

საქართველოს მეცნიერებისა და განათლების
სამინისტრო
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

გიორგი ქათამაძე

სამხედრო სპეცფეხსაცმლის სამომხმარებლო
თვისებების რაციონალური პარამეტრების
შემუშავება

დ ი ს ე რ ტ ა ც ი ა

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

სამეცნიერო ხელმძღვანელი
ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი,
სრული პროფესორი:
მერაბ შალამბერიძე

ქუთაისი 2010წ.

**ЗАЕИ 3. ХАРЗЕДК ЯАРИСЙАЪЗА ТДРФДБИС
АМЗРНОНЛДТРИУКИ ВАЛНЙЕКДЕА**

3.1. йекдеис лдзнгдби-----	78
3.2. яарисйаъза ларядма га ларъюдма тдрфдбис валнйекдеа-	84
3.3. дхсодрилдмтис лнъукнбис ваамваришдба-----	88
3.4. яарисйаъза тдрфис важнлеисазеис валнчдмдбуки лдзнги	90
3.5. яарисйаъза тдрфис ыиризаги оаралдтрдбис гагвдма---	92
3.6. жнлиз мишамзеисдбдбс шнрис йнрдкаъиури га рдврдсиуки галнйигдбукдбис амакижи-----	97
3.7. амзрнонлдтриуки лнмаъдлдбис нри сюеагасюеа явуфис шдгардбизи амакижи-----	103

**ЗАЕИ 4. САЛЮДГРН ФДЮСАЪЛКИС ЖНЛА –СИСРУКИЗИ-
АСНРТИЛДМТИС НОТИЛИЖАЪИА**

4.1. жнлизи аснртилдмтис авдбис лаздлатийури лнгдкис шдлушаедба-----	120
4.2. тдрфиса га фдюсаълкис шива жнлдбис раъинмакури шдфаргдбис валнйекдеа-----	129
4.3. яарисйаъза სპეცფიკს სპეცფიკს რაინმაკური аснртилдмтис ваамваришдба-----	132

ГАСЙЕМДБИ ГА РДЙНЛДМГАЪИДБИ-----

148

КИТДРАТУРА----- 151

ГАМАРЗИ----- 162

შესავალი

თანამედროვე პირობებში განსაკუთრებით აქტუალობას იძენს ქართული ჯარისათვის მაღალი სამომხმარებლო თვისებების ერგონომიული-მოხერხებული სპეცფეხსაცმლის კონსტრუქციის შემუშავება, რომელიც უზრუნველყოფს მისი ტარების პროცესში კარგ კომფორტს და ჯარისკაცის საყრდენ-მამოძრავებელი აპარატის ნორმალურ მუშაობა-ფუნქციონირებას. ასეთი სპეცფეხსაცმელი ხელს უწყობს არა მარტო ჯანმრთელობის ამაღლებას და ბრძოლისუნარიანობის ზრდას, არამედ აუმჯობესებს აზროვნებაზე კონცენტრირებას, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ხდება სამხედრო ტექნიკისა და ტექნოლოგიების თანამედროვე განვითარების დროს.

სპეცფეხსაცმლის ტარების პროცესში მისი მოხერხებულობის გაუმჯობესებისათვის ძირითადად საჭიროა ორი ამოცანის გადაწყვეტა. პირველი - ფეხსაცმლის ისეთი საყრდენი ფართის და ცალკეულ კვეთებში ზომებისა და ფორმის შემუშავება, რომელიც მაქსიმალურად შეესაბამება ჯარისკაცის ტერფის პლანტარული ნაწილის ფორმას და აგრეთვე იგივე კვეთებში ფეხის ტერფის ზომებისა და ფორმას; მეორე - რაციონალური საყრდენი ფართისა და ცალკეულ კვეთებში ზომების შემუშავება ჯერ კიდევ არ ნიშნავს სამხედრო მოსამსახურეთა მოხერხებული ფეხსაცმელით დაკმაყოფილებას, თუ არ შემუშავდა ასეთი ფეხსაცმელების მოთხოვნის მიხედვით განაწილების ოპტიმალური მეთოდები.

თემის აქტუალობა. სამხედრო მოსამსახურეთა მოხერხებული, ერგონომიული ფეხსაცმელით უზრუნველყოფა პრობლემატური სკითხია, რადგან არ არსებობს ორი ისეთი ადამიანი, რომლებსაც ტერფის ყველა ზომითი ნიშანი ერთნაირი ჰქონდეს. სპეცფეხსაცმელები კი ზომისა და სისრულით გარკვეული შეზღუდული რაოდენობით უნდა დამზადდეს, რათა არ გართულდეს ფეხსაცმლის წარმოების ორგანიზაცია და ხარჯები, ამასთან ამ ფეხსაცმელების ზომები, უნდა უზრუნველყოფ-

დეს ასობით ტიპო-ზომის და ბიომექანიკური თვისებების მქონე ტერფების მოხერხებული ფეხსაცმლით დაკმაყოფილებას. პრობლემატურია საქართველოს ჯარისკაცთა ტერფების ანთროპომეტრიული ნიშან-თვისებების დადგენა, მათ შორის არსებული კავშირების განსაზღვრა, ჩვენს მიერ საკვლევი ასაკობრივი ჯგუფისათვის ფეხსაცმლის ოპტიმალური ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის ფორმირება, ზომებისა და სისრულეების მიხედვით სპეცფეხსაცმლის დამზადების რაციონალური ტექნოლოგიის შემუშავება.

სამუშაოს მიზანი: მოხერხებული სპეცფეხსაცმლის დამზადების პრობლემის გადაჭრისათვის კვლევის მიზანი ხდება: ა) ჯარისკაცთა ტერფის პლანტარული ნაწილის რელიეფური ბუნების მასიური შესწავლა, მათი ტიპოლოგია და ისეთი კონსტრუქციული ელემენტების და მასალების შემუშავება-შერჩევა, რომელიც გაზრდიდა ტერფის პლანტარული ნაწილის სპეცფეხსაცმლის საყრდენთან შეხების ფართს და ე.ი. მის მოხერხებულობას; ბ) საქართველოს სამხედრო მოსამსახურეთა ტერფების ანთროპომეტრიული გამოკვლევა, მონაცემების სტატისტიკური მეთოდებით დამუშავება, სპეცფეხსაცმლის ოპტიმალური ასორტიმენტის გაანგარიშება, კალაპოტებისა და ნამზადების გეოდეზიური წრფეების შესწავლის და ანალიზის საფუძველზე სპეცფეხსაცმლის რამოდენიმე სისრულის მიხედვით დამზადების ახალი მეთოდის შემუშავება.

ნაშრომის მეცნიერულ სიახლეს წარმოადგენს ის, ტერფების ანთროპომეტრიული კვლევებიდან გამომდინარე დადგენილია კალაპოტის ზედაპირის გრძივი და განივი გეოდეზიური წრფეების ცვლილების კანონზომიერებები ზომისა და სისრულის ცვლილებასთან დამოკიდებულებაში, რის საფუძველზე ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნით განისაზღვრა სისრულის ოპტიმალური ინტერვალი, ამით შესაძლებელი გახდა სპეცფეხსაცმლის სამი სისრულით დამზადება მხოლოდ ერთი სისრულის ნამზადით; საქართველოში პირველად ჩატარდა სამხედრო მოსამსახურეთა ტერფების ანთროპომეტრიული გამოკვლევა, რის სა-

ფუძველზე შედგენილ იქნა ანთროპომეტრიული მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების სრულყოფილი მათემატიკური მოდელი და პროგრამა, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი ხდება განისაზღვროს ყველა ძირითადი სტატისტიკური პარამეტრი ნებისმიერი ზომითი ნიშანთვისებისათვის, ჩატარდა მათ შორის კორელაციური და რეგრესიული დამოკიდებულების ანალიზი; ანთროპომეტრიული ზომების სიმრავლეთა შედარებისათვის გამოყენებულ იქნა მათემატიკაში ცნობილი კრიტერიუმები. ჩვენს მიერ შემუშავდა ფეხსაცმლის სამი სისრულით დამზადების რაციონალური მეთოდი; რომ სპეცფეხსაცმლის მოხერხებულობის გაზრდის მიზნით პირველად შესწავლილი და დასაბუთებულია ნახევრად მოთელილი შალის ბოჭკოს, როგორც საუკეთესო მოთელვის უნარის მქონე მასალის გამოყენება სპეცფეხსაცმლის შემავსებლად; შემუშავებულ იქნა ფეხსაცმლის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის სკალის აგების მათემატიკური მოდელი და აგებულ იქნა სამხედრო სპეცფეხსაცმლის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის სკალა; ორმაგ ნორმალურ განაწილებაზე დონის წირების აგებით გადაიჭრა ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის ოპტიმიზაციის ამოცანა; შედგეილ იქნა ახალი სტანდარტი „სამხედრო მოსამსახურის სპეცფეხსაცმელი“.

