო შვავების აღჭურვა.

ღია სამონტაჟო დგარები არის სამონტაჟო შვავის ალტერნატივა.

სამონტაჟო დგარი არსებობს სამი სახის:

1. *ერთჩარჩოიანი*;
2. *ორჩარჩოიანი* (დგარის კონსტრუქცია საშუალებას იძლევა დაყენდეს მძიმე მოწყობილობები ოთხწერტილიანი ფიქსაციით, რაც ადიდებს მათ მდგრადობას და დატვირთვის ხარისხს);
3. *სერვერული* (სპეციალურად შექმნილი მასში სერვერული მოწყობილობების დასაყენებლად), მათი განმასხვავებელი ნიშანია კონსტრუქციის ამაღლებული სიხისტე და სიმტკიცე, ოპტიმალური წონა, დამატებითი კომპონენტების დაყენების შესაძლებლობა.

დგარის ზომები დადგენილია: *სიგანე* - 482,6 მმ (19 დუიმი), *სიღრმე* - აირჩევა რიგიდან 600 მმ, 800 მმ, 900 მმ და მეტი და დამოკიდებულია გამოყენებული მოწყობილობის სიღრმეზე.

დგარში მონტაჟდება მოწყობილობა, რომელიც შესრულებულია სპეციალურად გამიზნულ კორპუსში, ე.წ. «Rackmount»-ში (ინგლ. rack - თარო, დგარი, mount - მონტაჟი). ასეთ კორპუსების სიგანეა 17,75 დუიმი (45,085 სმ), სიმაღლე - იუნიტების მთელი რიცხვის ჯერადა და აქვთ სტანდარტული განლაგების მქონე სამაგრი ადგილები.

მოსახერხებელი მომსახურების უზრუნველსაყოფად შესაძლებელია ტელესკოპური მიმმართველების დახმარებით კორპუსის გამოწევა დგარიდან.

დგარში არსებული სამაგრი ნახვრეტები შეესაბამება დგარში ჩასამონტაჟებელი მოწყობილობის ფრონტალურ სიბრტყეზე არსებულ სამაგრი ელემენტებს და განლაგებულია დგარის ვერტიკალურ ელემენტებზე 1,75 დუიმი (44,45 მმ) პერიოდით (ბიჯით). ეს სიდიდე

იძლევა მოწყობილობის დისკრეტულობის ზომას სიმაღლის მიხედვით და არის ზომის ერთეული, რომელსაც უწოდებენ დეგარის იუნიტს («U»). ამრიგად, დეგარში მოწყობილობების განლაგების მოსაწესრიგებლად მიზანშეწონილია მოწყობილობების იმ კორპუსების გამოყენება, რომლებიც ხასიათდება იუნიტების მთელი რიცხვის ჯერადობით.

ჩვეულებრივ, დეგარში ჩასამაგრებელ მოწყობილობებს წინა ნაწილის სიმაღლე 1/32 დუიმიტ (0,031") ნაკლები აქვთ, ვიდრე განსაზღვრულია ერთეულით 1U. ამიტომ, დეგარში დასაყენებელი მოწყობილობის სიმაღლე 1U შეადგენს 1.719 დუიმს (43,7 მმ), და არა 1.75 დუიმს (44,4 მმ). ამგვარად, დეგარში დაყენებული მოწყობილობის სიმაღლე 2U შეადგენს 3.469 დუიმს (88,1 მმ) 3.5 დუიმის (88,9 მმ) ნაცვლად. ეს ღრუო აჩენს მცირე მანძილს დეგარში დაყენებული მოწყობილობის ზემოთ და ქვემოთ, რაც საშუალებას იძლევა ნაკვეთურიდან გამოვიდეთ/დავაყენოთ მოწყობილობა მეზობელი (ზედა/ქვედა) მოწყობილობის გამოდების გარეშე.

მაქსიმალური სავარაუდო სიგანე მოწყობილობებისა, რომლებიც შესაძლოა დაყენდეს შვაფში ან მოთავსდეს თაროზე, არის 450 მმ. მოწყობილობების მაქსიმალური სიგანე კრონშტეინებთან ერთად - 482 მმ. პროფილებთან მოწყობილობის ჭანჭიკებით მისამაგრებელი ნახვრეტების ღერძებს შორის მანძილი - 465 მმ.

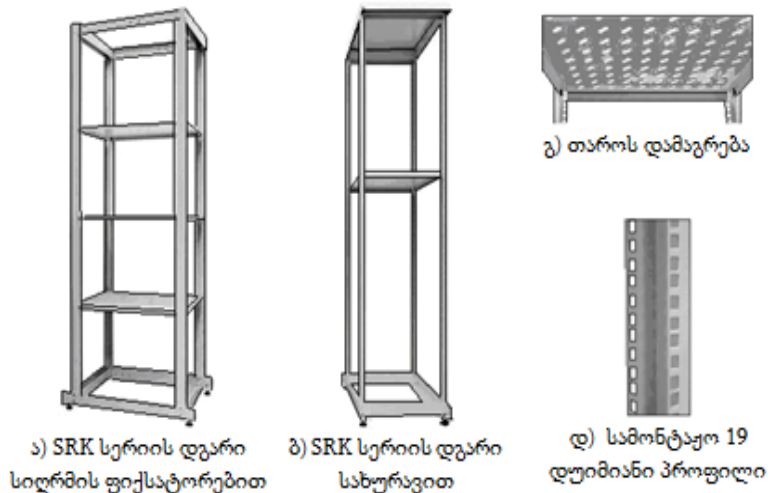
მოწყობილობის დეგარში ჩასამაგრებელი ნახვრეტი შესაძლოა: იყოს სპეციალური სამარჯვის გარეშე (ასეთ შემთხვევაში საჭიროა ქანჩი და ჭანჭიკი); ჰქონდეს თავისივე კუთხვილი; იყოს კვადრატული ფორმის პერფორაციის სახით, საკეტელაზე სპეციალური ქანჩის დასაყენებლად.

დეგარების უმეტეს მოდელებში მძიმე/ღრმა მოწყობილობებისათვის გათვალისწინებულია მოწყობილობის უკანა მხრის დამაგრება და დეგარის შიგნით გამოსაწევი კონსტრუქციის დამონტაჟება ჰორიზონტალური რელსების ბაზაზე.

13.2.19 დუიმიანი და ორჩარჩოიანი SRK სერიის დეგარი

SRK სერიის ღია დეგარი (ნახ.13.1) გამოიზნულია 19 დუიმიანი მოწყობილობების დასაყენებლად, რომლებიც არ საჭიროებს დამატებით დამცავ სამონტაჟო კორპუსებს ან გამოიყენება კარგი ვენტილაციის მქონე სათავსებში. დეგარი შედგება ორი 19 დუიმიანი ჩარ-

ჩოსაგან. დეგარის ჩარჩოებს შორის მანძილი შესაძლოა შეიცვალოს 5 სმ-იანი ბიჯით. დასაყენებელი თაროს მაქსიმალური სიღრმეა 650 მმ.



ნახ. 13.1. SRK სერიის ღია დეგარი

SRK სერიის სტანდარტულ კონსტრუქციაში გამოყენებულია სიმაღლის რეგულატორის მქონე საყრდენი ფეხები. საჭიროების შემთხვევაში ნებისმიერი ამ სერიის დეგარი შესაძლოა აღიჭურვოს სტანდარტული გორგოლაჭებით SZB შვაფებისათვის. რეკომენდებულია გამოყენებულ იქნეს ორი გორგოლაჭი მუხრუჭით და ორი მის გარეშე. დეგარის წინა მხარეს აყენებენ მუხრუჭიან ორ გორგოლაჭს, უკანა მხარეს - ორ უმუხრუჭოს. დეგარის მასალად იყენებენ 2,00 მმ სისქის ფურცლოვან ფოლადს.

დეგარზე მაქსიმალური დატვირთვა დამოკიდებულია დეგარის სივრცეში მოწყობილობების განთავსების მეთოდზე.

მე-16 ცხრილი შეიცავს ინფორმაციას SRK სერიის ორჩარჩოიანი დეგარების რამდენიმე მოდელის შესახებ.

ცხრილი 16

აღნიშვნა	მუშა სივრცის სიმაღლე,მმ	დეგარის სიმაღლე, მმ
SRK-224	24U	1197
SRK-236	36U	1730
SRK-242	42U	1997
SRK-245	45U	2130

13.3. 19 დუმიანი ღია სამონტაჟო დგარი AESP

ღია დგარები ყველაზე მოთხოვნადია AESP კონსტრუქციების 19 დუმიან ხაზში შემავალ პროდუქტებს შორის. მარტივი კონსტრუქციის გამო ეს ნაკეთობა არ არის ძვირი, თუმცა მტკიცე და საიმედოა. მასიური საყრდენები უზრუნველყოფს მდგრადობას, აგრეთვე საშუალებას იძლევა ხისტად დამაგრდეს კონსტრუქცია იატაკზე ან დაყენდეს გორგოლაჭებზე. პროფილის კონსტრუქცია უზრუნველყოფს დგარის გადიდებულ სიხისტეს, ხოლო დამატებითი აქსესუარები საშუალებას იძლევა მიმაგრდეს კედელზე და გაუკეთდეს სახურავი დამატებითი ვენტილაციით. უნივერსალური დგარი არის ტელესაკომუნიკაციო შკაფის სრულფასოვანი ალტერნატივა, იმ შემთხვევაში, როდესაც საჭიროა თავისუფალი მისასვლელი მოწყობილობებთან და არსებობს გადიდებული მოთხოვნები გაცივებისადმი.

კონსტრუქციის საფუძველს არის სპეციალური სამონტაჟო ჩარჩო (ნახ.13.2. პოზ.1), რომელსაც აქვს პერფორაცია 19 დუმიანი მოწყობილობების დასამაგრებლად და შესრულებულია ANSI/EIA-310-D სტანდარტის მიხედვით.



ნახ.13.2

კონსტრუქციულად B სერიის უნივერსალური სამონტაჟო დგარი შედგება ერთი, ხოლო UB სერიისა - ორი სამონტაჟო ჩარჩოსაგან (ნახ.13.2 პოზ.2), რომლებიც აწყობილია ფუძის ორ საყრდენზე. ჩარჩოები შესაძლოა გადაადგილდეს საყრდენებზე მნიშვნელოვან დიაპაზონში. ასეთი გადაწყვეტა აფართოებს დგარების გამოყენების არეალს და წებისმიერი სიღრმის მოწყობილობის დამონტაჟების საშუალებას იძლევა.

დგარის ეპოქსიპოლიმერული დაფარვა (ნახ.13.2 პოზ.3), საშუალებას იძლევა ავიცილოთ მოკლედ ჩართვა, მექანიკური დაზიანებები, ელექტროქიმიური კოროზია.

სტატიკური ელექტრობისაგან დასაცავად AESP მიერ წარმოებული ყველა

დგარი აღჭურვილია დამიწების კლემებით (ნახ.13.2 პოზ.4) გოსტ 25861-83-ის შესაბამისად.

დამატებით, UB სერიის დგარების ზედა ნაწილი შესაძლოა აღიჭურვოს სახურავით (ნახ.13.2 პოზ.5), რაც აძლიერებს მთელი კონსტრუქციის სიხისტეს და მდგრადობას. საყრდენებში არსებული სპეციალური ნახვრეტები საშუალებას იძლევა დამორდეს ერთმანეთს ჩარჩოს პროფილები 400 და 600 მმ სიღრმის მოწყობილობების დასაყენებლად. დიდი დატვირთვის შემთხვევაში რეკომენდებულია საყრდენების იატაკზე დამაგრება, რისთვისაც არსებობს სამაგრი ნახვრეტები. ეს ნახვრეტები ასევე შესაძლოა გამოყენებული იყოს დგარის გორგოლაჭებზე დასაყენებლად.

13.4. 19 დუმიანი (482,6 მმ) იატაკზე დასადგამი და კედელზე დასაკიდი სერვერული შკაფები

19 დუმიანი ტელესაკომუნიკაციო სერვერული შკაფი წარმოადგენს სტანდარტულ გადაწყვეტას ორგანიზაციებსა და კომპანიებში თანამედროვე ოფისებისათვის სტრუქტურირებული საკაბელო სისტემების დაპროექტების დროს.

თანამედროვე სტანდარტების მოთხოვნების შესაბამისად სერვერული ოთახებისათვის გამოყენებული უნდა იყოს 7 კვადრატულ მეტრზე არა ნაკლები ფართობი.

ტელესაკომუნიკაციო შკაფი სივრცის ორგანიზებისა და ტელესაკომუნიკაციო მოწყობილობის განსათავსებლად ფართობის მაქსიმალურად ეფექტურად გამოყენების საშუალებას იძლევა.

განთავსებისა და დაყენების ტიპის მიხედვით სერვერული შკაფები კლასიფიცირდება შემდეგნაირად: *კედელზე დასაკიდი-ბელი; იატაკზე დასადგამი.*

კედელზე დასაკიდებელი შკაფი გამოიყენება მცირე რაოდენობის კაბელებისა და მოწყობილობების მცირე მოცულობისაგან შემდგარი საკაბელო სისტემის მონტაჟისას. ასეთი შკაფის სიმაღლე შესაძლოა იყოს 6U, 9U, 12U, 15U, 18U.

იატაკზე დასადგამი 19 დუმიანი შკაფი მაგრდება იატაკზე და სიმაღლე შესაძლოა ჰქონდეს 27U-დან 42U-მდე.

ტელესაკომუნიკაციო შკაფის შემადგენელი ნაწილებია: შკაფის კარკასი; გვერდითი კედლები; თაროები; კარები (ლითონის ან მიწის); სახურავი; მიმართველი სამაგრები, რომელთაც აქვთ

ნახერცები მოწყობილობის დასამაგრებლად, დამატებით, შკაფი კომპლექტდება კვების როზეტების ბლოკებით და ვენტილაციის მოდულებით, მოწყობილობის მუშაობის გასაუმჯობესებლად და მაღალი ტემპერატურების დასადაბლებლად, მიმართველების ზომები სტანდარტულია, ამიტომ ნებისმიერი ქსელური მოწყობილობა 19 დუიმიანი სამაგრიტ შესაძლოა დაყენდეს შკაფში მიმართველებს შორის. 19 დუიმიან სერვერულ შკაფში მოწყობილობის მონტაჟისას საჭირო არ არის სპეციალიზებული ინსტრუმენტის გამოყენება, მონტაჟი ხდება ჩვეულებრივი ჯვართავე სახრახნისის გამოყენებით.

19 დუიმიან შკაფებს შესაძლოა ჰქონდეთ სხვადასხვა სიგანე და სიღრმე - 600 ან 800 მმ.

შკაფის არჩევა საჭიროა სიღრმის მიხედვით, სხვადასხვა ტიპის მოწყობილობების დამაგრების და კაბელების მიერთების თვალსაზრისით. მიზანშეწონილია შკაფი ისე შეირჩეს, რომ მისი სიღრმე 150 მმ-ით მეტი იყოს დასაყენებელი მოწყობილობის სიღრმეზე.

შკაფის სიმაღლე იზომება პირობით ერთეულებში - იუნიტებში (1U=44,45 მმ). ამიტომ, ხდება არა შკაფის სრული სიმაღლის მითითება, არამედ მოცემულ სერვერულ შკაფში დასაყენებელი მოწყობილობების შესაძლო რაოდენობის მითითება იუნიტებში. შესაბამისად, თუ შკაფის სპეციფიკაციაში მითითებულია ზომა 42U, ნიშნავს, რომ ამ კონკრეტულ იატაკზე დასადგამ შკაფში ჯამურად

შესაძლებელია 42 ერთეული თითოეული 1 იუნიტი სიმაღლის მქონე სხვადასხვა მოწყობილობის დაყენება.

ყველაზე პოპულარულია იატაკზე დასადგამი 19 დუიმიანი შკაფი 42U (600x600x2085 მმ), რომელიც ნაჩვენებია 13.3 ნახ-ზე. მის აღწერილობაში შედის: წინა კარები - ნაწრთობი მინა ფოლადის ჩარჩოში; უკანა კარები; ვერტიკალური მიმართველები, რომელთაც აქვთ მარკირება იუნიტებში და შესაძლოა დაყენდეს სხვადასხვა სიღრმეზე; ადვილად მოსახსნელი და დასაყენებელი გვერდითი პანელები; სახურავი (პერფორაციით ბუნებრივი და ხელოვნური ვენტილაციის უზრუნველსაყოფად, ხოლო ვენტილატორების ბლოკები შესაძლოა დაყენდეს შკაფის სახურავში



ნახ.13.3. MX-6642-G

შკაფი იატაკზე დასადგამი 19 დუიმიანი, 42U, MAXYS ვი და ხელოვნური ვენტილაციის უზრუნველსაყოფად, ხოლო ვენტილატორების ბლოკები შესაძლოა დაყენდეს შკაფის სახურავში

ან იატაკზე); ხუთი პანელი სხვადასხვა საკაბელო შესასვლელ-ბისათვის იატაკში და ერთი სახურავში; კომპლექტაციაში შედის საყრდენი ფეხები (რეგულირებადი); დაცვის ხარისხია IP30; დასაშვები სტატიკური დატვირთვა -800 კგ; გამოყენებულია ფოლადის 2 მმ-იანი სამონტაჟო პროფილი, სხვა დეტალები - 1,2 მმ სისქისაა; დაფარვა შესრულებულია ფხვნილოვანი საღებავით.

ტელესაკომუნიკაციო 19 დუიმიანი შკაფი უზრუნველყოფს მოწყობილობების დაცვას ტენის, მტვრის და ჭუჭყისაგან, ფიზიკური დაზიანებისაგან, აგრეთვე ელექტრომაგნიტური გამოსხივებისაგან. ელექტრომაგნიტური გამოსხივებისაგან უკეთესად დაცვის უზრუნველსაყოფად საჭიროა ლითონის კარებიანი შკაფების გამოყენება და შკაფის დამიწების შესრულება. სერვერული შკაფების ქუჩაში დაყენების შემთხვევაში საჭიროა IP65 ზე მეტი დაცვის ხარისხის მქონე ტელესაკომუნიკაციო სერვერული შკაფები. შენობაში განთავსებული შკაფებისათვის საკმარისია IP20 ხარისხის დაცვა.