სამუშაოს პრაქტიკული მნიშვნელობა:

- პირველად დადგინდა, რომ ჯარისკაცთა ტერფის პლანტარული ნაწილის რელიეფურობით გამოწვეული სპეცფეხსაცმლის მოუხერხებლობის კომპენსირება შესაძლებელია ნახევრადმოთელილი შალის მასალის სპეცფეხსაცმლის შემავსებლად გამოყენებით, რომ ტერფის ზემოქმედებით და გამოყოფილი ოფლის შედეგად მოთელვა მთავრდება ფეხსაცმელში, საყრდენი ხდება ტერფის სტერეოტიპი და ამით ტერფის დაბაშზე შეხების ზედაპირი იზრდება სწრაფად;
- ბრტყელტერფიან ჯარისკაცთა ტერფისათვის ნორმალური პირობების შექმნის მიზნით შემუშავებულია ორთოპედიული ჩასაფენი დაბაში, რომელიც უზრუნველყოფს დაწნევის მაქსიმალურად თანაბარ განაწილებას ტერფზე და სუბინაციური ნაწილის თაღოვანების შენარჩუნებას. ეს

კი თითქმის მთლიანად გამორიცხავს ამ კუთხით ტერფის პათოლოგიურ გადახრის შესაძლებლობას;

- უნიფიცირებული კვალის გამოყენების შემთხვევაში ოპტიმალური სისრულითი ინტერვალის დასაბუთებისათვის შემუშავდა სპეციალური კოეფიციენტი და ახალი მეთოდოლოგია;

- ჩვენს მიერ შემუშავებული მეთოდით ძირითადად მოიხსნა სპეცფესსაცმლის სამი სისრულით დამზადებით გამოწვეული ორგანიზაციული თუ ტექნიკურ-ეკონომიკური სიძნელეები და შესაძლებელი გახდა არატიპური ტერფების მქონე ჯარისკაცების მოხერხებული ფესსაცმლით დაკმაყოფილება;

- შემუშავებული მათემატიკური მოდელები ნებისმიერი ანთროპომეტრიული გაზომვების სტატისტიკური ანალიზის დრმად და ამასთან მარტივად შესრულების საშუალებას იძლევა;

- ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის სკალის აგება და ამ ასორტიმენტის ოპტიმიზაციის გადაწყვეტამ ახალ პირობებში მცირე მეწარმეებს საშუალება მისცა თავად შეირჩიონ მათთვის, სპეცფესსაცმელზე მოთხოვნის სეგმენტის ასათვისებლად ყველაზე ოპტიმალური ზომები, სისრულეები და მათი პროცენტული გადანაწილება;

- ჯარისკაცთა ტერფების შესწავლისა და გამოკითხვის ანალიზის საფუძველზე შემუშავდა სტანდარტის პროექტი „სამხედრო მოსამსახურის ფესსაცმელი“, განხილვისათვის წარდგენილია თავდაცვის სამინისტროში; დისერტაციაში შემუშავებული მეთოდები, მასალები და ხელსაწყოები პრაქტიკულად დანერგილია და აპრობირებულია სამეცნიერო-სამეწარმეო წევრთა კავშირი „ინტეგრატორის“ საწარმოებში.

დაცვაზე გამოტანილი დებულებები: მათემატიკური მოდელირების მეთოდები ანთროპომეტრიული მონაცემების სტატისტიკური დამუშავებისათვის; სხვადასხვა სიმრავლეების შედარების კრიტერიუმებისათვის; სხვადასხვა ზომითი ნიშან-თვისებების ურთიერთდამოკიდებულების კორელაციური და რეგრესიული ანალიზისათვის; ოპტიმალური

ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის სკალის აგებისათვის; ერგონომიული სამხედრო სპეცფეხსაცმლის განსაზღვრის დებულება; საყრდენ-მამოძრავებელი აპარატის ბიოლოგიური და მექანიკური თვისებები; საფეიქრო მასალების თვისებების გამოყენება სპეცფეხსაცმლის მოხერხებულობის გაზრდის მიზნით; სისრულითი ინტერვალის და ფეხსაცმლის სამი სისრულით დამზადების ახალი მეთოდის შემუშავება; პათოლოგიური ტერფებისათვის ორთოპედიული დაბაშის და ამონაგების კონსტრუქციის აგება.

ნაშრომის აპრობირება. ნაშრომის ძირითადი დებულებებისა და შედეგების აპრობირება მოხდა შემდეგ კონფერენციებზე:

1. I საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „საფეიქრო და მსუბუქი მრეწველობის განვითარების თანამედროვე პრობლემები“ ქუთაისი, 1995 წ.;
2. II საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია - მიძღვნილი „ქსტუ მსუბუქი მრეწველობის ინსტიტუტის 35 წლისთავისადმი“, 1998 წ.
3. საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „კვების, მსუბუქი მრეწველობისა და მომსახურების სფეროს აქტუალური პრობლემები“- აზერბაიჯანი, ქ. განჯა, 24-26. 05. 1999 წ.
4. III საერთაშორისო კონფერენცია „რეგიონის განვითარების სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების პრობლემები“- ქუთაისი, 1999 წ.
5. საერთაშორისო კონფერენცია „მსუბუქი მრეწველობის პრობლემები“- თბილისი. სტუ. 29-30. 10. 99.
6. „დიზაინის, ტექნოლოგიის და კონსტრუირების“ კათედრა.- ქუთაისის სახელმწიფო ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2001, 2002, 2003 წ.წ.

პუბლიკაციები: დისერტაციის მასალები გამოქვეყნებულია როგორც რესპუბლიკურ, ასევე საზღვარგარეთის გამოცემებში, სულ 15 სამეცნიერო ნაშრომი.

ნაშრომის მოცულობა და სტრუქტურა: დისერტაცია შედგება შესავალისაგან, ოთხი თავისაგან, დასკვნებისაგან და დანართისაგან. ნაშრომი დაბეჭდილია 150 გვერდზე, შეიცავს 24 ნახაზს, 19 ცხრილს. გამოყენებული ლიტერატურის სია შეიცავს 142 დასახელებას. ნაშრომის საერთო მოცულობა შეადგენს 170 გვერდს.

თავი 1. სპეცფესსაცმელში ტერფის ბიომექანიკური მახასიათებლების კვლევა

1.1. ტერფის ბიომექანიკის კვლევა

ტერფების მასიური კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე ჩვეულებრივ უგულვებელყოფენ აშკარა პათოლოგიების მქონე ტერფებს, ხოლო ნორმიდან მცირედ გადახრილებს კი აერთიანებენ ჯგუფებში ნორმალურ ტერფებთან ერთად. შესაბამისად, ფესსაცმლის კონსტრუირებაც ამ ჯგუფში შემავალი ყველა ტერფისათვის ხდება ერთნაირად. მაგრამ ორთოპედიების მიერ ჯანმრთელი და პათოლოგიური გადახრების მქონე ტერფებისათვის განკუთვნილ ფესსაცმელს წაყენება სხვადასხვა მოთხოვნები, ამიტომ აუცილებლობის შემთხვევაში ფესსაცმელში უნდა მონაწილეობდნენ ორთოპედიული ელემენტები. აღნიშნული პრობლემა აქტუალურია განსაკუთრებით 18-დან 28 წლამდე ასაკის ქართველი მამაკაცებისათვის, რომლებიც მსახურობენ ქართულ ჯარში, ამიტომ მიზანშეწონილად მივიჩნით უფრო ღრმად გავცნობოდით ტერფის პათოლოგიების საკითხებს სწორედ ამ ასაკობრივი ჯგუფის მაგალითზე.

საყრდენ-მამოძრავებელი აპარატის დაავადებათა შორის ყველაზე ხშირია ტერფის დეფორმაცია, ხოლო დეფორმაციის განსაკუთრებით გავრცელებული სახეა- ბრტყელტერფიანობა. ბრტყელტერფიანობა ეწოდება ტერფის გამრუდებას, რომლის დროსაც ის დაფიქსირებულია პრონირებულ და გაწეულ მდგომარეობაში, იგი გრძივი თალის სიმაღლის შემცირებით გამოიხატება [53]. განასხვავებენ გრძივ, განივ და კომბინირებულ ბრტყელტერფიანობას. სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით გრძივი ბრტყელტერფიანობა გვხვდება 16-25 წწ ასაკის ადამიანებში.

გამოყოფენ თანდაყოლილ, ტრამვატულ, პარალიზურ, რაქიტულ და ყველაზე მეტად გავრცელებულ - სტატიკურ ბრტყელ ტერფებს[53].

თანდაყოლილი ბრტყელტერფიანობა სხვადასხვა ავტორების მონაცემებით ახასიათებს ახალშობილთა დაახლოებით 8%-ს. ტრავმატული ბრტყელტერფიანობა შეიძლება იყოს ტერფის მოტეხილი ძვლების არასწორი შეზრდის, წვივ-ტერფის სახრის ღრძობის ან სხვა ტრავმათა შედეგი.

სტატიკური დეფორმაციის მქონე ტერფები, როგორც აღნიშნეთ პათოლოგიურ ტერფებს შორის ყველაზე ხშირია (82,1%). მართებულადაა მიჩნეული თეორია, რომელიც ხსნის ბრტყელტერფიანობის (სტატიკური) განვითარებას კუნთების შესუსტების შედეგად, რაც გამოწვეულია ქვედა კიდურების არახელსაყრელ პირობებში მუშაობით. გაუგებარი რჩება რა ეტაპზე წარმოიშვება კუნთების უკმარისობა- საწყისზე თუ შემდგომ - ტერფის დაწვევისას ზედმეტი დაჭიმულობის შედეგად [53].

აღნიშნული საკითხი, ანუ ტერფის თაღის დამჭერი აპარატის ფუნქციონირების ბიომექანიკური ანალიზი გახდა სპეციალისტთა დავის მიზეზი. სხვადასხვა ავტორები სხვადასხვაგვარად აშუქებენ აღნიშნულ საკითხს კუნთების როლის შესახებ გრძივი თაღის ფორმის რეგულირებასა და ტერფის სტატიკური დაავადებების წარმოშობაში. მათ შორის ძირითადია ორი ურთიერსაპირისპირო მოსაზრება: 1) დიდ სტატიკურ დატვირთვებთან წინააღმდეგობისას შეუძლებელია კუნთებს ექნეთ გადამწყვეტი მნიშვნელობა (ს. ფ. გოდუნოვი, ა.ნ. უილცოვი, ი. ბასმაიანი, გ. სტესკო); 2. კუნთების სისუსტე წამოადგენს ტერფის სტატიკური უკმარისობის ძირითად მიზეზს, რასაც შემდგომ მოყვება დეფორმაციები (მ. ნ. კუსლიკი; მ. ო. ფრიდლანდი). ბოლო დროს მკვლევართა უმეტესობა ემხრობა პირველ მოსაზრებას [51]. ადამიანის ფეხის ტერფი წარმოადგენს ურთულესი კონსტრუქციის ფიზიოლოგიურ მექანიზმს, რომელიც ძალზედ საინტერესოა დაკავშირებული ადამიანის მთელ ორგანიზმთან. ტერფში, როგორც რეფლექტორულ მექანიზმში, მის

შემადგენელ ქსოვილთა მთელი კომპლექსის ნორმალური შეთანხმებული მუშაობისას შეიძლება წარმოიშვას მრავალი ცვლადი მექანიზმი, რომლებიც უზრუნველყოფენ საყრდენ და მამოძრავებელ ფუნქციებს. ქსოვილებს შორის (ძვლები, კუნთები, მყესები, იოგები) ნორმალური ურთიერთკავშირების დარღვევისას რა მიზეზითაც არ უნდა ხდებოდეს ეს, ამ მექანიზმების წარმოქმნა გართულებულია, ზოგჯერ კი შეუძლებელი, რის შედეგადაც ტერფის ფუნქცია და ფორმა ირღვევა. ტკივილის შეგრძნება, ჯერ კიდევ დეფორმაციის წარმოშობამდე, არის ქსოვილებს შორის ნორმალური ურთიერთკავშირების დარღვევის სიგნალი. ამგვარად ტერფი, როგორც ჩვენი შესწავლის ერთ-ერთი ძირითადი ობიექტი, ჩვენს მიერ განხილული უნდა იქნეს სიღრმისეულად.

ტრავმატოლოგები და ორთოპედები ტერფსა და მთელ ორგანიზმს შორის ურთიერთკავშირების განხილვისას ჩვეულებრივ საუბრობენ ქსოვილურ კავშირებზე, რომლებიც მყარდება ძვლების, კუნთების, მყესებისა და იოგების უშუალო მექანიკური ურთიერთქმედებით. აღნიშნული საკითხი ძალზე საინტერესოაა გაშუქებული ძველ აღმოსავლურ მედიცინაში. აქ არსებობს თეორია, რომლის მიხედვითაც ფეხის გულზე არსებობს მრავალი მგრძნობიარე, ე.წ. რეფლექსოგენური ზონა, დაკავშირებული სხვადასხვა შინაგან ორგანოსთან. აღნიშნული ზონების გაღიზიანებით შეიძლება მოვახდინოთ ზეგავლენა შესაბამისი ორგანოს ფუნქციონირებაზე.

პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ ფეხის გული მართლაც ძლიერ მგრძნობიარეა მექანიკური და თერმული გაღიზიანების მიმართ, განსაკუთრებით თვალნათლივ ჩანს სიცივის გავლენა. ვიცით, რომ შიშველი ფეხის ხანმოკლე შეხება ცივ ზედაპირთან იწვევს ცხვირით სუნთქვის გაძნელებას, ცემინებას, თავის ტკივილს, ხოლო ტერფის მნიშვნელოვანი გაცივება - შინაგანი ორგანოების დაავადებებს.

სხვადასხვა ორგანოზე ზემოქმედების მიზნით აკუპუნქტურის გამოყენებისათვის აუცილებელია ვიცოდეთ ტერფზე შესაბამისი რეფლექსოგენური ზონების განლაგება. აღნიშნული ზონები ტერფის სასიარულო მხარეს ძალზედ საინტერესოდ ნაწილდება [65], (სურათი 1.1) კერძოდ ადამიანის სხეულში დიაფრაგმის ზემოთ მდებარე ორგანოების შესაბამისი რეფლექსოგენური ზონები განლაგებულია ტერფის წინა ნაწილში, დიაფრაგმის ქვემოთ მდებარე კი- შუა და უკანა ნაწილში. კერძოდ, წინა ნაწილშია: ცხვირის, ყურის, თვალის, ფილტვის, ფარისებური ჯირკვალის, კისრის მალეების, ქვედა ყბის სახსრის, სანერწყვე ჯირკვლების, პირის წრიული კუნთის, ტუჩების, თავის ტვინის, დიდი ნახეარსფეროების ქერქის, გულის ზონები. შუა და უკანა ნაწილებში: ღვიძლის, ნაღვლის ბუშტის, ბრმანაწლავის, წვრილი ნაწლავების, თორმეტგოჯა ნაწლავის, თირკმლების, კუჭის, კუჭქვეშა ჯირკვლის, შარდის ბუშტის, ელენთის შესაბამისი ზონები.

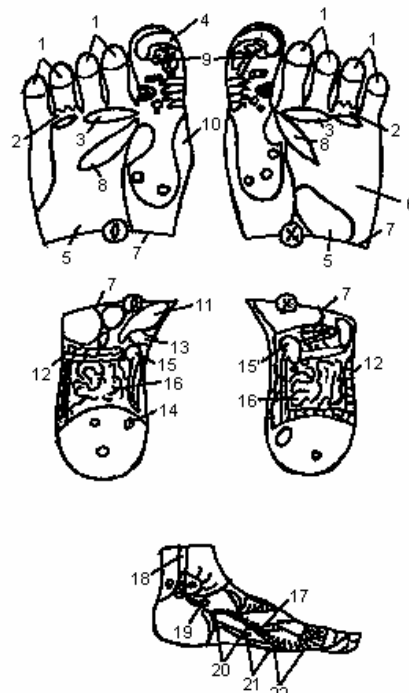
ტერფის ზურგზე განლაგებულია ბეჭის, ნეკნების, დუნდულის კუნთის, სწორი ნაწლავის, მენჯის უბნის, თირკმელის, ბეჭისა და მკერდის ჯირკვლების ღიმფური სისტემის, თეძოს, იდაყვის შესაბამისი ზონები.