14. ნაბეჭდი კვანძების აწყობა და მირჩილვა საზომი მოწყობილობების წარმოებისას

14.1. მოთხოვნები აწყობისადმი

ელექტრონული ტექნიკის ნაკეთობების ნაბეჭდ სამონტაჟო ფირფიტაზე დაყენება და აწყობილი ნაბეჭდი კვანძების მირჩილვა ძირითადი ოპერაციაა თანამედროვე საზომი მოწყობილობების წარმოებისას, რომელიც მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს აპარატურის ხარისხსა და საიმედოობას. საზომი მოწყობილობების წარმოების პროცესში საამწყობო-სამონტაჟო სამუშაოების შრომატევადობა ყველაზე მაღალია.

ხელით შესასრულებელი საამწყობო ტექნოლოგიური ოპერაციების შრომატევადობის ამაღლების მიზნითაა მონტაჟის სიმკვრივის ზრდა, ელექტრონული ტექნიკის მინიატურიზაცია, ელემენტების ბაზის სტრუქტურის ცვლილება. თუმცა, ავტომატიზაციის დონის ამაღლების გამო ნაბეჭდი კვანძის აწყობის ჯამური შრომატევადობა კლებულობს.

საზომი მოწყობილობის წარმოების შრომატევადობის დასადაბლებლად საჭიროა:

1. ელემენტების ბაზის ინტეგრაციის დონის ამაღლება;

2. ნაბეჭდი კვანძის ტექნოლოგიური ამბლემა, კერძოდ: ნაბეჭდი ფირფიტისა და ნაბეჭდი კვანძის უნიფიცირება; გამოყენებული ელექტრონული ტექნიკის ნაკეთობების ტიპებისა და ნომენკლატურის შემცირება; ელექტრონული ტექნიკის ნაკეთობების საკონსტრუქტორო-ტექნოლოგიური ჯგუფების ტიპების რაოდენობის შემცირება და ისეთი კორპუსების გამოყენება, რომლებიც ექვემდებარება ავტომატიზებულ მოშადებას, დაყენებას და აწყობას; ელექტრონული ტექნიკის ნაკეთობების ფორმირების ტიპების უნიფიცირება;

3. წარმოების ორგანიზების და ტექნოლოგიის დონის ამბლემა, კერძოდ: ნაბეჭდი კვანძების წარმოების კონცენტრაცია საწარმოს ჩარჩოში; სპეციალიზებული უბნების გამოყოფა ელექტრონული ტექნიკის ნაკეთობების მოსამზადებლად და ნაბეჭდი კვანძების ასაწყობად; მექანიზაციისა და ავტომატიზაციის საშუალებების გამოყენება; პროგრესული ტექნოლოგიური პროცესების გამოყენება.

ამ პირობების შესრულება საშუალებას იძლევა ნაბეჭდი კვანძის აწყობის შრომატევადობა დადაბლდეს 2,5 – 4-ჯერ.

საზომი მოწყობილობების აწყობის გავრცელებული ტექნოლოგია 80-იან წლებამდე იყო ნაბეჭდი ფირფიტაზე კვანძების აწყობა ღერძული და რადიალური გამომყვანების მქონე დისკრეტული კომპონენტების გამოყენებით. 80-იანი წლებში მსოფლიოში გავრცელება პოვა ზედაპირული მონტაჟის მეთოდით (ინგლ. SMT – Surface-mount technology) ნაბეჭდი კვანძების აწყობის ტექნოლოგიამ.

SMT ტექნოლოგიაზე გადასვლა შეესაბამებოდა ელექტრონიკის სამ ძირითად ტენდენციას: მინიატურისაციას; ხარისხისა და საიმედოობის გაზრდას; წარმოების ხარჯების შემცირებას.

SMT ტექნოლოგიაზე გათვლილი კონსტრუქციები (ე.წ. SMD კომპონენტები, ინგლ. Surface-mounted device) - წინაღობები, კონდენსატორები, ტრანზისტორები, მიკროსქემები და სხვ. მონტაჟდება უშუალოდ ნაბეჭდი ფირფიტის ზედაპირზე. მათ არა აქვთ შემერთებული გამომყვანები და ამიტომ ეწოდებათ ზედაპირზე დასამონტაჟებელი ნაკეთობები.

აღნიშნული ტექნოლოგიის უპირატესობაა: ელექტრონული კომპონენტების განთავსების სიმკვრივის გადიდება; მონტაჟის ავტომატიზების შესაძლებლობა; ელექტრონული ნაკეთობების მუშა სიხშირის გადიდება; ნაბეჭდი კვანძის ხარისხისა და საიმედოობის ამბლემა.

14.2. ნახვრეტებში მონტაჟის ტექნოლოგია

ნახვრეტებში მონტაჟის ტექნოლოგია ე.წ. THT (Through Hole Technology) წარმოადგენს ელექტრონული მოდულების აწყობის უმეტესი თანამედროვე ტექნოლოგიების საფუძველს. იგი ითვალისწინებს ნაბეჭდი ფირფიტაზე კომპონენტების დამონტაჟების მეთოდს, რომლის დროსაც კომპონენტების გამომყვანები დაყენდება ფირფიტის გამჭოლ ნახვრეტებში და მიერჩილება საკონტაქტო ბაქნებს და/ან ნახვრეტის მოლითონებულ შიგა ზედაპირს.

მიუხედავად იმისა, რომ თანამედროვე წარმოებაში THT ტექნოლოგიის ჩანაცვლება ხდება უფრო პროგრესული ზედაპირული მონტაჟის ტექნოლოგიით (SMT), არის ელექტრონიკის სფეროები, სადაც დომინირებს THT ტექნოლოგია, მაგალითად, ძალოვანი მოწყობილობები, კვების ბლოკები, მონიტორების მაღალვოლტაჟიანი სქემები და სხვ. აგრეთვე დარგები, რომელშიც საიმედოობისადმი ამბლეებული მოთხოვნების გამო მნიშვნელოვანი ხდება ტრადიციები, შემოწმებულისადმი ნდობა, ასეთებია: ავიონიკა, ატომური ელექტროსადგური და ა.შ. აღნიშნული ტექნოლოგია აქტიურად გამოიყენება ერთეულოვან და წვრილსერიულ მრავალნომენკლატურულ წარმოებაში, სადაც გამოშვებული მოდელების ხშირი ცვლის გამო პროცესების ავტომატიზაცია არააქტუალურია.

THT ტექნოლოგიისას გამოყენებული ელექტრონული კომპონენტები (ეკ) კორპუსის ტიპის მიხედვით შესაძლოა დაიყოს შემდეგ ძირითად ჯგუფებად (ნახ.14.1):

ა) ელექტრონული კომპონენტები ღერძული გამომყვანებით (axial);

ბ) ელექტრონული კომპონენტები რადიალური გამომყვანებით (radial);

გ) მრავალგამომყვანისანი კორპუსი ერთ რიგად განლაგებული გამომყვანებით (SIL, SIP);

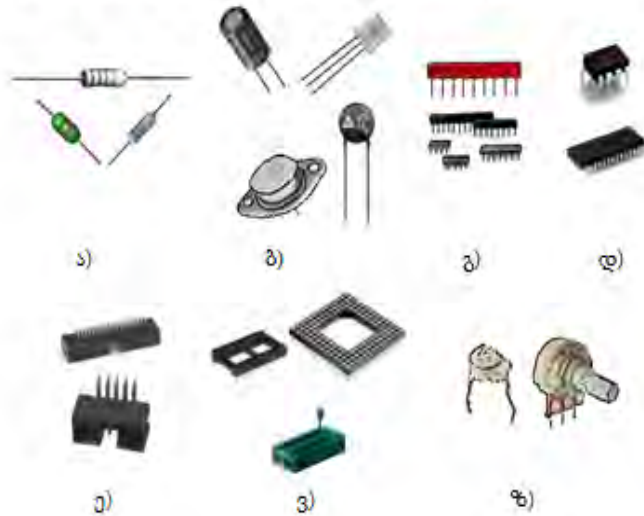
დ) მრავალგამომყვანისანი კორპუსი ორ რიგად განლაგებული გამომყვანებით (DIP);

ე) გასართები, სლოტები;

ვ) პანელები ინტეგრალური სქემებისათვის, მათ შორის: DIP; ZIF (Zero Insertion Force-პანელები მანჭვალისანი გამომყვანებით ინტეგრალური სქემებისათვის); PGA (Pin Grid Array-პანელები მანჭვალისანი გამომყვანებით ინტეგრალური სქემებისათვის) გამოყ-

ვანების მატრიცით);

ზ) რთული ფორმის სხვადასხვა კომპონენტები.



ნახ.14.1

კომპონენტების ასეთი დაყოფა დაკავშირებულია მათი მონტაჟის ტექნოლოგიის თავისებურებასთან. მაგალითად, ღერძული და რადიალური გამოყვანების მქონე კომპონენტებს ესაჭიროება ფორმირება და ჩამოჭრა, როდესაც ბევრ სხვა კომპონენტს ეს არ ესაჭიროება. ღერძულ გამოყვანებიანი კომპონენტის ფორმირების და შემდგომ მისი დაყენებისას შესაძლოა იგი შემობრუნდეს და აღმოჩნდეს დაყენებული „მარკირებით ქვემოთ“, ამიტომ მათი მარკირება ხდება ფერადი რგოლებით. აგრეთვე არსებობს განსხვავება სხვადასხვა ჯგუფის კომპონენტების სატაცის მექანიზმს, ბაზირებისა და ფიქსირების ხერხებს შორის, რის გამოც ამ კომპონენტების დაყენება ხდება მათთვის განკუთვნილი მოწყობილობების გამოყენებით.

ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის **THT-ტექნოლოგიაზე დაფუძნებული აწყობის ტექნოლოგიური პროცესი** შედგება შემდეგი ტიპური ეტაპებისაგან:

- ელექტრონული კომპონენტების გამოყვანების მომზადება (ფორმირება, ჩამოჭრა), ხშირად უთავსდება ავტომატიზებულ მონტაჟს;
- კომპონენტების დაყენება (ხელით, ავტომატური);

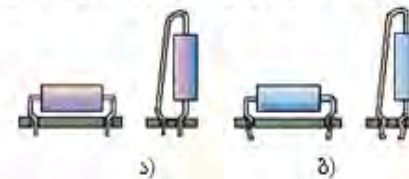
- მირჩილვა (სარჩილის ტალღით, ხელით, სელექციური);
- ჩამორეცხვა (ულტრაბგერული, ნაკადით).

ზოგიერთ საწარმოში შენარჩუნებულია ტექნოლოგია, რომელიც ითვალისწინებს გამოყვანების წინასწარ მოკალაებას, თუმცა თანამედროვე ტექნოლოგია ამას არ ითვალისწინებს ვინაიდან თანამედროვე გამოყვანებს აქვთ ხარისხიანი დაფარვა და შეფუთვა.

14.3. ელექტრონული კომპონენტების გამოყვანების მომზადება

ელექტრონული კომპონენტების (ეკ) გამოყვანები მონტაჟისათვის უნდა მომზადდეს სპეციალურად. მომზადების მიზანია: გამოყვანების გასწორება (საჭიროების მიხედვით); გამოყვანებს შორის საჭირო სამონტაჟო მანძილის უზრუნველყოფა; ღრეჩოს უზრუნველყოფა ეკ-სა და სამონტაჟო ფირფიტას შორის (საჭიროების მიხედვით); ეკ-ს ფიქსირება სამონტაჟო ფირფიტაზე ხელით მონტაჟისას ან მირჩილვის დაწადგარზე ფირფიტის მიტანამდე.

ღრეჩოს უზრუნველსაყოფად ეკ-ს გამოყვანებს ღუნავენ (ნახ. 14.2. 2 ა), ხოლო ჯგუფური მირჩილვისას ეკ-ს ნაბეჭდ სამონტაჟო ფირფიტაზე თვითფიქსაციისათვის გამოყვანის ნაწილს, რომელიც



ნახ.14.2. ეკ-ს გამოყვანების ფორმირებით უზრუნველყოფილია: ა) ღრეჩო ეკ-სა და ნაბეჭდ ფირფიტას შორის; ბ) ეკ-ს თვითფიქსაცია ნაბეჭდ ფირფიტაზე

ნაბეჭდი ფირფიტის ნახევრეტში შედის განსაკუთრებულად ღუნავენ (ნახ. 14.2. 2 ბ). შესაძლებელია აგრეთვე ეკ-ს დამაგრება შემდეგი მეთოდებით: გამოყვანების ზამმარულობის უზრუნველყოფით; წებოზე დაყენებით; გამოყვანების ნაწილობრივი მირჩილვით; ნაწილობრივი მოღუნვით - 0-დან 45°-მდე კუთხით ნაბეჭდი ფირფიტის სიბრტყისადმი; სხვადასხვა დამჭერების გამოყენებით (კავით, ლითონის ცალღულით, კლიპით, და მომჭერთ).

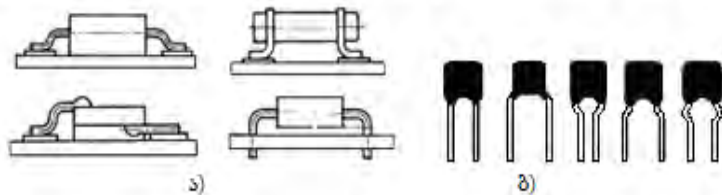
მძიმე ელემენტი (მაგალითად, ტრანსფორმატორი) ან ელემენტი, რომელიც განიცდის მექანიკურ ზემოქმედებას (ტუმბლერი, პოტენციომეტრი, ასაწყობი კონდენსატორი), უნდა დაყენდეს განსაკუთრებული დამჭერის გამოყენებით. იგი უზრუნველყოფს შესაბა-

მისი ელემენტების საიმედო მექანიკურ დამაგრებას სამონტაჟო ფირფიტაზე და გამოყვანების მტვრევის თავიდან აცილებას მექანიკური დატვირთვების გამო.

ელემენტების მრგვალი და ლენტური გამოყვანების ფორმირება ხდება ხელის სამონტაჟო ინსტრუმენტის ან სპეციალური ნახევრად ავტომატური მოწყობილობით ისე, რომ გამოირიცხოს მექანიკური დატვირთვა კორპუსთან გამოყვანის მიერთების ადგილზე. გამოყვანების ფორმირებისას დაუშვებელია მათი მექანიკური დაზიანება, დამცავი დაფარვის დარღვევა, გადაღუნვა კორპუსთან გამოყვანის მიერთების ადგილზე, დაგრეხვა კორპუსის ღერძის მიმართ, მინის იზოლატორებისა და პლასტმასის კორპუსების დაზიანება. მანძილი კორპუსიდან მირჩილვის ადგილამდე უნდა იყოს არანაკლები 2,5 მმ.

არ ხდება ფორმირება, მოღუნვა და ჩამოჭრა მრავალგამოყვანიანი ეკ-ის დაყენებისას (მაგალითად, ინტეგრალური სქემებისა DIP კორპუსში და სხვ.), მათთვის, საჭიროების შემთხვევაში, შესაძლოა ჩატარდეს მხოლოდ გამოყვანების გასწორება (ე.წ. „რიხტოვკა“).

სხვადასხვა THT-კომპონენტების ფორმირებული გამოყვანების ნიმუშები მოცემულია 14.3 ნახაზზე.



ნახ.14.3. ელექტრული კომპონენტების ფორმირების მაგალითები:
ა) ღერძული გამოყვანებით; ბ) რადიალური გამოყვანებით



ნახ. 14.4

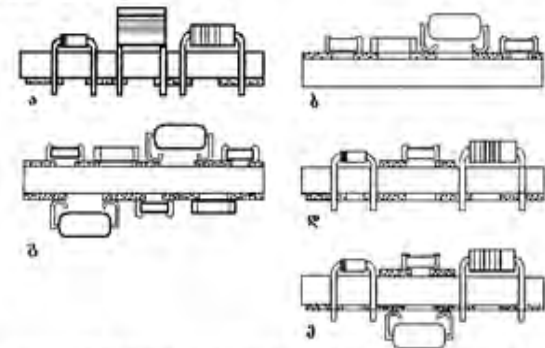
14.4 ნახ-ზე ნაჩვენებია მაღალმწარმოებლური სისტემა Compact Line™, რომელიც გამიზნულია ყველა ტიპის კორპუსის გამოყვანების ჩამოჭრისა და ფორმირებისათვის. კომპონენტების ჩატვირთვა ხდება ლენტისა, მილისებური კასეტიდან, დანაყარიდან. ფორმირების გეომეტრიული პარამეტრები რეგულირებადია, დანადგარი აღჭურვილია სავსებით ავტომატიზირებული მატრიცებით.

14.4. კომპონენტების დაყენება

კომპონენტების დაყენება ხდება ავტომატიზებულ სამუშაო ადგილებზე სპეციალური სამონტაჟო ავტომატების გამოყენებით ან მთლიანად ხელით.

უმეტესი ეკ შეიძლება იყოს როგორც SMT ასევე THT ტექნოლოგიით დაყენებისათვის განკუთვნილი. გამოწაკლისა ძალოვანი კომპონენტები, ელექტრომექანიკური რელე, გასართი, დიდი ზომის ცვლადი რეზისტორები, ინტეგრალური მიკროსქემების პანელები (თუმცა ბევრ მათგანს აქვს SMD ანალოგი). ამის გამო ზოგჯერ საჭირო ხდება შერეული მონტაჟის გამოყენება.

14.5 ნახ-ზე მოცემულია ელექტრონული ანაწყობების შესაძლო სტრუქტურული ვარიანტები.