ტერფის შიდა თაღზე თანმიმდევრობით განლაგდება ხერხემლის კისრის, გულმკერდის და წელის მალეებზე მოქმედი რეფლექსოგენური ზონები.

აკუპუნქტურით მკურნალობის ძველადმოსავლურმა და თანამედროვე პრაქტიკამ გვიჩვენა, რომ ტერფის თერაპია წერტილოვანი მასაჟით საკმაოდ ეფექტურია როგორც მკურნალობის, ისე დიაგნოსტიკის მიზნით. მაგრამ თუ მასაჟის დროს არსებული მეთოდის დაცვით (დაწოლის ძალა, სიხშირე, მასაჟის ხანგრძლივობა) რეფლექსოგენური ზონებზე ზეწოლამ შეიძლება დადებითი გავლენა იქონიოს სხვადასხვა ორგანოების, ძვლოვან ან კუნთოვანი სისტემების ფუნქციონირებაზე, მაშინ არ უნდა

გამოირიცხოს იმის შესაძლებლობა, რომ ტერფის დეფორმაციების არსებობისას მისმა დატვირთვამ გამოიწვიოს რეფლექსოგენული ზონების მეტისმეტად გაღიზიანება, რაც უარყოფითად იმოქმედებს შესაბამის ორგანოზე.

ცნობილი ფაქტია, რომ ბრტყელტერფიანობის მაღალი ხარისხის არსებობისას ავადმყოფები უჩივიან დაღლილობას, ტერფის, წვივის, მუხლის, წელის ტკივილს. ეს უკანაქნელი აიხსნება ტერფის ძვლების არასწორი განლაგების გავლენით წვივის ძვალზე, მუხლის სახსარზე, ბარძაყისა და მენჯის ძვლებზე, რაც განსაკუთრებით რთულ ფორმებში თანდათან იწვევს ხერხემლის მალების ნორმალური ფუნქციონირების დარღვევას.



სურ. 1.1. ტერფზე რეფლექსოგენული ზონების განლაგება:

როგორც ვიცით, ბრტყელტერფიანობისას ხდება გარე და შიგა თაღების დაწევა, რომლებიც შეიძლება მთლიანად განთავსდნენ საყრდენ ზედაპირზე. ჩვეულებრივ შიდა თაღის სიმაღლე გაცილებით აღემატება გარე თაღისას, ამიტომ ბრტყელტერფიანობის მაღალი ხარისხის არსებობისას გაბრტყელება წარმოებს ძირითადად შიდა თაღის დაწევის ხარჯზე. საინტერესოა, რომ სწორედ ამ უბანზეა განთავსებული ხერხემლის რეფლექსოგენური ზონები. ჩვენი აზრით,

შესაძლებელია ვარაუდი იმისა, რომ აღნიშნულ ზონებზე მეტისმეტი დაწოლა, რასაც ადგილი არა აქვს ნორმალურ ტერფში, შეიძლება ასევე გახდეს ხერხემლის არეში ტკივილების შეგრძნების მიზეზი. ამ საკითხის სერიოზული შესწავლისათვის აუცილებელია სამუშაოში ტრავმატოლოგებისა და ორთოპედების ჩართვა და ამ თემას შესაძლოა მიექცენ ახალი გამოკვლევები. ამ ეტაპზე კი ჩვენს მიერ შეგროვილი მასალა კიდევ ერთხელ მოწმობს, თუ რამდენად მნიშვნელოვანია ტერფის პათოლოგიების და მისი გამომწვევი მიზეზების შესწავლა და ადამიანებისათვის ამ პათოლოგიური გადახრებით გამოწვეული ტკივილების შემსუბუქება.

ჯარისკაცთა ტერფების მდგომარეობის დახასიათება ჩვენს ხელთ არსებული პლანტოგრამების ვიზუალური დათვალიერების გზით შემდეგ სურათს იძლევა: ქუსლისა და წინა ტერფის ძვლების მდგომარეობიდან გამომდინარე ტერფის წინა და უკანა ნაწილების განფენილობა ანაბეჭდზე შეიძლება იყოს სხვადასხვაგვარი. ამრიგად, პლანტოგრამის საშუალებით შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნები ტერფის სხვადასხვა უბნებზე არსებული ცვლილებების შესახებ. მაგალითად, გრძივი ღერძის მიმართ მობრუნება შეიმჩნევა ანაბეჭდის სიმკვეთრის მიხედვით: ვალგუსური დეფორმაციის დროს ანაბეჭდის შიგა კიდე უფრო მკვეთრია, გარე კი მკრთალი და ა. შ.

ამგვარად, პლანტოგრამების შესწავლის საფუძველზე ტერფის თაღოვანების და დეფორმაციების მრავალგვარი ფორმები შეინიშნება. გამოკვლეულ ქართველ ჯარისკაცთა 1000 პლანტოგრამიდან 282-ზე აღიბეჭდა ტერფის მეტნაკლებად მნიშვნელოვანი გადახრების არსებობა. აღნიშნული გადახრებიდან ჩვენს მიერ დასმული პრობლემის გადაჭრის მიზნით საინტერესოა ბრტყელტერფიანობასთან დაკავშირებული საკითხების ანალიზი, განსაკუთრებით მისი ხარისხის დადგენა.

1.2. ბრტყელტერფიანობის განსაზღვრის მეთოდები

ვიზუალური დიაგნოსტიკა არ იძლევა გრძივი ბრტყელტერფიანობის დეფორმაციის სრულ დახასიათებას, რადგან ამ დროს გამოიყენება მხოლოდ მძიმე ფორმები, ქუსლის მკვეთრად გამოხატული ვალგუსური გადახრებით. ბრტყელტერფიანობის ხარისხისა და სახეობის დადგენისათვის კარგ შედეგს იძლევა პლანტოგრაფიული და რენტგენოგრაფიული მეთოდები. რენტგენოგრაფია სურათების სწორი მეთოდიკით მიღებისას იძლევა ტერფის ანატომიის ობიექტურ სურათს, მაგრამ ტერფების მასიური კვლევის დროს ეს მეთოდი ნაკლებად მისაწვდომი და ძვირადღირებულია. ასევე ძვირადღირებულია კომპიუტერული ტომოგრაფია დანადგარ EMED - SYSTEM-ზე. იგი კვლევის უახლესი მეთოდია.

დანადგარი EMED - SYSTEM შესდგება გზაკვალისაგან ზომით 385x226 მმ, მოწყობილობის შუა ნაწილში მოთავსებულია პედოგრაფი, რომლის შიგნით მოთავსებულია პირველადი გამზომი გარდამქმნელები გადამწოდრიდან წამოსული სიგნალების წინასწარი დამუშავების ბლოკით. სიგნალების წინასწარი დამუშავების 3800-ზე მეტი გადამწოდრიდან მიღებული ინფორმაცია სადენით მიეწოდება კომპიუტერის სპეციალურ სისტემურ ბლოკს.

გაზომვის შედეგების დამუშავება წარმოებს შემდეგი პარამეტრების მიხედვით: გამზომ ბაქანთან ტერფის კონტაქტის ფართი და დაწნევის ძალა, რომელიც გამოდის მონიტორზე გრაფიკული დამოკიდებულების სახით: $P = f(t)$, $F = f(t)$ და $A = f(t)$ დროის დერძზე წყვეტილობით, რომელიც შეადგენს 20 წმ.

მონიტორზე ასევე გამოისახება ტერფის პლანტარულ ზედაპირზე დაწნევის განაწილების სურათი, დაყოფილი ბადით, უჯრის ზომაა 5 x 5 მმ. უჯრედის ფერი შეესაბამება დაწნევის განსაზღვრულ დიაპაზონს.