ნახ.14.5. ელექტრონული ანაწყობების სტრუქტურული ვარიანტები:
ა) THT კომპონენტები სამონტაჟო ფირფიტის წინა მხარეზე;
ბ) SMD კომპონენტები სამონტაჟო ფირფიტის წინა მხარეზე;
გ) SMD კომპონენტები სამონტაჟო ფირფიტის ორივე (წინა და უკანა) მხარეზე;
დ) THT და SMD კომპონენტები ფირფიტის წინა მხარეზე;
ე) SMD კომპონენტები სამონტაჟო ფირფიტის ორივე (წინა და უკანა) მხარეზე, THT კომპონენტები - წინაზე.

კომპონენტების ხელით და ნახევრად ავტომატური დაყენება სრულდება ავტომატიზებულ სამუშაო ადგილზე (ინგლ. The automated workplace) ან სამონტაჟო მაგიდებზე, ამ მოწყობილობებში ავტომატიზებულია სააწყობო ინფორმაციის მიწოდება, როგორცაა: ნაბეჭდ ფირფიტაზე ეკ-ს დაყენების ადგილი და მისი ორიენტაცია, აგრეთვე შესაძლოა საჭირო კომპონენტებიანი ხონრის ავტო-

მატური მიწოდების უზრუნველყოფა, მექანიზებულია ნაბეჭდი ფირფიტის ფიქსაციის პროცესი სამონტაჟო მაგიდაზე. ავტომატიზებული სამუშაო ადგილები შესაძლოა აღჭურვილი იყოს ეკ-ს გამოყვანების ფორმირების მოწყობილობით. ასეთი მოწყობილობები იაფია, მაგრამ ნაკლებად მწარმოებლური (1000–2000 ეკ/სთ).

არსებობს ეკ-ს დაყენების შემდეგი ვარიანტები:

1. ღრეოთი - რომლის დროსაც ადგილია ფლუსის წარჩენების ჩამორეცხვა და მირჩილვისას ინტეგრალური მიკროსქემები ნაკლებად ცხელდება. შესაძლებელია ნაბეჭდი მონტაჟის გატარება კიდული ელემენტების ქვეშ. თუმცა, მატულობს კვანძის სიმაღლე, მცირდება პირდაპირი მექანიკური ზემოქმედებებისადმი მედეგობა, შესაძლებელია საკონტაქტო ბაქნის აგლეჯა.

2. ღრეოს გარეშე - რომლის დროსაც ელემენტები უკეთ ეწინააღმდეგება მექანიკურ დატვირთვებს, კვანძის ზომა ნაკლები გამოდის, უმჯობესდება თბოგადაცემა კომპონენტიდან ნაბეჭდ ფირფიტაზე (თუ რადიატორის გამოყენება მიზნშეწონილი არაა), მცირდება ეკ-ს გამოყვანების სიგრძე, რაც აუმჯობესებს მოწყობილობის ელექტრულ მახასიათებლებს. თუმცა, შესაძლოა გართულდეს აწყობილი კვანძის ჩამორეცხვა, საჭირო გახდება ეკ-სა და ნაბეჭდი გამტარების, მოლითონებული ნახვრეტების ურთიერთ-იზოლაცია (მაგალითად, მაიზოლირებული შუასადებით).

ეკ-ს დაყენება უნდა მოხდეს ისე, რომ მისი მარკირების ელემენტების გარჩევა შესაძლებელი იყოს.

კომპონენტების დაყენებისას შესაძლებელია დავაყენოთ ერთი ეკ, გადავაბრუნოთ ნაბეჭდი ფირფიტა და მივარჩილოთ და ა.შ., თუმცა, უფრო ტექნოლოგიურია მეთოდი, როდესაც ნაბეჭდ ფირფიტას აქვს ხისტი ფიქსაცია. ნაბეჭდი ფირფიტის დასამაგრებლად

და მონტაჟის პროცესში მის გადასაბრუნებლად გამოიყენება სპეციალური სამარჯვი.

არსებობს ნაბეჭდი ფირფიტის დამჭერები (ნახ.14.6) ფირფიტის ზამზარისებური ფიქსატორით, რომელიც უზრუნველყოფს მის დამაგრებას ჰორიზონტალურ, ვერტიკალურ, სიბრტყის მიმართ მობ-



ა) ბ)

ნახ.14.6. ნაბეჭდი ფირფიტების სამარჯვები: ა) PanaVise Products, Inc.; ბ) Cooper Industries, LLC

რუნებულ მდგომარეობებში. გააჩნია აგრეთვე ანტისტატიკური დაცვა მონტაჟისა და მირჩილვისას.

ღერძული გამოყვანების მქონე ეკ-ების ვერტიკალური დაყენება ამაღლებს გაერთმობლიანების ხარისხს, თუმცა ამცირებს ტექნოლოგიურობას, ადიდება გამტარების ურთიერთმოკლე ჩართვის ალბათობას, კვანძის სიმაღლეს და გარეგნულ ხედს არასასიამოვნოს ხდის. კომპონენტების დაყენების ტიპების რეგლამენტირება ხდება დარგობრივი და საწარმოო სტანდარტებით.

14.5. სარჩილავი

სარჩილავი - ხელის ინსტრუმენტი, გამოიყენება მოკალვის და მირჩილვის დროს დეტალების, ფლუსის გასაცხელებლად, სარჩილის გასაღობად და კონტაქტის ადგილზე მის შესატანად. სარჩილის მუშა ნაწილი ცხელდება ალით (მაგალითად, სარჩილავი ლამპის) ან ელექტრული დენით.

მცირე სიმძლავრის ელექტროსარჩილავები (სიმძლავრით 5-40 ვტ) გამოიყენება ელექტრონული კომპონენტების მისარჩილად ადვილად დნობადი კალა-ტყვია-სტიბიუმის სარჩილების გამოყენებით. სარჩილავი ელექტრონიკასა და ელექტრო-მექანიკაში გამოყენებული ძირითადი ინსტრუმენტია.

ნაბეჭდი სამონტაჟო ფორფიტების მონტაჟისას გამოიყენება სხვადასხვა სიმძლავრის სარჩილავები:

- მიკროსქემებისა და 1 მმ-მდე გამოყვანების მქონე სხვა კომპონენტების აგრეთვე თხელი გამტარების მისარჩილავად 15-20 ვტ-იანი;

- სტატიკური ძაბვისადმი მგრძობიარე მცირე ზომის ელემენტების მონტაჟისას 24-40 ვტ-იანი;

- ფართო გამტარების, კვების სალტეების და სხვადასხვა მასიური ელემენტების მისარჩილად 40-80 ვტ-იანი;

- ფოლადის მასიური, ფერადი ლითონებისაგან დამზადებული დიდი თბოგამტარობის მქონე კონსტრუქციების მისარჩილად 100 ვტ და მეტი სიმძლავრისანი.

კონსტრუქციის მიხედვით ელექტროსარჩილავს შესაძლოა ჰქონდეს სხვადასხვა კონსტრუქცია. გავრცელებულია ღეროვანი და „პისტოლეტის“ ტიპის იმპულსური სარჩილავი მოსახსნელი გარე გამაცხელებელი ელემენტით.

ღეროვანი სარჩილავი არის ლითონის თხელი მილაკი, რომლის ერთ ბოლოზეა თერმომედეგი პლასტმასის ან ხის სახელური, მეორეზე საცვლელი სპილენძის ღერო (საწერტელი), ბოლოში წამახული კონუსისებრად ან ორგვერდა კუთხისებურად (ნახ.14.7). საწერტელის ბოლოს აკალავებენ. მილაკის შიგნით მოთავსებულია -



ნახ. 14.7

ნიქრომის ან სხვა მაღალი ხვედრითი წინაღობის მქონე შენადნობისაგან დამზადებული ელექტროიზოლირებული გამახურებელი ელემენტი. იგი მიერთებულია დენგამტარ ზონართან (შურთან), რომელიც გადის სახელურში და უერთდება ქსელს ან დამადაბლებელ ტრანსფორმატორს ან დიმერს.

სარჩილავის მუშა მდგომარეობაში მოსაყვანად მას რთავენ ქსელში და აყოვნებენ (დაახლოებით 5-6 წუთი) ვიდრე საწერტელის ბოლო არ გახურდება სარჩილის დნობის ტემპერატურამდე.

სარჩილავის მუშა მდგომარეობაში მოსაყვანად მას რთავენ ქსელში და აყოვნებენ (დაახლოებით 5-6 წუთი) ვიდრე საწერტელის ბოლო არ გახურდება სარჩილის დნობის ტემპერატურამდე.



ნახ. 14.8

იმპულსური სარჩილავი - საყოფაცხოვრებო

სარჩილავების წაირსახეობა ღია გამახურებლით (ნახ.14.8). მას აქვს პისტოლეტის ფორმა, რომლის ბოლოზე მოთავსებულია ორი ელექტრული კონტაქტი და შესანათი, კონტაქტებზე მაგრდება გამახურებელი ელემენტი. შიგნით მოთავსებულია დამადაბლებელი ტრანსფორმატორი, „პისტოლეტის“ ტიპის სარჩილავის ძირითადი დადებითი თვისებაა, რომ მუშა ტემპერატურამდე ცხელდება 2-5 წმ-ის განმავლობაში. უარყოფითი მხარეა დიდი გაბარიტი, წონა და საწერტელის (წვერის) სამსახურის მცირე ვადა.

სარჩილავის ძირითადი დადებითი თვისებაა, რომ მუშა ტემპერატურამდე ცხელდება 2-5 წმ-ის განმავლობაში. უარყოფითი მხარეა დიდი გაბარიტი, წონა და საწერტელის (წვერის) სამსახურის მცირე ვადა.

სარჩილავი სადგური (ნახ.14.9). ჩვეულებრივ სარჩილავში საწერტელის ტემპერატურის არჩევა შეუძლებელია, ვინაიდან იგი ისეა კონსტრუირებული, რომ ტემპერატურა მერყეობს 250-400 °C -ის ფარგლებში. ზოგ შემთხვევაში საწერტელის ტემპერატურის ასეთი რყევა დაუშვებელია, ამიტომ სარჩილავი სადგურის სარჩილავს საწერტელის მახლობლად ჩამონტაჟებული აქვს თერმოგადაძწოდი. სარჩილავი სადგური აკონტროლებს საწერტელის მიმდინარე ტემპერატურას



ნახ. 14.9

სარჩილავის ძირითადი დადებითი თვისებაა, რომ მუშა ტემპერატურამდე ცხელდება 2-5 წმ-ის განმავლობაში. უარყოფითი მხარეა დიდი გაბარიტი, წონა და საწერტელის (წვერის) სამსახურის მცირე ვადა.

და არეგულირებს მძვას სარჩილავზე, რომ ტემპერატურა შესაბამებოდეს მოცემულ სიდიდეს. 14.9 ნახ-ზე ნაჩვენებია WD 1000 მიკროპროცესორით მართვადი ციფრული სარჩილავი სადგური, შესრულებული თანამედროვე ერგონომიკული დიზაინით, რომლის მახასიათებლებია:

- დიდი LCD მონიტორი;
- მაქსიმალური სიმძლავრე 80 ვტ;
- ტემპერატურული დიაპაზონი 50°C- 450°C;
- შესაძლებელია ტემპერატურის სამი დაფიქსირებული მნიშვნელობის დაყენება ტემპერატურული დილაკების საშუალებით;
- სადგამის ანტისტატიკური დიზაინი ითვალისწინებს ოთხ სხვადასხვა მდგომარეობას;
- ავტომატურად ასხვავებს კუთვნილ სარჩილავ მოწყობილობებს და გადაიწერება შესაბამისი საკონტროლო პარამეტრები;
- WD1000-ის შედგენილობაში შედის კვების ბლოკი, სარჩილავი WSP 80, სადგამი WDH 10.

14.6. სარჩილი

მირჩილვისას გამოიყენება შემდეგი ძირითადი მასალები:

კალა, ტყვია, კადმიუმი, სტიბიუმი, ბისმუთი, ცინკი, სპილენძი, კანიფოლი (წიწვოვანი ხეების ფისის გადამუშავების შედეგად მიღებული პროდუქტი).

სარჩილის არჩევა დამოკიდებულია შესაერთებელ ლითონებსა და შენადნობებზე, მირჩილვის მეთოდზე, ტემპერატურულ შეზღუდვებზე, დეტალების ზომებზე, მოთხოვნილ მექანიკურ სიმტკიცეზე, კოროზიისადმი მედეგობაზე და სხვ.

მე-17 ცხრილში მოცემულია რეკომენდაციები ადვილად დნობადი სარჩილების გამოყენების შესახებ. მათზე დაყრდნობით შესაძლოა სარჩილის არჩევა. ასოები ПОС მარკირებაში რუსული აბრევიატურაა და აღნიშნავს კალა-ტყვიის სარჩილს (припой оловянно-свинцовый), ციფრები - კალის შემცველობას პროცენტებში (ПОС 61, ПОС 40). კალა-ტყვიის სარჩილის შედგენილობაში სპეციალური მიზნით ამატებენ კადმიუმს, ბისმუტს, ცინკს და სხვ. ლითონებს.

ადვილად დნობად სარჩილს აშხადებენ: ჩამოსხმული შოთის; წნულის; მავთულის; ფოლგისებური ლენტის; ფხვნილის; 1-დან 5 მმ-მდე კანიფოლით შევსებული მილაკის; აგრეთვე პასტის სახით.

ადვილად დნობადი სარჩილები

სარჩილის მარკა	ტემპერატურა	გამოყენების სფერო
ПОС 90	222 °C	დეტალებისა და კვანძების მირჩილვა, რომლებიც შემდგომ დაექვემდებარება გალვანურ დამუშავებას (მოვერცხვლა, მოოქროვება)
ПОС 61	190 °C	მოკალავება და მირჩილვა თხელი სპირალური ზამბარებისა საზომ ხელსაწყოებში და სხვ. საპასუხისმგებლო დეტალებისა ფოლადის, სპილენძის, თითბურის, ბრინჯაოსაგან, როდესაც დაუშვებელია ან არასასურველი ძალიან გაცხელება მირჩილვის ზონაში. მირჩილვა გრანულის თხელი გამტარებისა (დიამეტრით 0,05-0,08 მმ), რადიოელემენტების და მიკროსკელების გამოყენების, სამონტაჟო გამტარების პოლიქრომინილის იზოლაციით
ПОС 50	222 °C	იგივე, როდესაც დასაშვებია უფრო მეტად გაცხელება, ვიდრე ПОС 61-ის შემთხვევაში
ПОС 40	235 °C	მოკალავება და მირჩილვა დენგამტარი არასაპასუხისმგებლო დანიშნულების დეტალებისა, როდესაც დასაშვებია უფრო მეტად გაცხელება, ვიდრე ПОС 50 ან ПОС 61-ის შემთხვევაში
ПОССу 4 - 6	265 °C	მოკალავება და მირჩილვა სპილენძის და რკინის დეტალებისა გამდნარ სარჩილიან აბაზანაში ჩაბირვის მეთოდით
ПОСК 50	145 °C	მირჩილვა დეტალებისა სპილენძისა და მისი შენადნობებისაგან, რომელთათვისაც დასაშვებია არააადგილობრივი გადახურება. ნახევრად გამტარიანი ხელსაწყოების მირჩილვა
ПОСК 47 - 17	180 °C	გამტარებისა და ელემენტების გამოყენების მირჩილვა ვერცხლის ფენასთან, რომელიც კერამიკაზე დატანილი გამოწვის მეთოდით
„როზე“-ს შენადნობი	92-95 °C	მირჩილვა როდესაც საჭიროა სარჩილის დნობის განსაკუთრებით დაბალი ტემპერატურა
„დ'არსენვილ“-ის შენადნობი	79 °C	
„ვუდ“-ის შენადნობი	60 °C	

14.7. ფლუსი

ფლუსი იხსნება და ამორებს ოქსიდებსა და ჭუჭყს მირჩილვით შეერთებული ზედაპირებიდან. გარდა ამისა, მირჩილვის დროს ის იცავს დაქანავისაგან გაცხელებული ლითონის ზედაპირს და გამდნარ სარჩილს. ყოველივე ეს ხელს უწყობს სარჩილის განღვრას და შესაბამისად მირჩილვის ხარისხის გაუმჯობესებას.

ფლუსის არჩევა ხდება მირჩილვით შესაერთებელი ლითონების ან შენადნობების თვისებების და გამოყენებული სარჩილის, აგრეთვე მირჩილვის მეთოდის გათვალისწინებით.

ფლუსის ნარჩენები, განსაკუთრებით აქტიურის, და მისი დამლის პროდუქტები საჭიროა მირჩილვისთანავე მოცილდეს, ვინაიდან აჭუჭყიანებს შეერთების ადგილებს და კოროზიის კერას წარმოადგენს. ელექტრო და რადიოაპარატურის მონტაჟის დროს ფართოდ გამოიყენება კანიფოლი და ფლუსები, რომლებიც მზადდება კანიფოლის ბაზაზე არააქტიური ნივთიერების - სპირტის, გლიცერინის და ზოგჯერ სვიპიდარის დამატებით. კანიფოლი არაჰიგროსკოპულია, კარგი დიელექტრიკია, ამიტომ მისი ნარჩენები, რომლებიც არ იქნება მოცილებული საშიშროებას არ წარმოადგენს მირჩილვით შეერთებისათვის. მონაცემები ზოგიერთი ფლუსების შესახებ მოცემულია მე-18 ცხრილში.