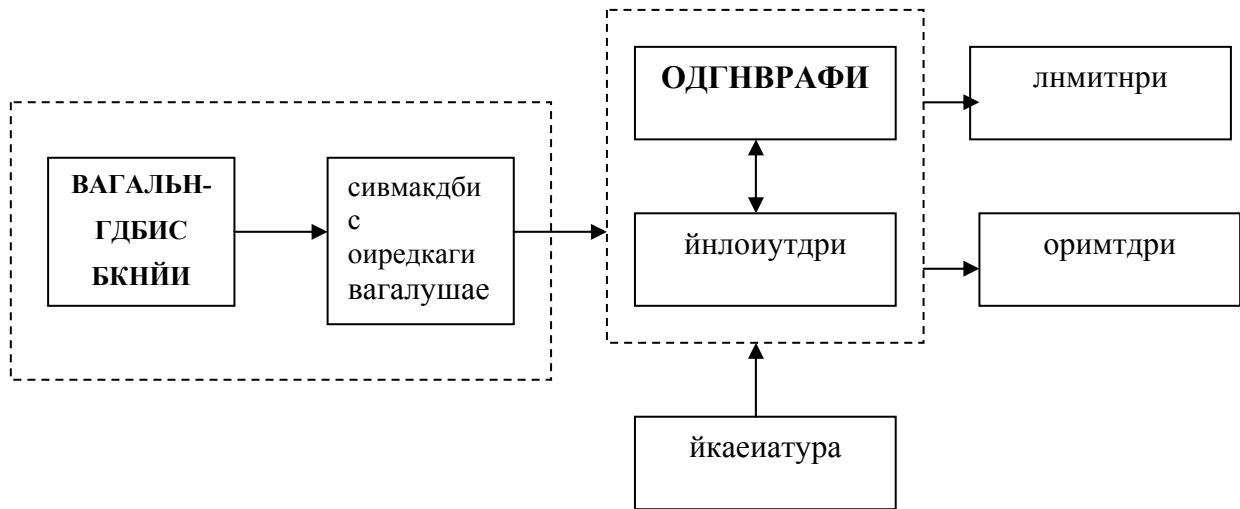
პროგრამა საშუალებას გვაძლევს მონიტორზე გამოვიტანოთ ტერფის საყრდენთან შეხების სხვადასხვა ფაზები 20 წმ-ის წყვეტილობით და პრინტერის საშუალებით მივიღოთ ფერადი გამოსახულების ანაბეჭდი, რომლის ყოველ უჯრედში ნახვენები იქნება დაწნევის სიდიდე ციფრებში.

მიმთითებელის ვერტიკალზე გადანაცვლებით ანუ ტერფის სიგრძის მიმართულებით, $P = f(t)$, $F = f(t)$ და $A = f(t)$ დამოკიდებულების გრაფიკზე, მიმთითებელის ზედა და ქვედა მდებარეობის ზონების შესაბამისად მიიღება დამატებით ანალოგიური გრაფიკული გამოსახულება.

პროგრამული უზრუნველყოფა საშუალებას იძლევა მონიტორზე მიღებულ იქნას ტერფის პლანტარულ ზედაპირზე დაწნევის სივრცული ეპიურის ფერადი აქსონომეტრიული გამოსახულება და ვაწარმოოთ ამ გამოსახულების როტაცია კუთხური ბიჯით, რომელიც ტოლია 90° .

გამოსაკვლევი პიროვნება დგას რა სასიარულო გზაკვალის ერთ-ერთ ბოლოში, მოძრაობას იწყებს მისთვის დამახასიათებელი ტემპით და გადის მეორე ბოლოში ისე, რომ ტერფი სრულად მოთავსდეს გამზომ ბაქანზე, გამზომი ბაქანის გადამწოდები შეიგრძნობენ ტერფის დაწნევის ძალის გადანაწილებას და გადასცემენ სიგნალებს პირველადი დამუშავების ბლოკს. სურათი 1.2. რომელშიც სწარმოებს სიგნალების სისტემატიზაცია და მათი მოწესრიგებული სახით გადაცემა კომპიუტერის სისტემური ბლოკის პედოგრაფიულ ანალიზატორზე. მიღებული ინფორმაცია მიცემული პროგრამის მიხედვით მიეწოდება დაწნევის ფართის და ძალდატანების დროსთან 10-15 წმ-ის შემდეგ, რომლის დროსაც სწარმოებს გადამწოდიდან მიღებული ინფორმაციის დამუშავება, მონიტორზე გამოჩნდება ტერფის გამოსახულება აღნიშნული დამოკიდებულების გრაფიკებით

(ამ დროს სისტემური ბლოკის გადამრთველი უნდა მდებარეობდეს პროგრამის ავტომატური გაშვების რეჟიმში).

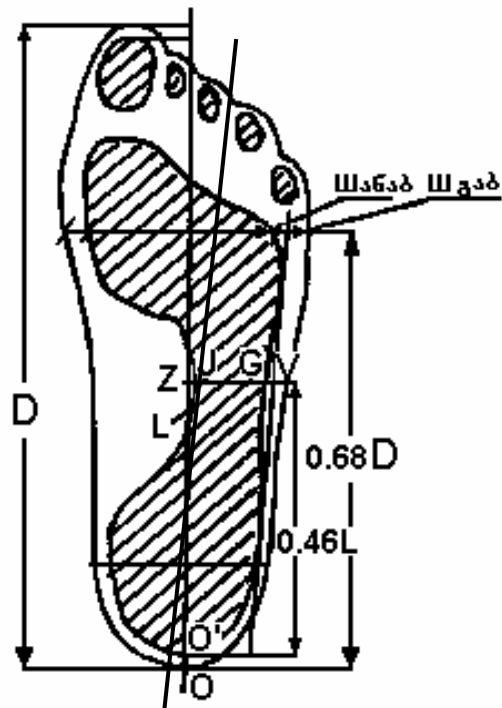


სურ. 1.2. EMED - SYSTEM დანადგარის ფუნქციონალური სქემა

ჯერჯერობით ასეთი სისტემა ჩვენთვის ხელმისაწვდომი არ არის. ამასთან მოუხერხებელია მისი ტრანპორტირება, სხვადასხვა რეგიონებიდან ჯარისკაცთა ჩამოყვანა ინფორმაციის მიღებისათვის კი დიდ ორგანიზაციულ და ეკონომიკურ ხარჯებთან არის დაკავშირებული. ჩვენი მიზნებისათვის სრულიად საკმარისი აღმოჩნდა პლანტოგრაფიული მეთოდის გამოყენება, ვინაიდან ჩვენთვის საინტერესო იყო კამარის ნაწილის მხოლოდ კონტურების დადგენა. თანაც ჩვენს პირობებში იგი ხელმისაწვდომია.

არსებობს ტერფის თაღის მდგომარეობის დადგენის ცნობილი მეთოდი, რომლის მიხედვით ტერფის მდგომარეობის დადგენისათვის პლანტოგრაფიაზე ატარებენ ქუსლის ანაბეჭდის ცენტრსა და იიი -- იV თითების ფალენგებს შორის გამავალ წრფეს (იხ. სურათი 1.3). აღნიშნული წრფის მიმართ ქუსლიდან 0,46 D კვეთში გაივლება ვერტიკალური ხაზი. გარე თაღი, რომელსაც წარმოშობს ქუსლისა და კამარის ნაწილის ძვლები, თითქმის ემთხვევა საყრდენ ზედაპირს, ამიტომ ამ უბანში გავლებული მხები უმეტესად თანხვედრილია კვალის კონტურისა. ცხადია, რაც უფრო დაწეულია გრძივი თაღი,

ე.ი. რაც უფრო მაღალია ბრტყელტერფიანობის ხარისხი, მით უფრო განიერია აღნიშნულ უბნებზე პლანტოგრამაზე ანაბეჭდის სიგანე.



სურათი 1.3. პლანტოგრამის დამუშავების სქემა.

ანაბეჭდის რეალური სიგანის (IG) და ღერძებს შორის ნორმალურად მიხნეული სიდიდის (VZ) თანაფარდობა ახასიათებს ტერფის მდგომარეობას და რიცხობრივად გამოისახება K კოეფიციენტით. $K=IG/ VZ$

K იღებს შემდეგ მნიშვნელობებს:

1. ძლიერ თაღოვანი ტერფისათვის $K<0,5$;
2. ნორმალური ტერფისათვის $0,51<K<1,0$;
3. დაწეული ტერფისათვის $1,1<K<1,2$;
4. ბრტყელტერფიანობის პირველი ხარისხი $1,21<K<1,3$;
5. ბრტყელტერფიანობის მეორე ხარისხი $1,31<K<1,5$;
6. ბრტყელტერფიანობის მესამე ხარისხი $K>1,51$.