არააქტიური (მყავას გარეშე) ფლუსები

დასახელება (შედგენილობა %)	გამოყენების სფერო	ნარჩენების მოცილების მეთოდი
კანიფოლი ღია ფერის	სპილენძის, თითბურის, ბრინჯაოს მირჩილვა ადვილად დნობადი სარჩილით	სპირტში ან აცეტონში დასველებული ფუნჯით ან ტამპონით გარეცხვა
სპირტ-კანიფოლის ფლუსი (კანიფოლი 15-18; ეთილის სპირტი - დანარჩენი)	იგივე და მირჩილვა ძნელად მისადგომ ადგილებში	იგივე
სპირტ-კანიფოლის ფლუსი (კანიფოლი 6; გლიცერინი 14; ეთილის სპირტი ან დენატურატი - დანარჩენი)	იგივე და მირჩილული შეერთების ჰერმეტიკისადმი ამაღლებული მოთხოვნების შემთხვევაში	იგივე

კატეგორიულად აკრძალულია აქტიური ფლუსების გამოყენება ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტების ან რადიოდეტალების მისარჩილად. ამ შემთხვევაში გამოიყენება მხოლოდ კანიფოლი ან სპირტ-კანიფოლი.

14.8. სარჩილი პასტა სამონტაჟო ფირფიტის ზედაპირული (SMT) მონტაჟისათვის

სარჩილი პასტა არის პასტისებური ნივთიერება, რომელიც შედგება სფეროს ფორმის სარჩილის ძალიან წვრილი ნაწილაკების, ფლუსის და სხვადასხვა დანამატების ნარევისაგან. სარჩილი პასტის თვისებები ძირითადად დამოკიდებულია სარჩილში შემავალი ლითონების პროცენტულ შემადგენლობაზე, შენადნობის ტიპზე, სარჩილის ნაწილაკების ზომაზე და გამოყენებული ფლუსის ტიპზე.

მე-19 ცხრილში მოცემულია ზოგიერთი სარჩილი პასტის დასახელება და პარამეტრები

ცხრილი 19

სარჩილი პასტის დასახელება	შედგენილობა	ღებვის ტემპერატურა	ფლუსის პროცენტული შედგენილობა
623602W-38	Sn62%/Pb36%/Ag2%	179°C	10,5%
623602-38	Sn62%/Pb36%/Ag2%	179°C	9,5%
623602-38	Sn62%/Pb36%/Ag2%	179°C	9,5%
623602-38	Sn62%/Pb36%/Ag2%	179°C	9,5%
9603005-38	Sn%/Ag4%/Cu0.5%/Ni0.06%/Ge0.01%	219°C	11%
9603005-W38	Sn%/Ag3%/Cu0.5%/Ni0.06%/Ge0.01%	219°C	11%

ბოლო ხანს წარმოებაში უფრო ხშირად ცდილობენ სარჩილი პასტების გამოყენებას, რომლებიც არ შეიცავს ტყვიას. ეს ისეთი პროდუქციის გამოშვების საშუალებას იძლევა, რომელიც შესაბამება ევროკავშირის მიერ მიღებული ეკოლოგიური უსაფრთხოების ნორმებს. ასეთი ტიპის პასტებს განეკუთვნება SMT9603005-38 და SMT9603005W-38 მარკის პასტები.

14.9. მირჩილა

მირჩილა - ლითონების შეერთება სხვა, უფრო ადვილად ღებადი ლითონის საშუალებით.

გაცხელებული სარჩილი ქმნის შიგა შეერთებებს ისეთ ლითონებთან, როგორცაა სპილენძი, თითბერი, ვერცხლი და სხვ. იმ შემთხვევაში, თუ:

- მისარჩილავი დეტალების ზედაპირები გასუფთავებულია ე.ი. მოცილებულია დროთა განმავლობაში წარმოქმნილი ჟანგეულის ფენა;

- მირჩილის ადგილას დეტალი გახურებულია ტემპერატურამდე, რომელიც აღემატება სარჩილის დნობის ტემპერატურას;

- მირჩილის პროცესში მირჩილის ადგილი დაცულია ჰაერში არსებული ჟანგბადის ზემოქმედებისაგან. ამ ამოცანას ასრულებს ფლუსი, რომელიც გადაკვრება თხევადი ლითონის ზედაპირს.

საკონტაქტო ბაქნისა და დეტალის გამოყვანის ხარისხიანი მირჩილის ძირითადი კრიტერიუმია, რომ მირჩილის ადგილს უნდა ჰქონდეს გლუვი და ბრჭყვიალა ზედაპირი.

გამტარების მირჩილით შეერთება უზრუნველყოფს ხანგრძლივ კონტაქტს და კარგ გამტარობას. იმ შეერთებებისათვის, რომლებიც განიცდის მექანიკურ ზემოქმედებას, მირჩილა არ გამოიყენება. მისარჩილავი გამტარებისა და დეტალების ზედაპირები წინასწარ უნდა გასუფთავდეს ჭუჭყისა და ჟანგეულის ფენისაგან.

მირჩილა ძირითადი ტექნოლოგიური ოპერაციაა, რომელიც განსაზღვრავს რადიოელექტრონული აპარატურის ხარისხს და საიმედოობას. არსებობს მირჩილის მრავალი სახე. შემდგომ განხილული იქნება მირჩილის განსაკუთრებულად ხშირად გამოყენებადი სახეები.

THT ტექნოლოგიის ჩარჩოში ძირითადად გამოიყენება მირჩილის სამი მეთოდი: *ხელით*; *სელექციური* და *ტალღით* მირჩილა.

ა) ხელით მირჩილა

ხელით მირჩილა ხდება სარჩილავის გამოყენებით. წინასწარ დაყენებული THT-კომპონენტების ხელით მირჩილა ტარდება ანალოგიური ან ციფრული სარჩილავი სადგურის გამოყენებით.

უშუალოდ მირჩილის დაწყებისას მომზადებულ ზედაპირებს ფარავენ ფლუსით. მისი მოქმედების შედეგად ლითონსა და სარჩილზე არსებული ჟანგეულის აფსკები იხსნება, ფხვიერდება და

ამოტივტივდება ფლუსის ზედაპირზე. გასუფთავებული ლითონის გარშემო წარმოიქმნება ფლუსის დამცავი ფენა, რომელიც ხელს უშლის ჟანგულის ფენის წარმოქმნას. გათხევადებული სარჩილი ჩანაცვლებს ფლუსს და ურთიერთქმედებს ძირითად ლითონთან. სარჩილის ფენა გახურების შეწყვეტის შემდეგ მყარდება.

მირჩილვის პროცესში მნიშვნელოვანია საჭირო ტემპერატურის შენარჩუნება. დადაბლებული ტემპერატურა იწვევს სარჩილის არასაკმარის გათხევადებას და შესაერთებელი ზედაპირების ცუდ დასველებას. ტემპერატურის მნიშვნელოვანი ამაღლება იწვევს ფლუსის დანახშირებას, მის მიერ მირჩილული ზედაპირების აქტივაციამდე. უნდა აღინიშნოს, რომ სარჩილავ სადგურზე გამოტანილი სარჩილავის საწერტელის ტემპერატურა ყოველთვის მაღალია მირჩილვის რეალურ ტემპერატურაზე, რაც განპირობებულია მირჩილვით შეერთების წარმოქმნაში მონაწილე ელემენტების თბოტევადობით. ტემპერატურის შერჩევა ხორციელდება გამოყენებული სარჩილის, კომპონენტის კორპუსის ტიპისა და ზომის, ნაბეჭდი ფორმის მასალისა და ტოპოლოგიის გათვალისწინებით.

ცნობილია, სარჩილავ სადგურს ახასიათებს: საწერტელის სწრაფი გახურება მუშა ტემპერატურამდე; საწერტელის ტემპერატურის ზუსტი და ხშირი კონტროლი; სადგურის ავტომატური დაკალიბრება საწერტელის ან სარჩილავის გამოცვლისას; საწერტელის სწრაფად გამოცვლის შესაძლებლობა.

ასეთი შესაძლობლობები უმეტესად ახასიათებს ციფრულ სარჩილავ სადგურებს, რომელთაც უფრო ზუსტად შეუძლიათ სარჩილავის ტემპერატურის დაყენება, შენარჩუნება და მართვა ანალოგურთან შედარებით, აგრეთვე საშუალებას იძლევა სადგურს მიუერთდეს რამდენიმე ინსტრუმენტი. მირჩილვისათვის გამოიყენება თხევადი ფლუსი და მავთულისებრი სარჩილი. ფლუსი მირჩილვის ადგილზე დაიტანება ფუნჯით.

ნახვრეტებში დაყენებული კომპონენტების მირჩილვის ტიპური თანამიმდევრობა შემდეგია:

- სარჩილავის საწერტელის გაწმენდა (საჭიროებისას), მისი მოკალაგება;
- სარჩილავის საწერტელის ტემპერატურის დაყენება;
- დაყოვნება, რომლის პროცესში ხდება სარჩილავის საწერტელის გახურება საჭირო ტემპერატურამდე;
- საწერტელის ერთდროული კონტაქტისათვის მიახლოება

საკონტაქტო ბაქანთან და ელექტრონული კომპონენტის გამოყვანთან მათი გახურების უზრუნველსაყოფად, მცირედენი დაყოვნება (0,5 - 1 წმ);

- სარჩილის წნელის მიწოდება მირჩილვით შეერთების ადგილთან, კავშირის წარმოქმნით გამოყვანსა და საკონტაქტო ბაქანს შორის;
- გამოყვანის მოცვა სარჩილით წრეზე 360°-ით;
- სარჩილის წნელის და სარჩილის საწერტელის ერთდროული მოცილება (ზევითა მიმართულებით ელექტრონული კომპონენტის გასწვრივ).

SMD კომპონენტების მირჩილვისას ხარისხიანი შედეგის მისაღებად შესაძლოა საწერტელი „მიკროტალდა“-ს გამოყენება. ამ საწერტელს მუშა სიბრტყეში აქვს ნახვრეტი, რომლის დახმარებით და მასში წარმოქმნილი კაპილარული ეფექტის გამო შესაძლოა არა მარტო დავიტანოთ სარჩილი, არამედ ეფექტურად მოვაშოროთ ზედმეტი. სარჩილის სახით მოსახერხებელია 0,5 მმ-იანი თხელი მავთულის გამოყენება. მირჩილვის ტექნოლოგია შემდეგია: საკონტაქტო ბაქნებზე დებენ SMD კომპონენტს (ნახ.14.10); უხვად ასველებენ თხევადი ფლუსით; კომპონენტს ადებენ

სარჩილავის საწერტელს; სარჩილი საწერტელიდან გადაედიანება კომპონენტის კონტაქტებზე და ნაბეჭდი ფორმის საკონტაქტო ბაქნებზე; აშორებენ სარჩილავს.

მიკროსქემის მირჩილვისას უნდა მოხდეს მისი პოზიციონირება ისე, რომ გამოყვანები მოხვდნენ თავიანთ საკონტაქტო ბაქნებზე, უხვად დასველდეს მირჩილვის ადგილები ფლუსით, მიირჩილოს ერთი განაპირა გამოყვანი, შემდეგ კიდევ ერთი დიაგონალზე, ამის შემდეგ საიმედოდ დამაგრებული მიკროსქემის სხვა გამოყვანებსაც მიაჩილავენ.

ბ) სელექციური მირჩილვა

სელექციური მირჩილვისას მიმდინარეობს ცალკეული ელექტრონული კომპონენტების არჩევითი მირჩილვა ნაბეჭდ სამონტაჟო ფორმულაზე, როდესაც არ ხდება ზემოქმედება მასზე დაყენებულ სხვა კომპონენტებზე და როგორც წესი სრულდება სარჩილის მინიტალდით. არსებობს აგრეთვე ლაზერითა და გახურებული გაზით სელექციური მირჩილვის სისტემები. მინიტალდით მირჩილვის

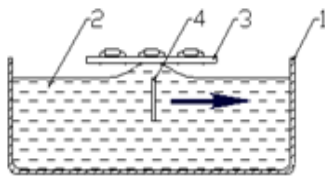
პროცესი წააგავს ჩვეულებრივი ტალღით მირჩილვის პროცესს, იმ მნიშვნელოვანი სხვაობით, რომ ხდება არა მთლიანად ნაბეჭდი ფირფიტის მირჩილვა, არამედ ცალკეული ელექტრონული კომპონენტების.

სელექციურ მირჩილვას აქვს გარკვეული უპირატესობა ხელით და ტალღით მირჩილვასთან შედარებით, მაგალითად: ტექნოლოგიური მასალების (ფლუსი, სარჩილი, ინერტული გაზი) და ელექტრონურების ხარჯის შემცირება; საწარმოო ციკლის დროის და თანამშრომლების რაოდენობის შემცირება ხელით მირჩილვის უბანზე; გადარეცხვის საჭიროების გამორიცხვა; ნაბეჭდ ფირფიტაზე განსხვავებული ელექტრონული კომპონენტების მირჩილვის შესაძლებლობა სხვადასხვა სარჩილებით ერთ დასადგარზე ერთი ციკლის განმავლობაში; ადამიანის ფაქტორის თავიდან აცილება, მთელ პარტიაზე პროცესის პარამეტრების გამეორებადობა.

ეს უპირატესობა განაპირობებს, რომ მეწარმეები ტალღით და ხელით მირჩილვის ნაცვლად იყენებენ SMD კომპონენტებისათვის მირჩილვას შემოღობით და სელექციურ მირჩილვას მანჭვალისანი ელექტრონული კომპონენტებისათვის.

გ) მირჩილვა სარჩილის ტალღით

მირჩილვის ამ სახეობას ძირითადად იყენებენ ნაბეჭდი ფირფიტების აწყობისას, რომელზეც დაყენებულია ნახვრეტში ჩასამონტაჟებული კომპონენტები. ამავე დროს ზოგიერთი ევროპელი მეწარმე ამ მეთოდს წარმატებით იყენებს SMT ტექნოლოგიით ნაბეჭდი ფირფიტების აწყობისას. მირჩილვის პროცესი საკმაოდ მარტივია: ტრანსპორტერზე დაყენებულ ნაბეჭდ ფირფიტებს წინასწარ ახურებენ, რომ გამოირიცხოს სითბური დარტყმა მირჩილვის ეტაპზე. შემდეგ ფირფიტა გადაივლის სარჩილის ტალღაზე (ნახ.14.11). საკუთრივ ტალღა, მისი ფორმა (ნახ.14.12) და დინამიკური მახასია-



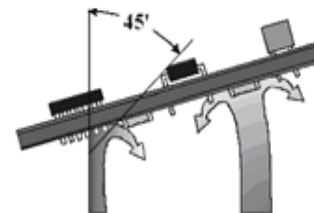
ნახ. 14.11. 1 - აბაზანა; 2 - გამლღვარი სარჩილი; 3 - ფირფიტა რადიოელემენტებით; 4 - ტიხარი (მომრეცხი და წარმოქმნის სარჩილის ტალღას)



ნახ. 14.12. 1 - სარჩილის ტალღა, ტალღისებური ზედაპირიდან ჩამომდინარე; 2 - ნაბეჭდი ფირფიტა

თებლები არის მირჩილვის მოწყობილობის მნიშვნელოვანი პარამეტრები. ფრქვევანას დახმარებით შესაძლებელია ტალღის ფორმის შეცვლა. მირჩილვის ადრეულ მოწყობილობებში გამოიყენებოდა სიმეტრიული ტალღები, თანამედროვე ეტაპზე თითოეული მეწარმე იყენებს ტალღის თავისებურ ფორმას, მაგალითად, Z-ისებრს ან T-ისებრს. ნაბეჭდ ფირფიტასთან მიღწეული სარჩილის ნაკადის მოძრაობის სიჩქარე და მიმართულება შესაძლოა იცვლებოდეს, მაგრამ უნდა იყოს ერთნაირი ტალღის მთელ სიგანეზე. ფირფიტებისათვის ტრანსპორტერის დახრის კუთხე ასევე რეგულირდება. ზოგიერთი მირჩილვის დასადგარი აღჭურვილია მდებარეობის საპერო დანით, რომელიც უზრუნველყოფს სარჩილის შესაკრავების რაოდენობის შემცირებას. დანა მოთავსებულია სარჩილის ტალღის გავლის მონაკვეთის შემდეგ და მოქმედებს როდესაც სარჩილი ჯერ კიდევ გამდნარ მდგომარეობაშია საკომუტაციო ფირფიტაზე. დიდი სიჩქარით მოძრავ გაცხელებული ჰაერის ვიწრო ნაკადს თან მიაქვს სარჩილის ზედმეტი რაოდენობა და ამგვარად არღვევს შესაკრავებს და ხელს უწყობს სარჩილის ნარჩენების მოცილებას.

ნაბეჭდი ფირფიტის მეორე მხარეს დამონტაჟებული მარტივ კომპონენტებიანი ნაკეთობის ხარისხის ასამაღლებლად საჭირო გახდა ტალღით მირჩილვის ტექნოლოგიური პროცესის შეცვლა, კერძოდ სარჩილის მეორე ტალღის შემოტანა (ნახ.14.13). პირველი ტალღა



ნახ. 14.13. მირჩილვა სარჩილის ორმაგი ტალღით

და კეთდება ტურბულენტური და ვიწრო, ის წარმოიქმნება ფრქვევანადან დიდი წნევით. ტურბულენტობა და სარჩილის ნაკადის მაღალი წნევა გამოირიცხავს ფლუსის დაშლის გაზისებური პროდუქტებიანი უბნების ფორმირებას. თუმცა ტურბულენტური ტალღა მაინც წარმოქმნის სარჩილის შესაკრავებს, რომელთაც შლის მეორე, უფრო დამრეცი, დენადობის ნაკლები სიჩქარის მქონე ტალღა. მეორე ტალღას ახასიათებს გასუფთავების უნარი და აცილებს შესაკრავებს. მირჩილვის ეფექტურობის უზრუნველსაყოფად თითოეული ტალღის პარამეტრები უნდა იყოს რეგულირებადი. ამიტომ ორმაგი ტალღით მირჩილვის დასადგარებს უნდა ჰქონდეთ ცალკეული ტუმბოები, ფრქვევანები, აგრეთვე

მელთაც შლის მეორე, უფრო დამრეცი, დენადობის ნაკლები სიჩქარის მქონე ტალღა. მეორე ტალღას ახასიათებს გასუფთავების უნარი და აცილებს შესაკრავებს. მირჩილვის ეფექტურობის უზრუნველსაყოფად თითოეული ტალღის პარამეტრები უნდა იყოს რეგულირებადი. ამიტომ ორმაგი ტალღით მირჩილვის დასადგარებს უნდა ჰქონდეთ ცალკეული ტუმბოები, ფრქვევანები, აგრეთვე

მართვის ბლოკები თითოეული ტალღისათვის.