აღწერილი მეთოდით ტერფის მდგომარეობის დადგენის მიზნით მოვახდინეთ ჩვენს ხელთ არსებული ჯარისკაცების ტერფების

პლანტოგრამების შესწავლა. 1000 ტერფის პლანტოგრამის გაზომვის შედეგად მივიღეთ შემდეგი მონაცემები:

1. ძლიერ თაღიანი ტერფი- 3,1% \approx 3%;
2. ნორმალური ტერფი- 69,9% \approx 70%;
3. დაწეული ტერფი- 15,2% \approx 15%;
4. ბრტყელტერფიანობის პირველი ხარისხი- 5,1% \approx 5%;
5. ბრტყელტერფიანობის მეორე ხარისხი- 3,9% \approx 4%;
6. ბრტყელტერფიანობის მესამე ხარისხი- 2,8% \approx 3%.

მიღებული შედეგების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ცდების ჩატარების დროს სამხედრო სამსახურში მყოფ ჯარისკაცებს შორის იყვნენ პათოლოგიური ტერფის მქონე ახალგაზრდებიც. ამიტომ დავინტერესდით ქართულ ჯარში ახალგაზრდების გაწვევასთან დაკავშირებით თავდაცვის მინისტრის №360 ბრძანებით- საქართველოს შეიარაღებულ ძალებში სამხედრო-საექიმო ექსპერტიზის ჩატარების შესახებ. ბრძანებაში ჩვენთვის საინტერესოა მუხლი №68 „ბრტყელტერფიანობა და ტერფის სხვადასხვა პათოლოგიები“. ბრძანება მიღებულია 1996 წლის 22 დეკემბერს, დამტკიცებულია საქართველოს თავდაცვის მინისტრის მიერ და დღესაც ძალაშია.

აღნიშნული ბრძანების №68 მუხლის „ბ“ პუნქტი ეხება მესამე ხარისხის ბრტყელტერფიანობას, სადაც აღინიშნება სიმრავლე იმ დეფორმაციებისა, რომელთა ერთდროული დაფიქსირება ტერფზე მიიჩნევა აუცილებელ პირობად სამხედრო სამსახურში გაწვევის შეზღუდვისას. ჩვენი აზრით ამ დასკვნის გამოტანისათვის პირობათა სიმრავლე (ბრტყელტერფიანობის მესამე ხარისხი, პირველი თითის განმზოლი კონტაქტურა, ტერფის ძვლების ეკზოზოსტები, ტერფის გარე განზიდვა, ართროზის არსებობა კოჭნავის სახსარში) იძლევა მიკერძოებისა და სუბიექტური გადაწყვეტილების მიღების საშუალებას,

მითუმეტეს, რომ აღნიშნული დეფორმაციების დაფიქსირება ხდება გარკვეული სიზუსტით და ესეც დიდადაა დამოკიდებული ორთოპედის ინდივიდუალურ მიდგომაზე.

როგორც ვიცით, დღესდღეობით საქართველოს თავდაცვის სამინისტროში და ქართულ ჯარში მიმდინარეობს რეფორმები, რომლებიც მიმართულია ჯარის რაოდენობრივი შემცირებისაკენ, მისი არსებული თავდაცვისუნარიანობის შენარჩუნებით და შემდგომში გაუმჯობესებით, რაც შეიძლება მიღწეულ იქნას თითოეული ჯარისკაცის მომზადების დონისა და ქმედითუნარიანობის ამაღლებით.

აღნიშნული მიზნის მიღწევას, ცხადია, დიდად განაპირობებს ჯარისკაცების ფიზიკური მონაცემები. ამიტომ ჩვენი აზრით 1996 წელს დამტკიცებული ბრძანება, კერძოდ მისი 68-ე მუხლი თავიდან უნდა იქნას განხილული მასში გარკვეული შესწორების შეტანით. მიზანშეუწონლად მიგვაჩნია მესამე ხარისხის ბრტყელტერფიანობისა და მისი თანმხლები ტერფის სხვა დეფორმაციების მქონე ახალგაზრდების სამსახური, რომელთა ქმედითუნარიანობა და მედეგობა დატვირთვის მიმართ საგრძნობლად შეზღუდულია. ამიტომ ჩვენ ვთვლით, რომ მესამე ხარისხის ბრტყელტერფიანობის მქონე პირები საერთოდ უნდა განთავისუფლდნენ სამხედრო ვალდებულებიდან, მითუმეტეს რომ ასეთები საშუალოდ შეადგენენ ჯარისკაცთა მხოლოდ 3%-ს. ჯარის შემცირება პირველ რიგში სწორედ მათ ხარჯზე უნდა განხორციელდეს.

პირველი და მეორე ხარისხის ბრტყელტერფიანობა (თუ ტერფის მდგომარეობას არ ამძიმებენ სხვა დეფორმაციები) არ ახდენს მნიშვნელოვან გავლენას ადამიანებზე, მითუმეტეს გაწვევის ასაკში 18-25 წელი. ამიტომ აღნიშნული გადახრის მქონე წვევამდელი სამართლიანად შეიძლება ჩაითვალოს სამხედრო სამსახურისათვის ვარგისად. მიუხედავად ამისა, არ შეიძლება მთლიანად უგულებელვყოთ

აღნიშნული დეფორმაციის არსებობა, რადგან ის შეიძლება გაძლიერდეს და გამოიწვიოს ახალი გართულებები. ამიტომ ამ მოვლენათა თავიდან ასაცილებლად საჭიროა გარკვეული პროფილაქტიკური ღონისძიებების განხორციელება.

ტერფის დეფორმაციის განვითარების პროცესი საკმაოდ რთულია, რადგან დეფორმაცია ერთ უბანზე იწვევს დარღვევებს მომიჯნავე უბნებში, რაც ხელს უწყობს ტერფზე ახალი გადახრების ჩამოყალიბებას. უკვე ჩამოყალიბებული ბრტყელტერფიანობისაგან ტერფის განკურნება შეუძლებელია, მაგრამ დეფორმაციის პროგრესის წინასწარ თავიდან აცილება აუცილებელია. ამ მიზნით განხორციელებული პროფილაქტიკური ღონისძიებები ძირითადად მიმართულია კუნთებისა და იოგების აპარატის დატვირთვის შემცირების, მისი გაძლიერების და რაციონალურად გამოყენებისაკენ, რასაც ემსახურება სპეცფეხსაცმელი და დამატებითი მოწყობილობები (ღაბაში, ნ/ღაბაში და ა.შ.).

დღეისათვის დაგროვილი მონაცემები ნორმალური და პათოლოგიური ტერფების ფუნქციონირების ბიო-მექანიკის შესახებ და არსებული გამოცდილება საშუალებას გვაძლევს ფორმულირება გავუკეთოთ საერთო მოთხოვნებს, რომლებიც წაყენებათ ნებისმიერი სახის ორთოპედიულ ნაკეთობას:

– რაციონალური ორთოპედიული ღაბაშის მორგების უმნიშვნელოვანეს პირობას წარმოადგენს ტერფის საყრდენ ზედაპირზე დგომისა და სიარულის დროს დატვირთვის თანაბარი განაწილება. ამასთან უნდა მივისწრაფვოდეთ საყრდენი ზედაპირის გაზრდისაკენ, რაც გამოიწვევს კუთრი დაწნევის სიდიდის შემცირებას ტერფის სასიარულო მხარეს. ეს მოთხოვნა არ ეწინააღმდეგება სპეციალური ღაბაშთაშორისი ელემენტების დანიშნულებისამებრ გამოყენებას, რომლებიც მისი პათოლოგიური მდგომარეობიდან გამომდინარე ზრდის დაწნევას ტერფის განსაზღვრულ უბნებში. ბრტყელტერფიანებისათვის

განკუთვნილი ფეხსაცმლის დაბაში უნდა ემსახურებოდეს ტერფის მთავარი საყრდენი უბნების- ქუსლისა და ნება ფალანგთა შენაწევრების უბნის (კონათა ნაწილების) განტვირთვას, ტერფის პლანტარული ნაწილის ზედაპირთან, ფეხსაცმლის შიგა კვალის საყრდენი ზედაპირის მაქსიმალური მიახლოების გზით.