თუ ორმაგი ტალღით მირჩილვას იყენებენ ნაბეჭდი ფირფიტის დასამონტაჟებლად, რომლის ზედაპირზე დაყენებულია რთული სტრუქტურის მქონე კომპონენტები, საჭიროა გარკვეული სიფრთხილე, კერძოდ: გამოყენებული უნდა იყოს ზედაპირზე დასამონტაჟებელი ინტეგრალური სქემები, რომლებიც არ არის მგრძობიარე თბური ზემოქმედებისადმი; დადაბლდეს ტრანსპორტერის სიჩქარე; საკომუტაციო ფირფიტა დაპროექტდეს ისე, რომ გამოირიცხოს დაჩრდილვის ეფექტი (shadow effect).

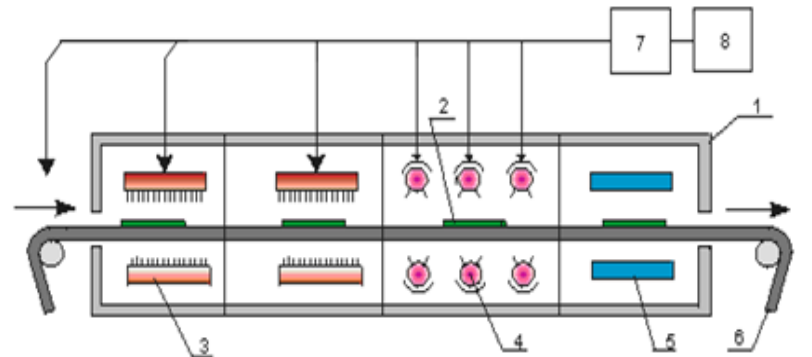
დ) ინფრაწითელი გამოსხივებით მირჩილვა

ინფრაწითელი გახურებით მირჩილვის დასადაგარებში გამოყენებული სითბოს გადაცემის ძირითადი მექანიზმია გამოსხივება. სითბოს გადაცემას გამოსხივებით აქვს დიდი უპირატესობა ზემოთ აღწერილ მეთოდებში გამოყენებულ თბოგამტარობით და კონვექციით თბოგადაცემასთან შედარებით, ვინაიდან ესაა თბოგადაცემის ერთად ერთი მეთოდი, რომელიც უზრუნველყოფს თბური ენერჯის გადაცემას დასამონტაჟებელი მოწყობილობის მთელ მოცულობაზე. თბოგადაცემის სხვა მექანიზმები უზრუნველყოფს თბური ენერჯის გადაცემას დასამონტაჟებელი მოწყობილობის მხოლოდ ზედაპირზე. ინფრაწითელი გამოსხივებით მირჩილვის პროცესში გახურების სისწრაფე რეგულირდება თითოეული გამომსხივარის სიმძლავრის და საკომუტაციო ფირფიტებიანი ტრანსპორტერის მოძრაობის სიჩქარის რეგულირებით. შესაბამისად თერმული დაბაბულობა ნაბეჭდ ფირფიტასა და კომპონენტებში შესაძლოა დადაბლდეს მიკროანაკრებების თანდათანობით გახურების საშუალებით. ინფრაწითელი გამოსხივებით გახურების გამოყენებით მირჩილვის ძირითადი ნაკლია, რომ კომპონენტებისა და ნაბეჭდი ფირფიტის მიერ შთანთქმული გამოსხივების ენერჯის რაოდენობა დამოკიდებულია იმ მასალების შთანთქმისუნარიანობაზე რომლისგანაც ისინია დამზადებული. ამიტომ გახურება მიმდინარეობს არათანაბრად, გამომყვანების გარეშე ან J-სებრი გამომყვანების მქონე კრისტალის მატარებლების მირჩილვა შეიძლება ვერ მოხერხდეს ინფრაწითელი გახურებით დასადაგარში, თუ კომპონენტი არ არის გამჭვირვალე ინფრაწითელი გამოსხივებისათვის.

ინფრაწითელი გახურებით მირჩილვის ზოგიერთ დასადაგარში ინფრაწითელი გამოსხივების ღამის ნაცვლად გამოიყენება პანელის ტიპის გამომსხივარი სისტემები. ამ შემთხვევაში გამოსხივებას

აქვს ბევრად დიდი ტალღის სიგრძე, ვიდრე ტრადიციული წყაროებით გამოსხივებისას. ასეთი გამომსხივარი სისტემის გამოსხივება არ ახურებს უშუალოდ მიკროანაკრებს, არამედ შთანთქმება ტექნოლოგიური გარემოს მიერ, რომელიც თავის მხრივ გადასცემს სითბოს მიკროანაკრებს კონვექციის ხარჯზე. მირჩილვის ეს მეთოდი თავისუფალია იმ ნაკლოვანებებისაგან, რომელიც ახასიათებს ტრადიციულ მირჩილვას ინფრაწითელი გახურებით, მაგალითად, მიკროანაკრების ცალკეული ნაწილების არათანაბარი გახურება და ინფრაწითელი გამოსხივებისათვის არაგამჭვირვალე კორპუსში მოთავსებული კომპონენტების მირჩილვის შეუძლებლობა. პანელიან გამომსხივარებს აქვთ შეზღუდული სამსახურის ვადა და უზრუნველყოფს გახურების ბევრად მცირე სიჩქარეს, ვიდრე ინფრაწითელი გამოსხივების ტრადიციული წყაროები. თუმცა მათი გამოყენებისას შესაძლოა საჭირო არ გახდეს ინერტული გაზის შემცველი ტექნოლოგიური გარემო.

14.14. ნახ-ზე ნაჩვენებია ინფრაწითელი გამოსხივებით მირჩილვის დასადაგარის სქემა, რომელიც შედგება 1-ლი კორპუსისაგან,

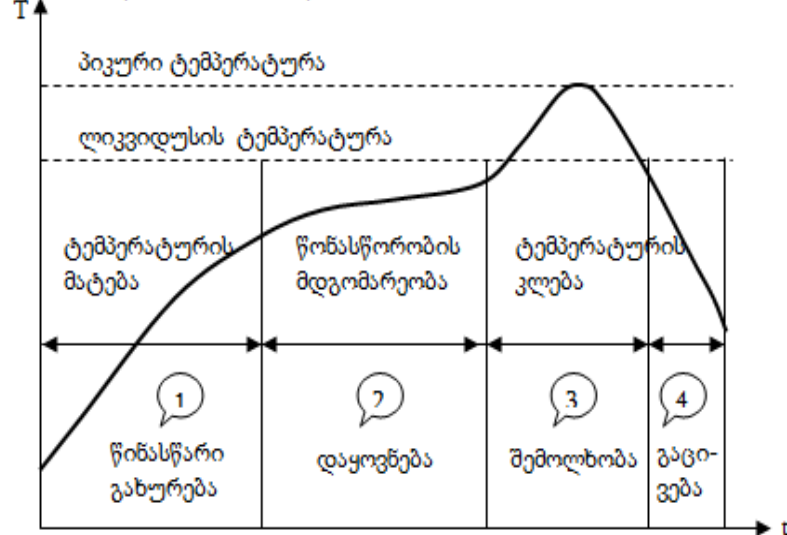


ნახ. 14.14. მირჩილვა ინფრაწითელი გამოსხივებით: 1-კორპუსი; 2-ნაბეჭდი ფირფიტა; 3-ბრტყელი ინფრაწითელი გამახურებლები (პანელები); 4-კვარცვლი ინფრაწითელი ღამები; 5-გამაცივებელი; 6-კონვეიერის ლენტა; 7-მიკროპროცესორი; 8-დისპლეი

რომლის შიგნით განლაგებულია გახურების რამდენიმე ზონა, თითოეულ მათგანში ხდება მოცემული თბური რეჟიმის უზრუნველყოფა. პირველ და მეორე ზონებში ხდება 2 ობიექტის (ნაკეთის) წინასწარი თანდათანობითი გახურება 3 ბრტყელი გამახურებლების საშუალებით. მირჩილვა ხდება მესამე ზონაში ობიექტის სწრაფი

გახურებით სარჩილის დნობის ტემპერატურაზე მაღალ ტემპერატურამდე 4 კვარცული ინფრაწითელი ლამების საშუალებით, შემდეგ ობიექტს აცივებენ 5 მოწყობილობის დახმარებით. ნაბეჭდი ფირფიტების ტრანსპორტირება დასაწყისში შიგნით წარმოებს 6 ლენტური კონვეერის (უჟანგავი ფოლადის ბადე) საშუალებით. გამახურებლების მუშაობის რეჟიმები და კონვეერის სიჩქარე რეგულირდება 7 მიკროპროცესორული სისტემის საშუალებით, ტემპერატურული პროფილი დასაწყისის გასწვრივ აისახება გრაფიკული და ციფრული ფორმით 8 დისპლეის ეკრანზე.

ტემპერატურული პროფილის მახასიათებლები (ტემპერატურის მნიშვნელობები თითოეულ ზონაში) შესაძლოა შეიცვალოს ფართო საზღვრებში, ასევე შესაძლებელია არსებობდეს შემოღობვის ტიპური რეჟიმების ბიბლიოთეკა სხვადასხვა ტიპ-ზომის ნაბეჭდი ფირფიტებისათვის. ტემპერატურული პროფილი არის დასაწყისში ყოფნისას ობიექტზე მოქმედი ტემპერატურის დამოკიდებულება დროსთან. 14.15 ნახ-ზე ნაჩვენებია შემოღობვის ტიპური პროფილი და მისი დაყოფა ეტაპებად.



ნახ.14.15. შემოღობვის ტიპური პროფილი

ე) ლაზერული მირჩილვა

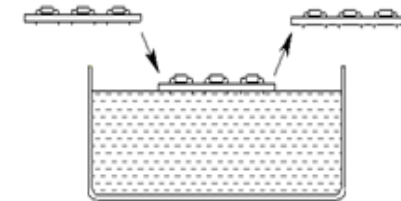
ლაზერული მირჩილვა (ლაზერის სხივით მირჩილვა) არ განეკუთვნება მირჩილვის ჯგუფურ მეთოდებს, ვინაიდან ხდება თითოეული გამომყვანის ან გამომყვანების რიგის მონტაჟი, თუმცა

უკონტაქტოდ თბური ენერჯის მიწოდება საშუალებას იძლევა გადიდდეს მონტაჟის სიჩქარე წამში ათ კავშირამდე და მიუახლოვდეს ინფრაწითელი გამოსხივებით მირჩილვის სიჩქარეს.

სხვა მეთოდებთან შედარებით ლაზერული მირჩილვა ხასიათდება შემდეგი უპირატესობებით: მირჩილვის პროცესში ნაბეჭდი ფირფიტა და კომპონენტების კორპუსები პრაქტიკულად არ ცხელდება, რაც საშუალებას იძლევა ჩამონტაჟდეს თბური ზემოქმედებისადმი მგრძობიარე კომპონენტები; მირჩილვის დაბალი ტემპერატურის და სითბოს ზემოქმედების ქვეშ მყოფი უბნების შეზღუდულობის გამო მკვეთრად მცირდება ტემპერატურული მექანიკური დამახულობები გამომყვანსა და კორპუსს შორის; ფუძის მასალის არჩევა არ არის კრიტიკული; ახასიათებს სითბოს მცირე დროით ზემოქმედება (20-30 მწმ); მკვეთრად მცირდება ინტერმეტალიდების ფენის სისქე; მინარჩილს აქვს წვრილმარცვლოვანი სტრუქტურა, რაც დადებითად მოქმედებს მირჩილვით შეერთების ხარისხზე; ლაზერული მირჩილვის დასაწყისები ექვემდებარება სრულ ავტომატიზაციას, აგრეთვე შესაძლებელია ნაბეჭდი ფირფიტების დასაპროექტებელი ავტომატიზებული სისტემების მონაცემების გამოყენება; შესაძლებელია კომპონენტების მაღალი გაერთმთლიანებით, 25 მკმ-მდე საკონტაქტო ბაქნების მქონე ნაბეჭდი ფირფიტებზე მირჩილვის წარმოება მეზობელ შეერთებებთან შესაკრავების ან დაზიანებების გაჩენის გარეშე;

ვ) მირჩილვა ჩაბირვით

ჩაბირვით მირჩილვისას აწყობილ ნაბეჭდი ფირფიტას მირჩილვის მხრით ჩაუშვებენ გამდნარ სარჩილში (ნახ.14.16). ამ დროს, მისარჩილავ მხარეზე სამონტაჟო ნახვრეტებიდან გამომდინარე კიდული ელემენტების გამომყვანები უერთდება ფირფიტის საკონტაქტო ბაქანებს. ამავე დროს ლითონის ყველა ზედაპირები (გამტარები, სამონტაჟო ნახვრეტები) სველდება სარჩილით, ვინაიდან არ არიან დაფარული სარჩილი წილდით.

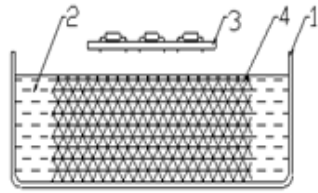


ნახ.14.16

სარჩილის ლოლოების წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად გამოიყენება წვრილლუჯრიანი ბადე (ნახ.14.17).

ჩაბირვით მირჩილვისას აბაზანით ხდება არა მარტო სარჩი-

ლის, არამედ სითბოს საჭირო რაოდენობის მიწოდება. ვინაიდან სითბოს გადაცემა თხევადი სარჩილიდან მასთან კონტაქტში მყოფ



ნახ.14.17. 1-აბაზანა; 2- გამდნარი სარჩილი; 3-ნაბეჭდი ფირფიტა რადიოელემენტებით; 4-წვრილუჯერიანი ბადე

მყარ ლითონებზე ხდება სწრაფად, მირჩილვის ტემპერატურა მყარდება 1-2 წმ-ის განმავლობაში. იმისათვის, რომ აბაზანის თბოდაწაკარგი იყოს უმნიშვნელო, ნაბეჭდი ფირფიტის მირჩილვის მხარეს წინასწარ ათბობენ. ამავე დროს ხდება გაცხელებისადმი მგრძობიარე საბაზო მასალებისათვის თბური დარტყმის აცილება.

ჩაძირვით მირჩილვის აბაზანაში ტემპერატურას ინარჩუნებენ გამოყენებული სარჩილის ლიკვიდუსის წერტილზე 60-100 K-ით მეტს. იმისათვის, რომ არ შეიცვალოს მირჩილვის პირობები, საჭიროა სარჩილავი აბაზანის ტემპერატურის მუდმივობის შენარჩუნება. მირჩილვის ტემპერატურა უნდა იყოს შესაძლებლად დაბალი, რომ არ მოხდეს სარჩილის კარგვა დაჟანგვის გამო. ჟანგვის პროდუქტები ტივტივებს აბაზანის ზედაპირზე და აჭუჭყიანებს მას, ამიტომ საჭიროა მათი მოცილება, ვინაიდან ხელს უშლიან ხარისხიანი მირჩილული კავშირის წარმოქმნას და ზოგჯერ აფსკის სახით რჩება ნაბეჭდი ფირფიტის ზედაპირზე. დაჟანგვის პროდუქტების მოცილება ძირითადად ხდება მექანიკური სამარჯვების გამოყენებით.

განხილული მეთოდის უარყოფითი მხარეა: ნაბეჭდი ფირფიტაზე ძლიერი თბური ზემოქმედება; მირჩილვის დაბალი ხარისხი ჟანგულების ზემოქმედების გამო; შეუძლებელი ხდება ჩატარდეს მირჩილვა მონტაჟის მაღალი სიმკვრივის პირობებში.

14.10. SMT-ტექნოლოგიაზე დაფუძნებული აწყობის ტექნოლოგიური პროცესი

ზედაპირული მონტაჟი SMT (surface mount technology) - ნაბეჭდი ფირფიტაზე ელექტრონული კვანძების, მოდულების, ნაკეთობების კონსტრუირებისა და წარმოების ტექნოლოგია.

ზედაპირული მონტაჟი საშუალებას იძლევა გადიდდეს ელექტრონული ნაკეთობების წარმოების მოცულობა შემცირებული თვითღირებულების პირობებში. ასეთი შედეგი მიიღება საყოველთაო ავ-

ტომატიზაციის, SMD კომპონენტების ზომების შემცირების, პროცესების უნიფიკაციის და შრომატევადობის შემცირების ხარჯზე.

SMD კომპონენტი (SMD-surface mounted device) ანუ ჩიპ-კომპონენტი - ელექტრონული კომპონენტი, რომელიც მონტაჟდება ნაბეჭდი ფირფიტაზე SMT ტექნოლოგიის გამოყენებით.

ზედაპირული მონტაჟის ძირითადი დადებითი თავისებურებებია: სერიული ელექტრონული ნაკეთობების თვითღირებულების შემცირება; გამოყენებული SMD კომპონენტების და ელექტრონული ნაკეთობების აგების სქემების უნიფიკაცია და სტანდარტიზაცია; პროცესის ავტომატიზაციის შესაძლებლობის გადიდება; უკეთესი რემონტოვარგისობა; SMD კომპონენტების ზომების შემცირება; ელექტრონული ნაკეთობების წონის შემცირება SMD კომპონენტების ზომების შემცირების ხარჯზე.

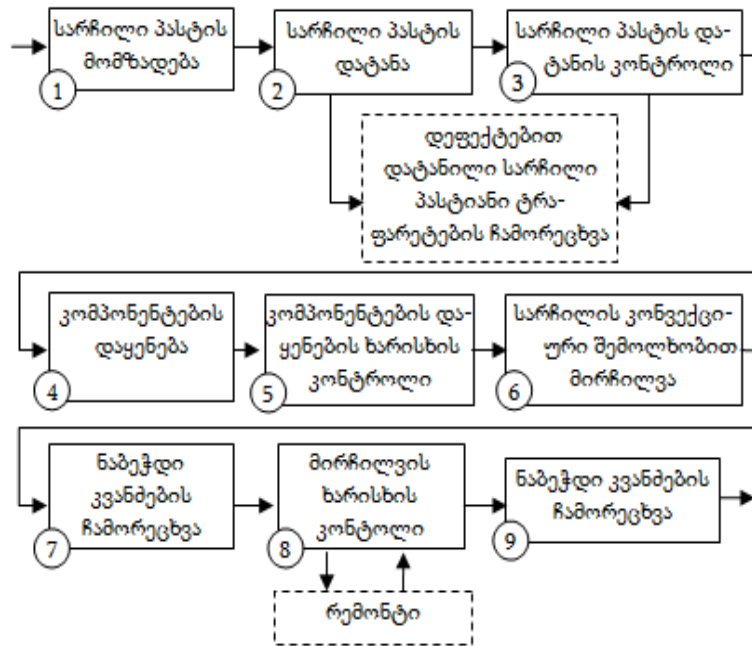
ზედაპირული მონტაჟის უარყოფითი თავისებურებებიდან შესაძლოა გამოიყოს: აუცილებელია ზუსტად იყოს დაცული სარჩილი პასტის დატანის ტექნოლოგია, ტემპერატურული პროფილი - სარჩილი პასტით შემოღობის დროს და ა.შ.; აღნიშნულიდან გამომდინარე - გამოყენებული ტექნოლოგიური მოწყობილობებისადმი ამაღლებული მოთხოვნები; ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე - მნიშვნელოვანი საწყისი დანახარჯები ტექნოლოგიური ხაზის აღჭურვისათვის; ამაღლებული მოთხოვნები ელექტრონული SMD კომპონენტების შენახვისა და ტრანსპორტირებისადმი.

ზედაპირული მონტაჟის პროცესის უზრუნველსაყოფად უნდა შესრულდეს რამდენიმე ძირითადი ეტაპი, მაგალითად:

1. **ნაბეჭდი ფირფიტის დაპროექტება.** ამ ეტაპზე ხდება ელექტრული წრედების, საკონტაქტო ბაქნების დაპროექტება, SMD კომპონენტების და მათი სავარაუდო განლაგების არჩევა, ნაბეჭდი ფირფიტის მასალის არჩევა და ა.შ.;
2. **ნაბეჭდი ფირფიტის დამზადება.** ნაბეჭდი ფირფიტის პროექტის შესაბამისად ხდება ნაბეჭდი ფირფიტის დამზადება დაშტამპვის ან ბეჭდური მეთოდით;
3. **სარჩილი პასტის დატანა ნაბეჭდი ფირფიტაზე.** სარჩილი პასტა ასრულებს ფიქსატორის როლს SMD კომპონენტებისათვის;
4. **SMD კომპონენტების დაყენება.** SMD კომპონენტების დაყენება ხდება საკონტაქტო ბაქნებზე და ფიქსირდება მათზე სარჩილი პასტით;

5. ნაბეჭდი ფირფიტის მირჩილება. აღნიშნული ეტაპი სრულდება სარჩილი პასტის ჯგუფური შემოღობის მეთოდით, სპეციალიზებულ ღუმელებში.

ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის SMT-ტექნოლოგიაზე დაფუძნებული აწყობის ტექნოლოგიური პროცესის ალგორითმი ნაჩვენებია 14.18 ნახ-ზე.



ნახ. 14.18. SMD კომპონენტების მონტაჟის ტექნოლოგიური პროცესის სქემა

ზემოთ მოყვანილი ხუთი ეტაპიდან უშუალოდ ზედაპირული მონტაჟის ტექნოლოგიას ეხება სამი უკანასკნელი. კერძოდ: სარჩილი პასტის დატანა ნაბეჭდ ფირფიტაზე, SMD კომპონენტების დაყენება, ნაბეჭდი ფირფიტის მირჩილება. განვიხილოთ თითოეული მათგანი:

ა) სარჩილი პასტის დატანა

სარჩილი პასტა SMT ტექნოლოგიაში მნიშვნელოვანი კომპონენტია, ხოლო მისი დატანის პროცედურა და შესრულები ხარისხი მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მიღებული ელექტრონული ნაკეთობის ხარისხს. სარჩილი პასტა ასრულებს სარჩილის როლს SMD კომპონენტების მისარჩილად, გარდა ამისა - აფიქსირებს მათ საკონტაქტო ბაქნებზე სარჩილის შემოღობამდე.

ამიტომ, სარჩილი პასტის არჩევისას უნდა გავითვალისწინოთ მისი შეწებების უნარიანობა.

სარჩილი პასტის სწორი, დოზირებული დატანისათვის გამოიყენება ტრაფარეტული პრინტერი. იგი შესაძლოა იყოს ხელის ან ავტომატური, არჩევანს განსაზღვრავს ექსპლუატაციის პირობები, აგრეთვე გამოშვებული ელექტრონული ნაკეთობის წარმოების მოცულობა. სარჩილი პასტის დატანის ეტაპზე დაშვებულ შეცდომას შეუძლია გამოიწვიოს ელექტრონული ნაკეთობის დეფექტები და წუნი.

ბ) SMD კომპონენტების დაყენება

თანამედროვე ტექნოლოგიაში ადამიანის ფაქტორის თავიდან ასაცილებლად იყენებენ ეკ-ის დაყენების რობოტიზებულ ან ავტომატიზებულ პროგრამირებად მოწყობილობებს, რომლებიც ამცირებს არასწორად დაყენების რისკს. ჩიპ-კომპონენტების დაყენება ძირითადად მექანიკური პროცედურაა. მისი ამოცანაა ჩიპ-კომპონენტების სწორად განლაგება ნაბეჭდ ფირფიტაზე. ყველა SMD კომპონენტი უნდა დაყენდეს დასაშვადებელი ნაბეჭდი ფირფიტის ელექტრული სქემის შესაბამისად. ცხადია, რომ შეცდომით განლაგების შემთხვევაში საბოლოო ნაკეთობა არ იმუშავებს, უარეს შემთხვევაში შესაძლოა მოკლედ ჩართვას და აალებას.

გ) ნაბეჭდი ფირფიტის მირჩილება

როდესაც ნაბეჭდ ფირფიტაზე დატანილია სარჩილი პასტა, დაყენებულია და დაფიქსირებული SMD-კომპონენტები, ტარდება სარჩილი პასტის შემოღობვა. ამ პროცედურის დროს მნიშვნელოვანია ტემპერატურული რეჟიმის დაცვა, რომლის მახასიათებელია არა მარტო მაქსიმალური გახურების ტემპერატურა, არამედ როგორ მიიღწევა ეს ტემპერატურა. გახურების პროცესში ზოგიერთი SMD-კომპონენტისათვის საჭიროა შენარჩუნდეს გახურების მოცემული სიჩქარე. ანუ შემოღობვისას მოცემულია შემოღობვის ტემპერატურა და დრო, რომლის განმავლობაშიც უნდა მივაღწიოთ ამ ტემპერატურას. გარდა ამისა, გაცივების დროსაც უნდა შენარჩუნდეს იგივე რეჟიმი. ყოველივე ეს იცავს ეკ-ს და ნაბეჭდ ფირფიტას თბური დარტყმისაგან და შესაბამისად თბური დაზიანებისაგან.

შემოღობვის ტემპერატურული რეჟიმის უზრუნველსაყოფად იყენებენ ე.წ. სარჩილის შემოღობვის ღუმელს. ის საშუალებას იძლევა შესრულდეს მოთხოვნი ტემპერატურული პროფილის მიხედვით, SMD-კომპონენტების ნაბეჭდ ფირფიტაზე ჯგუფური მირ-

ჩილვის პირობებში. შემოღობის ღუმელებს შორის ყველაზე გავრცელებულია კონვექციის მეთოდი.

სარჩილის შემოღობის პროცედურის ხარისხი მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მიღებული ნაბეჭდი ფირფიტის ხარისხს და შესაბამისად იმ ელექტრონული მოწყობილობის ხარისხს, რომელშიც ფირფიტა დაყენდება.

14.11. ავტომატიზებული მონტაჟი. სააწყობო მოწყობილობა

შესასრულებელი ფუნქციების მიხედვით არსებობს ავტომატიზებული მოწყობილობების ორი ძირითადი სახე:

- სამონტაჟო ავტომატი - inserter, (ინგლ. insert - ჩასმა), რომელიც ახდენს ეკ-ს მანჭვალაიანი გამომყვანების ჩასმას ნაბეჭდი ფირფიტაში, მათ ჩამოსერვას და მოლუნვას ფირფიტის უკანა მხრიდან სამონტაჟო, ჩამოსერვის და მოლუნვის თავაკებით, შესაბამისად, კომპონენტების ტიპის მიხედვით აქვე გამოყოფენ: ავტომატები ღერძული (რადიალური) გამომყვანებიანი ეკ-ს მონტაჟისათვის - (ინგლ. Axial (Radial) inserter); DIP კორპუსის მქონე ეკ-ს მონტაჟისათვის (ინგლ. DIP inserter); რთული ფორმის კორპუსების მქონე ეკ-ს მონტაჟისათვის (ინგლ. Odd-Form inserter);

- სეკვენსერები - sequencer (ინგლ. sequence-მიმდევრობა), დასაყენებელი ეკ-ს მიმდევრობის მაფორმირებელი ავტომატი.

ავტომატების მრავალი ოფცია, რომელიც ხელმისაწვდომი იყო მხოლოდ SMT მონტაჟისათვის გახდა თანამედროვე THT ტექნოლოგიის სააწყობო მოწყობილობის განუყოფელი ნაწილი. საკოორდინატო ღერძებზე გადაადგილების მოთვალთვალე ამპრავები, პერსონალური კომპიუტერის საშუალებით მართვა, მკვებავების ჩატვირთვა მუშაობის შეჩერების გარეშე, ეკ-ს მიწოდების სისწორის კონტროლი, ერთზე მეტი ნაბეჭდი ფირფიტის აწყობა, ნაბეჭდი ფირფიტის ავტომატური ჩატვირთვა/გადმოტვირთვა, ნაბეჭდი ფირფიტის გამტარი ნახატის ცდომილებების კორექტირება - ეს ყველაფერი ხელმისაწვდომია THT მონტაჟის დროსაც.

ეკ-ს მდგომარეობის ოპტიკური კორექციისათვის და რეპერული წერტილების ამოსაკითხად გამოიყენება ტექნიკური ხედვის სისტემები. ავტომატების აწყობი თავაკები აღჭურვილია მექანიკური სერვოამპრავიანი სატაცებით. ეკ-ს შემობრუნების სტანდარტული კუთხეა 90°, თუმცა შესაძლებელია ავტომატის აღჭურვა ბრუნ-

ვის თავისუფალი კუთხის მქონე სააწყობო თავაკით. არსებობს ავტომატები, რომელთაც შეუძლიათ ნაბეჭდი ფირფიტაზე მავთულის შესაკრავების (ინგლ. jumpers) დაყენება, რომელთა დაჭრა ხდება უწყვეტი მავთულისაგან უშუალოდ მონტაჟის წინ.

თანამედროვე სამონტაჟო მოწყობილობის საპასპორტო მწარმოებლურობა აღწევს 20000-40000 ეკ/სთ როდესაც მონტაჟის შეცდომების დონეა 100-200 ppm (parts per million)-ს ჩვეულებრივი კომპონენტებისათვის. რთული ფორმის კომპონენტების მონტაჟისას მწარმოებლურობა ათჯერ მცირდება.

მოწყობილობის ძირითადი პარამეტრები გარდა ზემოთ ჩამოთვლილისა არის დასაყენებელი ეკ-ს და ნაბეჭდი ფირფიტების გომეტრიული მახასიათებლები: გამომყვანებს შორის მანძილის დიაპაზონი ან დისკრეტული ანაკრები; ეკ-ს მაქსიმალური დიამეტრი და სიმაღლე; გამომყვანების დიამეტრების დიაპაზონი; ნაბეჭდი ფირფიტის გაბარიტული ზომების დიაპაზონი.

SMD-კომპონენტების დაყენების ნახევრად ავტომატური რეჟიმის განსახორციელებლად გამოყენებული მოწყობილობის მაგალითია MM600 (ნახ. 14.19). იგი დაპროექტებული და დაშნადებულია პოლონური კომპანია Mechatronika-ს მიერ. სისტემა MM600-ს შეუძ-



ნახ. 14.19

ლია იმუშაოს შემდეგ რეჟიმებში: კომპონენტების ნახევრად ავტომატური დაყენების; კომპონენტების ხელით დაყენების; ნაბეჭდი ფირფიტის ზედაპირზე სარჩილი პასტის ან წებოს დატანის; თვითგანსწავლის.

საბაზო კომპლექტაციის მიხედვით ნახევრად ავტომატი აღჭურვილია კარუსელის ტიპის 90 უჯრედიანი მკვებავით კომპონენტებისათვის, ნახევრად ავტომატური

დოზატორით, და ინტერფეისით 16-8 მმ მკვებავების ავტომატური ბაზის მისაერთებლად. ნახევრად ავტომატის მწარმოებლურობაა 400-700 ეკ/სთ. მოწყობილობა MM600 საშუალებას აძლევს ოპერატორს საკონსტრუქციო დოკუმენტაციის შესწავლის გარეშე დააყენოს მარტივი კომპონენტები პროგრამის მიხედვით, აქვს პასტის დოზატორი. მოწყობილობის მნიშვნელოვანი თვისებებია:

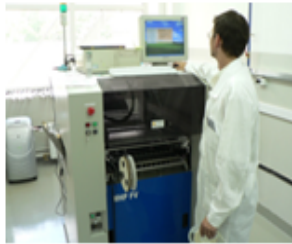
- SMD კორპუსების ფართო სპექტრის მხარდაჭერა, SOIC, LCC,

QFP, BGA-ს ჩათვლით;

- თვითგანსწავლადი სისტემა ვიზუალური და ბგერითი ინდიკაციით;

- კომპონენტების პოლარობის ინდიკატორი;
- ჩამენებული მიკროპროცესორული სისტემა, რომელიც არ საჭიროებს გარე კომპიუტერს.

14.20 ნახ-ზე ნაჩვენებია SMD კომპონენტების ავტომატური მონტაჟის დანადგარი. გადაწყვეტილება ავტომატური მონტაჟის



ნახ.14.20. ავტომატური მონტაჟის დანადგარი

გამოყენების შესახებ მიიღება თითოეულ შემთხვევაში განცალკევებულად და დამოკიდებულია ისეთ ფაქტორებზე, როგორცაა: კომპლექტაციის არსებობა ისეთი ფორმით, როგორც საჭიროა ნაბეჭდი ფირფიტის ავტომატური მონტაჟისათვის; დამკვეთის სურვილი ჩაატაროს წარმოების სრული მომზადება (ტრაფარეტის დამზადება);

წარმოებისათვის საჭიროა:

- პროექტის ფაილი P-CAD ან

OrCAD ფორმატში;

- მულტიპლიცირებული ნაშბადის ფაილი CAM ან GERBER ფორმატში (თუ სარგებლობენ მულტიპლიცირებული ნაბეჭდი ფირფიტებით);

- დაწვრილებითი სპეციფიკაცია, რომლის შესაბამისად მოხდება ნაბეჭდ ფირფიტაზე კომპონენტების მონტაჟი;

- სრული კომპლექტაცია.

კომპონენტების დასამონტაჟებელი ავტომატების კომპონენტებით აღჭურვისათვის გამოიყენება ჩატვირთვის მოწყობილობები (მკვებავები). მათი ძირითადი ტიპებია:

- ლენტური, - რადიალური და ღერძულ გამომყვანებანი ევსათვის, რომელიც გამოიზნულია ლენტში ჩაწებებული ელემენტების ბიჯური მიწოდებისათვის; ლენტა შესაძლოა დახვეული იყოს ბაბინაზე ან მოთავსებული „მაღაზია-კოლოფში“;

- მილისებური კასეტებიდან მკვებავი, DIP კორპუსის მქონე ინტეგრალური სქემების და რთული ფორმის კომპონენტებისათვის (დახრილი და ჰორიზონტალური სატრანსპორტო ღარით);

- ვიბრობუნკერული დანაყარიდან სხვადასხვა ევს მისაწო-

დებლად, წატაცებამდე მათი ერთდროული ორიენტირების შესაძლებლობით;

- მატრიცული (ფიჭური), - რთული ფორმის ევსთვის - მატრიცული ქვეშებიდან და მაღაზიებიდან მიწოდებით.

- მოწყობილობების ზოგიერთი მოდელი აღჭურვილია მიკროპროცესორული მართვის მქონე მკვებავებით, აგრეთვე მათი ავტომატური გამოცვლის მოწყობილობით.

თანამედროვე საწარმოებში ფართოდ იყენებენ რადიოელექტრონული კომპონენტების დაყენებას **PRESS-FIT** ტექნოლოგიის გამოყენებით (ნახვრეტებში ჩაწნება მირჩილის მაგიერ). ჩაწნევით შესრულებული კავშირები ხასიათდება მაღალი სამედლობით. აღნიშნულ ტექნოლოგიას ახასიათებს სარემონტოდ ვარგისიანობის და ეკონომიკური ეფექტურობის მაღალი დონე. წნეხის პროცესის გამოყენება რამდენიმეჯერ აჩქარებს მონტაჟს, ხოლო მირჩილის არარსებობა ტექნოლოგიურ პროცესს ხდის ეკოლოგიურად უსაფრთხოს და გამორიცხავს სარჩილისა და ფლუსისაგან ნაკეთობის შემდგომი ჩამორეცხვის აუცილებლობას. ტექნოლოგია **PRESS-FIT** ითვალისწინებს ამალელებულ მოთხოვნებს კომპონენტების ჩასაწნებად გამოიზნული ნახვრეტებისადმი, რისი არ შესრულებაც წუნის მიზეზი ხდება.