– ტერფის პლანტარული ნაწილის შესწავლისათვის აუცილებელია პლანტოგრაფიის ან კომპიუტერული ტომოგრაფიის გამოყენება, რათა მოიძებნოს ტერფის პლანტარულ ნაწილში მაქსიმალური დაწნევის უბნები. რაც შეეხება ბრტყელი დაბაშის კონსტრუქციის სრულყოფის ხარჯზე ფეხსაცმლის საყრდენი ზედაპირის კომფორტულობის გაზრდას ყოველდღიურ ფეხსაცმელში, ფაქტიურად რეალური შესაძლებლობები დღეისათვის ამოწურულია, ფეხსაცმლის ამ მიმართულებით შემდგომ სრულყოფას ვერ გავეცევით ბრტყელტერფიანი მოსახლეობის შემთხვევაში და იგი დაკავშირებული უნდა იქნეს ძირის საყრდენი სისტემის დრეკადი გეომეტრიული და დისიპატიური პარამეტრების ცვლილებაზე. [34] რასაც ამტკიცებს წამყვანი საფეხსაცმელე ფირმებიდან გამოგონებების და სამეცნიერო ნაშრომების ნაკადი. ნორმალური ტერფების შემთხვევაში ამ მიზნით კარგ ეფექტს იძლევა ძირის დეტალების (შიგა და შუალედი) სისტემაში მოთელების უნარის მქონე საფეიქრო მასალების გამოყენება.

აღნიშნული საკითხების შესწავლასთან დაკავშირებით საინტერესოა მეცნიერული ნაშრომი [80], რომელშიც განხილულია სპორტული და საყოფაცხოვრებო რეზინის ფეხსაცმლის პრინციპულად ახალი კონსტრუქცია. ტერფები სპორტულ ფეხსაცმელში, როგორც წესი, განიცდიან გაძლიერებულ დატვირთვებს და არარაციონალურად აგებული ბრტყელი დაბაშის არსებობამ შეიძლება გამოიწვიოს სწრაფი დაღლილობა, ტკივილები, ხოლო ხანგრძლივი ტარების შემდეგ - მიგვიყვანოს სტატისტიკური დეფორმაციების წარმოქმნამდე, ან არსებულის გართულებამდე. იმდენად, რამდენადაც ჯარისკაცის ტერფი

ჩექმაში ასევე დიდ დატვირთვებს განიცდის ფიზიკური მომზადებისა თუ სხვა მომენტებში, ჩვენი აზრით სპორტსმენების ფესსაცმელთან დაკავშირებული პრობლემები აქტუალურია ასევე ჩვენს შემთხვევაშიც. ბრტყელტერფიანობის პროფილაქტიკისათვის ღაბაშის კვანძების დამზადების მიზნით დიდი მუშაობა მიმდინარეობს საზღვარგარეთის ფირმებში, მიმართულებები მრავალგვარია. მაგ: დრეკადი გარსაკრი აირით [1-6], დრეკადი გარსაცმი სითხით [5, 7, 8], სხვადასხვა სიმკვრივის რამოდენიმე ფენის მასალა [11-14], საყრდენის მოძრაობის შემზღუდავი თითებში [15-18], ქუსლში ტერფის მდგრადობის გამზრდელი ჩასაფენი [19-23], ტერფის კონათა ნაწილში ჩასაფენი [24, 25], არის ჩასაფენი ღაბაშის სხვა საინტერესო გადაწყვეტაც [26-29]. განსაკუთრებული ინტერესი გამოიწვია საღაბაშე კვანძის დამზადებამ თერმოპლასტიკური მასალისაგან, რომლის პოლიმერიზაცია მთავრდება ღაბაშის მომხმარებლის ტერფთან შეხების მომენტში [30].

ყველა ზემოთ განხილული პატენტები მიღებულია საკმაოდ ძვირადღირებული კონსტრუქციის ღაბაშის კვანძების დამზადებით და მათი მოხმარება შესაძლებელია მხოლოდ ინდივიდუალური წესით, ხოლო მასიურ წარმოებაში გამოყენება გამართლებული არ არის, რის გამოც ჩვენს პირობებში საკითხი კვლავ ღიად რჩება და იგი მოითხოვს შესწავლას.

ტერფის პლანტარული ნაწილების ფორმა ხასიათდება დიდი ვარიაბელურობით, რის გამოც მასიურ წარმოებაში პრაქტიკულად შეუძლებელია ღაბაშის პროფილის ზუსტი თანხვედრა მომხმარებლის ტერფთან. დაწნევის მაქსიმალური განაწილების მისაღწევად არსებობს ორი გზა: პირველი - ინდივიდუალური მომხმარებლისათვის ჩასაფენი ღაბაშის ზედაპირი უნდა უახლოვდებოდეს გასაშუალებული ტერფის პლანტარულ ნაწილს. მეორე - მასიურ წარმოებაში ღაბაშის ტერფთან პლანტარული ნაწილის სწრაფი დაყალიბების მოხდენა რბილი

საფეიქრო მასალების შემავსებლად გამოყენებით, რომლებიც მოთელვის საშუალებით ადვილად მიიღებენ ტერფის ფორმას. ეს უკანასკნელი თავის მხრივ მოიცავს სამ პუნქტს:

1) გრძივი თაღის ამონაგების მდებარეობის განსაზღვრა ჰორიზონტალურ პროექციაზე;

2) გრძივი თაღის ზომებისა და მოცულობის დადგენა;

3) ქუსლის ნაწილში ღაბაშის ჩაღრმავების სიდიდის დადგენა.

პლანტოგრამების დამუშავების შედეგად აგებულ იქნა გასაშუალებული პლანტოგრამები (დანართი 1.). ანაბეჭდებს განვიხილავდით ს.ფ. გოდუნოვის მეთოდით. დადგინდა, რომ ტერფის უკანა ნაწილის კვალი შიგა თაღის მხარეს არ უნდა ვრცელდებოდეს 0,31 L კვეთის საზღვარს მიღმა, ხოლო წინა ნაწილის კვალი ტერფის ამავე მხარეს არ უნდა მდებარეობდეს 0,64 L ქვემოთ. ეს დონეები მიღებულ იქნა შიგა თაღის გრძივი ამონაგების საზღვრებად. ამონაგების უდიდესი სიგანის მქონე ადგილი შეესაბამება ტერფის კვალის ყველაზე ვიწრო უბანს მის შუა ნაწილში და მოთავსებულია 0,46 L კვეთის დონეზე.

ამდენად აღნიშნული კვლევების შედეგად მიღებული მონაცემების საფუძველზე დადგინდა გრძივი თაღის ამონაგების მდებარეობა ჰორიზონტალურ პროექციაში. ამონაგების სიგრძე შეადგენდა ტერფის სიგრძის 33%-ს.

შიგა თაღის ამონაგების ოპტიმალური ფორმის დადგენისათვის შერჩეული იქნა 8 ადამიანი, რომელთა ტერფები მიახლოებული იყვნენ შესწავლილი კოლექტივის საშუალო ტერფების ზომებთან (ტერფის სიგრძის, სიგანის და გარე კონათა ნაწილში შემოხვევის სიდიდის მიხედვით). აღებული იქნა მარჯვენა ტერფების თაბაშირის ანაბეჭდები მდგომარეობებში: „ტერფი საყრდენის გარეშე“ და „ტერფი საყრდენით“. ტერფის თაღის შესწავლა ხორციელდებოდა მისი მდებარეობის დადგენილ საზღვრებში. მიღებულ იქნა ტერფის თაღის განივი და

გრძივი კვეთების პროფილები ორივე მდგომარეობაში. მიღებული მონაცემების შედარებამ აჩვენა ტერფის რბილი თაღის ექსკურსიის სიდიდე სხეულის სიმძიმის ზეგავლენისას. აღნიშნული სიდიდე მაქსიმალურ მნიშვნელობას- 10,2 მმ აღწევს გრძივი თაღის შიგა მხარეს. მინიმალური სიდიდეა 2,6 მმ და შეესაბამება ტერფის გარე თაღს.

ღაბაშის კონსტრუირებისას საფუძვლად აიღება სხეულის წონის სიმძიმის ქვეშ მყოფი ტერფის პროფილები, ამასთან გრძივი თაღის ამონაგების სიმაღლე მცირდება 24%-ით, რათა წინააღმდეგობა არ გაუწიოს ტერფს რესორული ფუნქციის შესრულებაში. მოცემულ შემთხვევაში, გრძივი თაღის ამონაგების სიმაღლე შიგა მხრიდან ნაკლებია ტერფის თაღის სიმაღლეზე 4 მმ-ით.