15. ერგონომიკის მოთხოვნები

15.1. ძირითადი ცნებები ერგონომიკის სფეროდან

ერგონომიკის საერთაშორისო ასოციაციის (IEA) მიერ მიღებული განმარტების თანახმად ერგონომიკა არის „სამეცნიერო დისციპლინა, რომელიც შეისწავლის ადამიანისა და სისტემის სხვა ელემენტების ურთიერთქმედებას, აგრეთვე საქმიანობის სფერო აღნიშნული მეცნიერების თეორიის, პრინციპების, მონაცემების და მეთოდების გამოსაყენებლად ადამიანის კეთილდღეობის უზრუნველყოფისა და სისტემის საერთო მწარმოებლობის ოპტიმიზებისათვის“.

ტრადიციული გაგებით ესაა მეცნიერება საშუალო ადგილების, საგნების და შრომის ობიექტების, აგრეთვე კომპიუტერული პროგრამების მორგების შესახებ მომუშავეს უსაფრთხოდ და ეფექტურად მუშაობის უზრუნველსაყოფად, ადამიანის ორგანიზმის ფიზიკური და ფსიქიკური თავისებურებების გათვალისწინებით.

ერგონომიკა შეისწავლის ადამიანის ქმედებას მუშაობის პროცესში, მის მიერ ახალი ტექნიკის ათვისების სისწრაფეს, მწარმო-

ებლურობას და ინტენსიურობას კონკრეტული სახის საქმიანობისას. თანამედროვე ერგონომიკა იყოფა მიკრო-, მიდი- და მაკროერგონომიკად:

- **მიკროერგონომიკის** სფეროა სისტემის „ადამიანი-მანქანა“ კვლევა და დაპროექტება (მაგალითად, პროგრამული პროდუქტების ინტერფეისების დაპროექტება);

- **მიდიერგონომიკის** სფეროა სისტემების „ადამიანი-კოლექტივი“, „კოლექტივი-ორგანიზაცია“, „კოლექტივი-მანქანა“, „ადამიანი-ქსელი“ შესწავლა და დაპროექტება (მაგალითად, ორგანიზაციის სტრუქტურისა და შენობის დაპროექტება; სამუშაოების განრიგის დაგეგმვა და დადგენა; შრომის უსაფრთხოება და ჰიგიენა);

- **მაკროერგონომიკის** სფეროა მთლიანობაში სისტემის კვლევა და დაპროექტება გარე და შიგა ტექნიკური, სოციალური და საორგანიზაციო ფაქტორების გათვალისწინებით. მისი მიზანია მთელი სისტემის და სისტემის ყველა ელემენტის ჰარმონიული, შეთანხმებული, საიმედო მუშაობა.

„ადამიანი-მანქანა“ სფეროს თავსებადობის სახეები:

- **ანთროპომეტრული თავსებადობა** - ადამიანის სხეულის ზომების (ანთროპომეტრიის), გარემოს თვალის დევნების შესაძლებლობის, მუშაობისას ოპერატორის მდგომარეობის გათვალისწინება;

- **სენსორული თავსებადობა** - ადამიანის მოტორული ოპერაციების სიჩქარის და სხვადასხვა სახის გამღიზიანებლებზე მისი სენსორული რეაქციების გათვალისწინება;

- **ენერგეტიკული თავსებადობა** - ადამიანის ძალისმიერი შესაძლებლობების გათვალისწინება მართვის ორგანოებზე მოსაძებნი ძალის განსაზღვრისას;

- **ფსიქოფიზიოლოგიური თავსებადობა** - ადამიანის რეაქციის გათვალისწინება ფერზე, ფერთა გამაზე, მიწოდებული სიგნალების სიხშირულ დიაპაზონზე, მანქანის ფორმასა და სხვა ესთეტიურ მაჩვენებლებზე.

ადამიანის მიერ მართული ეფექტური სისტემების შესწავლისა და შექმნისას ერგონომიკაში გამოიყენება სისტემური მიდგომა. ადამიანის მიერ მართული სისტემების ოპტიმიზებისათვის გამოიყენება ფსიქოლოგიაში, ფიზიოლოგიაში (განსაკუთრებით ნეიროფიზიოლოგიაში), ჰიგიენასა და შრომის უსაფრთხოებაში, სოციოლოგიაში, კულტუროლოგიაში და სხვ. ტექნიკურ, საინჟინრო

და საინფორმაციო დისციპლინებში ჩატარებული კვლევების შედეგები, რის საფუძველზეც დადგენილია შემდეგი პირობები:

ა) სამუშაო ადგილის ორგანიზება - ითვალისწინებს, რომ სამუშაო ადგილის კონსტრუქცია, მისი ზომები და მისი ელემენტების ურთიერთგანლაგება შეესაბამებოდეს ადამიანის ანთროპომეტრულ, ფიზიოლოგიურ და ფსიქოფიზიოლოგიურ მონაცემებს, აგრეთვე მის ხასიათს.

ბ) მომუშავის მდგომარეობის არჩევა ითვალისწინებს:

- სამუშაოს ფიზიკურ სიმძიმეს;
- სამუშაო ზონის ზომებს და მომუშავის მასში გადაადგილების აუცილებლობას სამუშაოს შესრულების პროცესში;
- სამუშაოს შესრულების ტექნოლოგიურ თავისებურებებს;
- სამუშაო პოზის სტატიკურ დატვირთვებს;
- სამუშაოს შესრულების ხანგრძლივობას.

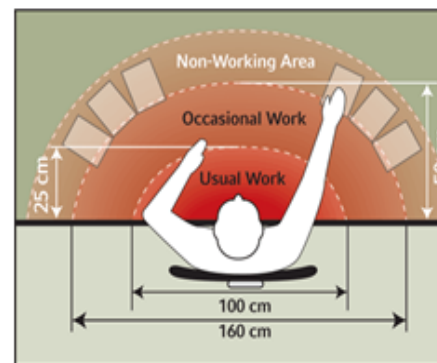
როდესაც საშუალო სიმძიმის ან მძიმე ფიზიკური სამუშაოა შესასრულებელი სამუშაო ადგილი სამუშაოს ფეხზე მდგომად შესრულების წესით ორგანიზდება. თუ ტექნოლოგიური პროცესი არ საჭიროებს მომუშავის მუდმივად გადაადგილებას და სამუშაოს ფიზიკური სიმძიმე საშუალებას იძლევა დამუჯდარ მდგომარეობაში მათი შესრულებისას, სამუშაო ადგილის კონსტრუქციაში ითვალისწინებენ სავარძელს და სადგამს ფეხებისათვის.

გ) სამუშაო ადგილის სივრცული კომპონირება ითვალისწინებს, რომ:

- სამუშაო ოპერაციების შესრულება „ძალიან ხშირად“ (ორი ან მეტი ოპერაცია წუთში) და „ხშირად“ (ერთ ოპერაციაზე წაკლები წუთში) ხდებოდეს ადვილად მიწვდომის ზონის და მოტორული ველის ოპტიმალური ზონის ფარგლებში;

- იშვიათი სამუშაო ოპერაციების შესრულება დასაშვებია იყოს მოტორული ველის მიწვდომის ზონის საზღვრებში.

15.1 ნახ-ზე წარწერით Usual Work აღნიშნულია: ჩვეულებრივი სამუშაო ზონა, რომელშიც გან-



ნახ. 15.1

ლაგებულია ძალზე მნიშვნელოვანი და ხშირად გამოსაყენებელი მართვის ორგანოები და ინფორმაციის ასახვის საშუალებები; წარწერით Occasional Work - შემთხვევითი სამუშაო ზონა, რომელშიც განლაგებულია ნაკლებად ხშირად გამოსაყენებელი მართვის ორგანოები და ინფორმაციის ასახვის საშუალებები; წარწერით Non-Working Area - არა სამუშაო ზონა, რომელშიც განლაგებულია იშვიათად გამოსაყენებელი და დამხმარე სახის მართვის ორგანოები.

დ) სამუშაო ადგილის ზომითი მახასიათებლები ითვალისწინებს, რომ სამუშაო ადგილის კონსტრუქცია და მოწყობა უნდა უზრუნველყოფდეს მომუშავეს ოპტიმალურ პოზას, რომელიც ითვალისწინებს და არ ეწინააღმდეგება მომუშავეს ორგანიზმის ბუნებრივ ფიზიოლოგიურ პროცესებს და უზრუნველყოფს იმ სამუშაოს შესრულების ოპტიმალურ შესაძლებლობას, რომლისთვისაც გამიზნულია სამუშაო ადგილი. თანამედროვე საქაროში სამუშაოს ძირითადი ნაწილი სრულდება მჯდომარე მდგომარეობაში და სამუშაო ადგილის ორგანიზებისას საჭიროა ყურადღება მიექცეს სამუშაო ზედაპირის სიმაღლეს და სამუშაო ზონის ზომებს;

ე) სამუშაო ადგილების ურთიერთგანლაგება უნდა უზრუნველყოფდეს სამუშაო ადგილის უსაფრთხო მიწვდომას და სწრაფ ევაკუაციას საფრთხის შემთხვევაში.

ვ) ტექნოლოგიური და საორგანიზაციო აღჭურვილობის განთავსება ითვალისწინებს, რომ:

- სამუშაო ადგილზე არ უნდა იყოს არაფერი ზედმეტი, ხოლო ის, რაც აუცილებელია სამუშაოსათვის, უნდა იყოს განთავსებული მომუშავეს უშუალო სიახლოვეს;
- ის საგნები, რომლითაც ხშირად სარგებლობენ განლაგდება უფრო ახლოს, ვიდრე საგნები, რომლითაც იშვიათად სარგებლობენ;
- ის საგნები, რომელთა აღება ხდება მარცხენა ხელით, უნდა იდოს მარცხნივ, რომელსაც იღებენ მარჯვენათი - მარჯვნივ;
- ტრავმირების თავალსაზრისით უფრო საშიში აღჭურვილობა უნდა განლაგდეს ნაკლებად საშიშზე მაღლა და სხვ.

ზ) ტექნოლოგიური პროცესის თვალის დევნება. სახიფათო სიტუაციების წარმოქმნის შესახებ გამაფრთხილებელი ინფორმაციის ასახვის საშუალებების კონსტრუქცია და განლაგება უნდა უზრუნველყოფდეს ინფორმაციის უმეცდომო, უტყუარ და სწრაფ აღქმას.

15.2. აღქმის არხის არჩევა ინფორმაციის სახის გათვალისწინებით

ინფორმაცია ადამიანი-ოპერატორის აღქმის არხებს შორის უნდა განაწილდეს სხვადასხვა ანალიზატორების მიერ ინფორმაციის ფსიქოლოგიური აღქმის საფუძველზე. გათვალისწინებული უნდა იყოს ანალიზატორების ურთიერთქმედება და ურთიერთგაგეგმვა, მათი მედეგობა გარემოს სხვადასხვა ფაქტორების ზემოქმედებისადმი, როგორცაა: ჰიპერწონადობა და უწონადობა, ვიბრაცია, ჰიპოქსემია, ხანგრძლივი მუშაობის პროცესში ინფორმაციის აღქმის უნარის ცვლილება და სხვ. მნიშვნელობა აქვს ინფორმაციის სახეს, მისი მიღების პირობებს, აგრეთვე ოპერატორის საქმიანობის ხასიათს.

რაოდენობრივი ინფორმაციის გადასაცემად გამოიყენება აღქმის მხედველობითი, სმენითი და შეხების (კანის) არხები. არხის არჩევა განპირობებულია ნიშანთვისების გრადაციის რიცხვით.

მხედველობითი არხი უზრუნველყოფს ნიშან-თვისების სიდიდის განსაზღვრის უმეტეს სიზუსტეს, განსაკუთრებით ხელსაწყოს მარჯვენა მდგომარეობის ცვლილების ციფრული კოდის ან სკალის გამოყენებისას. იგი საშუალებას იძლევა ინფორმაცია შედარდეს და გაიზომოს ერთდროულად რამდენიმე ნიშან-თვისების მიხედვით. ყველაზე მცირე სიზუსტე მიიღება სიკავკავის მიხედვით სიდიდის კოდირებისას.

სმენითი არხი რაოდენობრივი ინფორმაციის აღქმის სიზუსტის მიხედვით კონკურენციას შესაძლოა უწევდეს მხედველობით მხოლოდ რაოდენობრივი ინფორმაციის სიტყვიერი შეტყობინების სახით გადაცემის შემთხვევაში. ხმოვანი სიგნალის სიხშირის ან ინტენსიურობის დახმარებით კოდირებული რაოდენობრივი ინფორმაციის მიღების სიზუსტე მაღლდება შედარების ეტალონის გამოყენების შემთხვევაში. ადამიანს შეუძლია აღიქვას სიმაღლის ან ხმამაღლობის მიხედვით განსხვავებული ტონალური სიგნალის 16-დან 25-მდე გრადაცია.

შეხებითი (კანის საშუალებით) არხი რაოდენობრივი ინფორმაციის გადაცემისას მნიშვნელოვნად ჩამორჩება მხედველობით და სმენით არხებს. მისი საშუალებით შესაძლოა გადაიცეს სიდიდის 10 გრადაციაზე მეტი ვიბროტაქტილური ან ელექტრომეხებითი სიხშირეების გამოყენებით (შესაბამისი ტრენინგის შემდეგ).

რამდენიმე ნიშან-თვისებით განსხვავებული **მრავალ განზო-**

მიღებიანი სიგნალის გამოყენება ხელს უწყობს ინფორმაციის უფრო ეკონომიურ გადაცემას. მრავალ განზომილებიანი სიგნალის მიღების შესაძლებლობის თვალსაზრისით ადამიანის სხვადასხვა აღმქმელი არხები არ არის იდენტური.

შედევლობითი არხი, რომელსაც ახასიათებს ცხადად გამოსახული ანალიტიკური თვისებები, ერთდროულად რამდენიმე ნიშან-თვისების გამოყენების საშუალებას იძლევა. სიგნალის აღქმის ამ არხისათვის ინფორმაცია შესაძლებელია კოდირებული იყოს სინათლის ტიპის გამლიზიანების ინტენსიურობისა და ფერის, ფორმის, ფართობის, სიგნალის სივრცული განლაგების, მისი ცალკეული პარამეტრების საშუალებით ერთდროულად. რთული სიგნალის ცალკეული მდგენელების დიდი რაოდენობის ანალიზის შესაძლებლობა ელემენტების მიხედვით საშუალებას იძლევა აღვიქვათ ამ არხის საშუალებით ინფორმაციის დიდი მოცულობა.

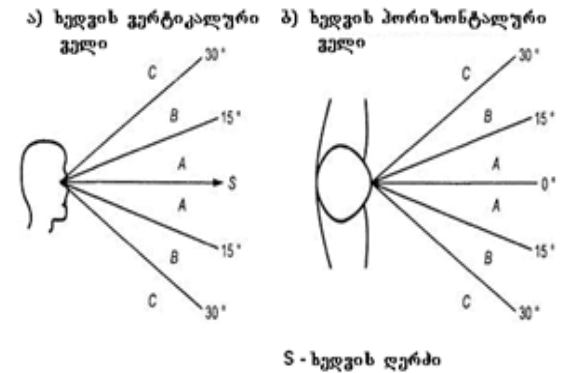
სმენითი არხი საშუალებას იძლევა მრავალ განზომილებიანი ბგერითი სიგნალების გადაცემისას გამოყენებულ იქნეს ინტენსიურობა და სიხშირე, ტემპრი და რითმი. სიხშირეების განაწილება ოქტავეების მიხედვით და ბგერითი სიგნალების მოდულირება ასევე ამაღლებს მათ გარჩევითობას. თუმცა სიგნალების საერთო ნაკრები და მათი ვარიანტების შესაძლებლობა ამ ანალიზატორის გამოყენებისას ნაკლებია, ვიდრე შედეგობობითისას. ამ არხის გამოყენებას ზღუდავს ერთდროულად სიგნალის ერთზე მეტი წყაროდან მომავალი ინფორმაციის მიღების და ანალიზის სირთულე.

შეხებით არხს მრავალგანზომილებიანი სიგნალის მიღების ნაკლები შესაძლებლობები აქვს, ვიდრე ზემოთ ნახსენებ ორ არხს.

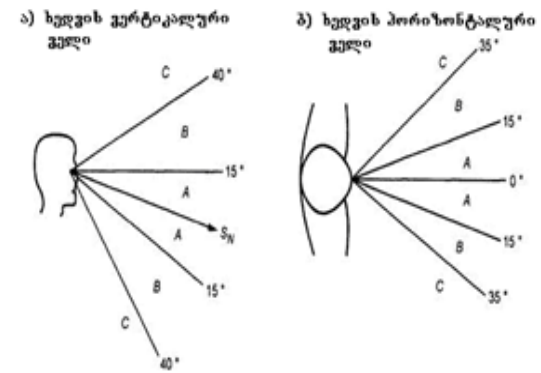
15.3. ოპტიკური ინდიკატორები

ოპტიკური ინდიკატორები შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს ოპერატორისათვის სხვადასხვა მიმართულებიდან დიდი ინფორმაციის გადასაცემად. *ოპტიკური ინდიკატორების განლაგება* განისაზღვრება ოპერატორის ფიზიოლოგიური და ფუნქციური თვისებებით და დაბრკოლების გარეშე ხედვის (მიმოხილვის) აუცილებლობით. ასხვაგვარ ორი სახის ოპტიკურ ამოცანას: აღმოჩენა (ნახ.15.2) და დაკვირვება (ნახ.15.3). აღმოჩენისას სისტემა აფრთხილებს ოპერატორს; დაკვირვებისას ოპერატორი აქტიურად ეძებს ინფორმაციას. აღმოჩენისა და დაკვირვების (კონტროლის) ამოცანების

გადაწყვეტისას ოპტიკური სიგნალის ამოსაცნობად მონიშნულია გამოყენების სამი სფერო, ეფექტურობის კლების მიმართულებით:



ნახ.15.2. სიგნალის აღმოჩენის ამოცანა



ნახ.15.3. სიგნალის დაკვირვების ამოცანა.

S_x -ხედვის ღერძი (შედევლობის არით 15° და 35° -მდე ჰორიზონტალურად)

„რეკომენდებულია“, „გამოიყენება“, „არ გამოიყენება“ (ცხრ.20). სფეროებისათვის „რეკომენდებულია“ და „გამოიყენება“ გამყოფი ხაზები განლაგებულია ოპერატორის მედიალურ სიბრტყეში და შეესაბამება ხედვის მიმართულებას, როგორც ეს ნაჩვენებია 15.2 და 15.3 ნახ-ზე. აღმოჩენის ამოცანის გადაწყვეტისას ხედვის მიმართულება დამოკიდებულია ყურადღების ცენტრზე. კონტროლის ამოცანების გადასაჭრელად ინდიკატორები უნდა განლაგდეს ხედვის ღერძის გასწვრივ ჰორიზონტალის ქვემოთ, თუ ცნობილია, რომ ოპერატორისათვის ასე უფრო მოსახერხებელია. 15.2 და 15.3 ნახაზებზე

ნაჩვენები A, B და C კუთხეები შეესაბამება ზოგად რეკომენდაციებს ერგონომიკის თვალსაზრისით.

ცხრილი 20

სიგნალის გამოყენების სფეროები

გამოყენების სფერო	გამოყენება
A- რეკომენდებულია	დიაპაზონი გამოიყენება იქ, სადაც ეს შესაძლებელია
B- გამოიყენება	დიაპაზონი გამოიყენება იქ, სადაც რეკომენდებული დიაპაზონის გამოყენება შეუძლებელია
C- არ გამოიყენება	დიაპაზონის გამოიყენება არ არის შესაძლებელი

ობტკური ინდიკატორები უნდა შეესაბამებოდეს გამოყენების სფეროებს „რეკომენდებულია“ და „გამოიყენება“, თუ კონსტრუქტორის მიერ არ არის გათვალისწინებული მაკომპენსირებელი დამატებითი ღონისძიებები. ეს შესაძლოა იყოს დამატებითი ინდიკატორები ან სხვა სამარჯვები, რომლებიც აქ საჭიროებს ოპერატორის კორპუსის მდგომარეობის გასაკუთრებულ ცვლილებას.

15.4. სასიგნალო ფერები და უსაფრთხოების ნიშნები

სასიგნალო ფერები და უსაფრთხოების ნიშნები რეგლამენტებულია სტანდარტებით (მაგალითად, გოსტ 12.4.026). დადგენილია სასიგნალო ფერები შემდეგი მნიშვნელობით:

- წითელი - „სდექ“, „აკრძალული“;
- ყვითელი - „ყურადღება“;
- მწვანე - „უსაფრთხო“, „ნებადართული“;
- ლურჯი - „ინფორმაცია“.

წითელი სასიგნალო ფერი გამოიყენება: ამკრძალავ ნიშნებში; სახანძრო უსაფრთხოების სიმბოლოებსა და ნიშნებზე წარწერების გასაკეთებლად; მანქანების და მექანიზმების გამომრთველი მოწყობილობების აღსანიშნავად, მათ შორის საავარიოს; მანქანებისა და მექანიზმების მოძრავი ელემენტების, სახურავების, წვევის ავარიული ჩამოგდების ონკანების, და სხვ. აღსანიშნავად.

ყვითელი სასიგნალო ფერი გამოიყენება: გამაფრთხილებელ ნიშნებში; საშიში ზონების შემოზღუდავი ღობეების შესაღებად; მომუშავეთათვის საფრთხის შემცველი კონსტრუქციის ელემენტ-

ბის აღსანიშნავად; საშიში და მავნე თვისებების მქონე ნივთიერებების შემცველი ტევადობების შესაღებად და სხვ.

მწვანე სასიგნალო ფერი გამოიყენება: სავალდებულო ნიშნებისათვის; მანქანების და მექანიზმების ნორმალური მუშაობის შესახებ შეტყობინების სასიგნალო ნათურებისათვის; უსაფრთხოების უზრუნველყოფი მოწყობილობებისა და საშუალებების, ავარიული და სამაშველო გასასვლელების შესაღებად და სხვ.

ლურჯი სასიგნალო ფერი გამოიყენება მიმთითებელ ნიშნებში, საწარმოო-ტექნიკური ინფორმაციის ელემენტების აღსანიშნავად.

უსაფრთხოების ნიშნებს აყენებენ მომუშავეთათვის შესაძლო საფრთხის ადგილებში, საწარმოო აღჭურვილობაზე, რომელიც შესაძლოა იყოს საფრთხის წყარო.

უსაფრთხოების ნიშნები კონტრასტულად უნდა გამოირჩეოდეს გარემო ფონზე და იყოს იმ ადამიანთა ხედვის არეში, რომელთათვისაც არის განკუთვნილი.

15.5. პულტის, სტენდის ან ხელსაწყოს ერგონომიკული ექსპერტიზის ჩატარების ეტაპები

1. ზოგადი აღწერა - მოიცავს ობიექტის მოკლე დახასიათებას; დაწინაურება, განთავსების ადგილი, რა ძირითადი და დამატებითი პარამეტრების რეგულირება ხდება, ოპერატორის ძირითადი ამოცანები (რომელ პარამეტრებს აკონტროლებს, რომელს არეგულირებს, რა საკითხებზე იღებს გადაწყვეტილებებს) და ოპერაციების შესრულების თანამიმდევრობა; ინფორმაციის წამყვანი არხები (შედეგობითი, სმენითი); მოტორული ქმედებები (ხელით და ფეხით მართვა); პირთა კონტინგენტი, რომლებზეც გათვლილია პულტი ან ხელსაწყო (სქესი, ასაკი, ქვეყანა); შესაძლო ავარიული სიტუაციები და მტყუნებები, შეზღუდვები მუშაობისას ან განლაგების და ექსპლუატაციის სხვა განსაკუთრებული პირობები.

2. ანთროპომეტრული მახასიათებლების შედგენა, რომლის დროსაც საწყისი მონაცემები აიღება ანთროპომეტრული გაზომვების შესახებ საცნობარო მასალებიდან.

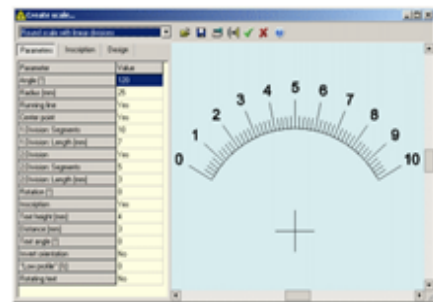
უნდა შეიქმნას ნახაზი, რომელზეც ნაჩვენები უნდა იყოს პულტის საორიენტაციო დაგეგმა სიმბრტყული მანკენის დახმარებით. ზუსტდება პულტის სათავსოს მოცულობასთან პანელის სიმაღლის,

მიმოხილვის ზონის შესაბამისობა ერგონომიკული მოთხოვნებისადმი.

ოპერატორის პოზისა და მდგომარეობის არჩევა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული საინფორმაციო ველის ზომასა და ხელსაწყოებიდან ოპერატორის თვალბამდე მანძილზე.

მცირე ზომის ხელსაწყოებთან მუშაობისას მანძილი თვალბამდე უნდა იყოს 12...25 სმ; ასეთი სამუშაო სრულდება მხოლოდ დამჯდარ მდგომარეობაში. პანელისაგან 25...30 სმ მანძილზე დაშორებისას დამჯდარი მდგომარეობა ითვლება უპირატესად. ინფორმაციის აღწარმოების საშუალებებისა და მართვის ორგანოებისაგან 35...50 სმ დაშორებისას სამუშაო პირითადად სრულდება ფეხზე მდგომად, ხოლო თვალბამდე ობიექტამდე თვალთვალისას 50 სმ-ზე მეტი მანძილის შემთხვევაში სამუშაო სრულდება მხოლოდ ფეხზე მდგომად.

ერგონომიკის მოთხოვნების გათვალისწინებით მოწყობილობის წინა პანელის შესაქმნელად შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს პროგრამული უზრუნველყოფა, მაგალითად, Front-Designer-ი (ნახ.15.4). ესაა მრავალი სპეციალური ფუნქციების მქონე პროგრამული უზრუნველყოფა. იგი აღჭურვილია მოსახერხებელი ფუნქციებით სწორკუთხედების,



ნახ. 15.4. პროგრამა Front-Designer-ის ფანჯარა

მრავალკუთხედების, ელიფსების, ლეიბლების, ნახვრეტების და სხვ. შესაქმნელად. შესაძლებელია ყველა ობიექტის დაჯგუფება რთული სიმბოლოების სახით. სპეციალიზებული ფუნქციების საშუალებით შესაძლებელია შემობრუნება, გაჭიმვა, სარკული ასახვა, ზომების დატანა და სხვ.

FrontDesigner-ს გააჩნია შემდეგი თავისებურებები: ზუსტი შესაბამისობის მქონე ფერადი და შავ-თეთრი სიმბოლოები და ლეიბლები; წინასწარ განსაზღვრული და მომხმარებლის მიერ რედაქტირებადი ბიბლიოთეკა; შესაძლებელია მასშტაბის „ჯადოქარი“-ს გამოყენებით სკალის შექმნა; გაადვილებულია განშლა; შესაძლებელია სარკული ამობეჭდვა გამჭვირვალე აფსკზე.

ლიტერატურა

1. Дж. К. Джонс. Инженерное и художественное конструирование. Современные методы проектирования. – М.: Издательство стандартов, 1991.
2. Ивченко В.Г. Конструирование и технология ЭВМ. Конспект лекций. – Таганрог: ТГПУ, Кафедра конструирования электронных средств. – 2001.
3. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: Учебник для вузов. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 528 с.
4. Медведев А.М. Сборка и монтаж электронных устройств. Москва: Техносфера, 2007, -256с. ISBN 978-5-94836-131-4.
5. Пирогова Е. В. Проектирование и технология печатных плат: Учебник — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. — 560 с. — (Высшее образование). — ISBN 5-16-001999-5., ISBN 5-8199-0138-X
6. Технология приборостроения: Учебник / Под общей редакцией проф. И.П.Бушминского. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана.
7. Тупик В.А. Технология и организация производства радиоэлектронной аппаратуры.– СПб: Издательство: СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2004.
8. მ. ბალიაშვილი. საზომ საშუალებათა კონსტრუირება და ტექნოლოგია. დამხმარე სახელმძღვანელო. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 1990. - 112 გვ.
9. Application Note: Soldering Guidelines for Module PCB Mounting Rev. 5/ANADIGICS, Inc., – 2004. www.anadigics.com.
10. Surface mount reflow soldering description. AN10365/Philips Semiconductors – 2006. www.standardics.nxp.com .
11. CHAPTER 4. SOLDERING GUIDELINES AND SMD FOOTPRINT DESIGN/Philips Semiconductors – 2004. www.nxp.com.
12. Guidelines for Soldering Surface Mount Components to PC Boards. Application Note 7528/Fairchild Semiconductors – 2002. www.fairchildsemi.com .
13. Device Package User Guide/Xilinx, Inc. – 2006. www.xilinx.com.
14. IPC/JEDEC J-STD-020C. Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Non-hermetic Solid State Surface Mount Devices. Generic Standard on Printed Board Design – 2004. www.jedec.org .
15. www.radioland.net.ua
16. www.elinform.ru/articles_5.htm

1. კონსტრუირებისა და დაპროექტების არსი.....	3
1.1. ძირითადი ცნებები.....	3
1.2. სისტემური დაპროექტება.....	4
1.3. დაპროექტების სტადიები.....	5
1.4. საზომი მოწყობილობის კონსტრუირების ძირითადი სტადიები.....	8
1.5. ნაკეთის სახეები.....	10
2. კონსტრუქციის ტექნოლოგიურიობა.....	12
3. საზომი მოწყობილობების და მათი ელემენტების ტიპიზაცია, უნიფიკაცია და სტანდარტიზაცია.....	18
4. საზომი მოწყობილობის საიმედოობა.....	20
5. პარაზიტული კავშირები და ზედდება.....	27
5.1. ზედდების წარმოქმნის მიზეზები. წყარო და მიმღები.....	27
5.2. პარაზიტული კავშირის სახეები.....	29
5.3. ზედდებასთან (ხელშეშლასთან) ბრძოლის მეთოდები. ეკრანირება.....	32
5.4. ელექტრული ქსელების გაფილტვრა ელექტრომაგნიტური ეკრანირებისას.....	35
6. საზომი მოწყობილობების დაცვა ხელშემწეული ზემოქმედებისაგან.....	36
6.1. გარემოს ზემოქმედებისაგან დაცვა.....	36
6.2. მტერის ზემოქმედებისაგან დაცვა.....	43
6.3. აპარატურის ჰერმეტიზება.....	44
6.4. გარსაცმის დაცვის IP ხარისხი (კლასი).....	46
7. საზომი მოწყობილობის კონსტრუქციის თბური რეჟიმი.....	54
7.1. თბური რეჟიმის მახასიათებელი პარამეტრები.....	54
7.2. აპარატურის გაცივება.....	58
7.3. გაცივების მეთოდის არჩევა.....	64
8. საზომი საშუალებების გაერთმობლიანება (კომპონირება). გაერთმობლიანების მეთოდები.....	66
9. კონსტრუქციული იერარქია.....	68

9.1. კონსტრუირების მოდულური პრინციპი.....	68
9.2. კონსტრუქციული იერარქიის დონეები.....	70
9.3. იერარქიული კონსტრუირების პრინციპები.....	72
9.4. სტანდარტიზაცია მოდულური კონსტრუირებისას.....	73
10. ციფრული მიკროსქემები.....	84
10.1. მიკროსქემების კორპუსების სტანდარტიზაცია.....	84
10.2. მიკროსქემის ზომები.....	88
11. ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტა.....	90
11.1. ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის სახეები და ზომები.....	90
11.2. ევროპლატა.....	91
11.3. სამაკეტო ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტა.....	93
11.4. ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის მასალები.....	94
11.5. მოქნილი ნაბეჭდი სამონტაჟო ფირფიტის მასალა.....	97
11.6. ადჰეზივები.....	97
12. კორპუსები საკონტროლო-საზომი ხელსაწყოებისა და ავტომატიკისათვის	98
12.1. CompacPRO-ს სამაგიდო კორპუსები.....	98
12.2. ფირმა Bopla-ს ევრომექანიკა 19 " სისტემის კონსტრუქციები.....	101
12.3. მოდულური პლატფორმა PXI.....	103
13. დგარი.....	109
13.1. დგარის დანიშნულება და სახეობები.....	109
13.2. 19 დუიმიანი ღია ორჩარჩოიანი SRK სერიის დგარი.....	111
13.3. 19 დუიმიანი ღია სამონტაჟო დგარი AESP.....	113
13.4. 19 დუიმიანი (482,6 მმ) იატაკზე დასადგამი და კედელზე დასაკიდი სერვერული შკაფები.....	114
14. ნაბეჭდი კვანძების აწყობა და მირჩილვა საზომი მოწყობილობების წარმოებისას.....	116
14.1. მოთხოვნები აწყობისადმი.....	116
14.2. ნახვრეტებში მონტაჟის ტექნოლოგია.....	118
14.3. ელექტრონული კომპონენტების გამომყვანების მომზადება.....	120
14.4. კომპონენტების დაყენება.....	122
14.5. სარჩილავი.....	124

14.6. სარჩილი.....	126
14.7. ფლუსი.....	128
14.8. სარჩილი პასტა სამონტაჟო ფირფიტის ზედაპირული (SMT) მონტაჟისათვის.....	129
14.9. მირჩილვა.....	130
14.10. SMT-ტექნოლოგიაზე დაფუძნებული აწყობის ტექნოლოგიური პროცესი.....	139
14.11. ავტომატიზებული მონტაჟი. საამწყობო მოწყობილობა.....	143
15. ერგონომიკის მოთხოვნები	146
15.1. ძირითადი ცნებები ერგონომიკის სფეროდან.....	146
15.2. აღქმის არხის არჩევა ინფორმაციის სახის გათვალისწინებით.....	150
15.3. ოპტიკური ინდიკატორები.....	151
15.4. სასიგნალი ფერები და უსაფრთხოების ნიშნები.....	153
15.5. პულტის, სტენდის ან ხელსაწყოთა ერგონომი- კული ექსპერტიზის ჩატარების ეტაპები.....	154
გამოყენებული ლიტერატურა.....	156
შინაარსი.....	157

სახელმძღვანელო ემდგნება პროფესორ
ირაკლი ზედგინიძის ხსოვნას. იგი ორმოცი წლის
განმავლობაში წარმატებით უძღვებოდა საქართველოს
ტექნიკური უნივერსიტეტის საზომი ტექნიკის, ექსპერტიზისა
და ხარისხის მენეჯმენტის კათედრას.

ავტორი მადლობას უხდის ირაკლი ზედგინიძის მეგობრებს,
ბ-ნებს, ზ.წვერაიძეს, თ.ობგაძეს, ლ. იმნაიშვილს, ქ-ნებს
ი.ჩხეიძეს, ლ.ხარატიშვილს, ნ.მემმარიაშვილს, რომელთაც
დახმარება გაუწიეს, როგორც კოლეგასა და მეგობრის
მეუღლეს სახელმძღვანელოს შექმნაში.