ჩასაფენი ღაბაშის ქუსლის ნაწილის პროექტირებისას საფუძვლად მიღებულ იქნა ЦИТО-ს (ტრავმატოლოგიისა და ორთოპედიის ცენტრალური ინსტიტუტი) მიერ შემუშავებული ორთოპედიული კალაპოტის კვალი, რომელშიც ჩაღრმავება ქუსლის ნაწილში შეადგენს 8-10 მმ-ს, მაგრამ მნიშვნელოვანი დატვირთვების (სირბილი, ხტომა) შემთხვევაში ტერფზე დაწნევის განაწილების სპეციფიკის გათვალისწინებით, როცა ის ძირითადად გადატანილია ტერფის დისტალურ უბანზე, ქუსლქვეშა ჩაღრმავების სიდიდედ მიღებულია 6 მმ.

ცხრილი 1.1.
ტერფის ძირითადი სტატისტიკური მახასიათებლების შედარება

ზომითი ნიშნის დასახელება	ლოდინი, ცდის შეცდომა		საშუალო კვადრატული გადახრა		ტერფის სიგრძესთან კორელაციის კოეფიციენტი	
	ЦИТО	ქართველ ჯარისკაცთა გაზომვის შედეგები	ЦИТО	ქართველ ჯარისკაცთა გაზომვის შედეგები	ЦИТО	ქართველ ჯარისკაცთა გაზომვის შედეგები
ტერფის სიგრძე	265±1,02	262±0,54	11,68	11,71	-	-
სიგანე გარე კონათა ნაწილში	96±0,41	98±0,17	4,70	5,27	0,560	0,473
ქუსლის სიგანე	68±0,29	69±0,15	3,28	4,64	0,316	0,430
შემოსხვევა გარე კონათა ნაწილში	247±0,96	243±0,42	10,98	13,27	0,542	0,505
თაღის სიმაღლე	42,6±0,37	42,8±0,36	4,24	4,21	0,141	0,152

შრომაში [80] მოყვანილია მამაკაცების ტერფების გაზომვების შედეგები, კერძოდ ძირითადი ანთროპომეტრიული ზომითი ნიშნების საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობები და ცდის შეცდომები, საშუალო კვადრატული გადახრა, ტერფის სიგრძესთან კორელაციის კოეფიციენტი. აღნიშნული მნიშვნელობები შედარებულ იქნა ჩვენს ხელთ არსებულ, ქართველ ჯარისკაცთა ტერფების გაზომვის შედეგად მიღებულ მონაცემებთან (ცხრილი 1.1.)

როგორც ვხედავთ, მონაცემები უმნიშვნელოდ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. სხვადასხვა ზომისა და სისრულის ტერფებს შორის ერთსა და იმავე ასაკობრივ ჯგუფში აღნიშნულ ზომით ნიშნებს შორის განსხვავებები გაცილებით მნიშვნელოვანია, მაგრამ ისინი არ გაითვალისწინება ორთოპედიული ღაბაშების ამონაგების სიმაღლის დადგენისას და ჯგუფში შემავალი ყველა ტიპის ტერფისათვის დგება ამ სიდიდეთა გასაშუალოებული, საერთო მნიშვნელობები. უმნიშვნელო სხვაობა ტერფის პლანტარულ ნაწილსა და ღაბაშის რელიეფს შორის ანაზღაურდება ღაბაშის მასალების ფორმირების უნარით. ამდენად ЦИТО-ს მიერ დადგენილი მონაცემების ბაზაზე შემუშავებული ჩასაფენი ღაბაშის ამონაგების მაღლივი ზომები ძალიან ახლოს არის ჩვენს მაჩვენებლებთან, ამიტომ იგი შეიძლება მისაღებად ჩაითვალოს ჩვენი ასაკობრივი ჯგუფისთვისაც.

ჰორიზონტალურ პროექციაში, გრძივი თაღის მდგომარეობაზე ამომწურავ ინფორმაციას იძლევა ჩვენს ხელთ არსებული პლანტოგრამები. მოვახდინეთ რა მათზე თაღის დასაწყისისა (ქუსლის მხრიდან), თაღის ყველაზე განიერი კვეთის და თაღის უკიდურესი მდებარეობის გაზომვა, მივიღეთ შემდეგი შედეგები: ტერფის ანაბეჭდზე თაღის მდებარეობის განსაზღვრა შესაძლებელი იყო 984 პლანტოგრამაზე (16 პლანტოგრამაზე ტერფის დეფორმაციის გამო თაღის მდგომარეობა არ ფიქსირდება ან თაღი არ არსებობს). მარცხენა

ტერფებზე თაღი განთავსებულია შემდეგნაირად: დასაწყისი- 0,280 L, უგანიერესი კვეთი- 0,466 L, საბოლოო კვეთი- 0,663 L. ე.ი.: 0,280 L - 0,466 L - 0,663 L.

მარჯვენა ტერფებში მდგომარეობა შემდეგია: 0,275 L - 0,466 L - 0,635 L.

როგორც ვხედავთ, მარჯვენა და მარცხენა ტერფებზე თაღის განლაგებათა შორის სხვაობა ძალზე უმნიშვნელოა და იგი არ გაითვალისწინება. მთელი ერთობლიობისათვის მონაცემების შეჯამებით მიღებულ იქნა შედეგი:

0,28 L - 0,47 L - 0,63 L.

ე.ი. დადგენილია ჩვენი საკვლევი ასაკობრივი და ნაციონალური ჯგუფისათვის ჩასაფენი დაბაშის ამონაგების ოპტიმალური მდებარეობა ტერფის სიგრძესთან დამოკიდებულებაში.

ჩვენს მიერ მიღებული შედეგი რამდენადმე განსხვავდება დღემდე არსებულ შედეგისაგან (0,31 L - 0,48 L - 0,64 L), რაც შეიძლება აიხსნას მიმდინარე აქსელერაციის პროცესით, რომელიც გავლენას ახდენს ტერფის გრძივ ზომებზე და შესაძლოა იწვევდეს გრძივი თაღის მდგომარეობის რამდენადმე შეცვლას. უნდა აღინიშნოს, რომ ნაცვლად 33%-ისა, ჩვენს შემთხვევაში თაღს უჭირავს ტერფის სიგრძის 35%.

ორთოპედიული დაბაშის აგებისას მნიშვნელოვანი მომენტი ახევე მისი განივი ზომების დადგენა. დაბაშის ამონაგების კიდის კონტურს ჰორიზონტალურ (დაბაშის) სიბრტყეზე ვაგებთ პლანტოგრამების საფუძველზე, რადგან ისინი იძლევიან საკმარის და ამომწურავ ინფორმაციას აღნიშნული მრუდის შესახებ, რომელიც პირობითად შეიძლება მივიჩნიოთ საზღვრად ტერფის სუპინაციურ და პრონაციულ უბნებს შორის. პლანტოგრამებზე ეს მრუდი აისახება, როგორც ანაბეჭდის კიდის კონტური შიგა კამარის ნაწილში. ცხადია, არ არსებობს იდენტური რელიეფის მქონე ორი ტერფი, ამიტომ ჩვენთვის საინტერესო მრუდის კონტურიც სხვადასხვა პლანტოგრამებზე

ხასიათდება სხვადასხვაგვარი განლაგებით, ფორმითა და სიმრუდით. იმის გამო, რომ მასიურ წარმოებაში შეუძლებელია თითოეული ტერფისათვის ინდივიდუალური ჩასაფენი დაბაშის დამუშავება, ისევე როგორც ინდივიდუალურად ფეხსაცმლის დამზადება, აუცილებელია ასევე ჩასაფენი დაბაშის ამონაგების გარე კონტურის ოპტიმალური კონფიგურაციის დადგენა, რომელიც დააკმაყოფილებს ერთნაირი ნომრის ფეხსაცმლის მომხმარებელთა მთელ ჯგუფს.

დასახული მიზნის მისაღწევად, ფურცელზე დავიტანეთ კალაპოტის კვალის კონტური (კონტური თავის დროზე აღებულ იქნა ქუთაისის ტყავფეხსაცმელების კომბინატში, რომელიც ასრულებდა თავდაცვის სამინისტროს დაკვეთებს და პერიოდულად ამზადებდა სამხედრო ფეხსაცმელებს მცირე პარტიებად), გავატარეთ მასზე საბაზისო ღერძი და აღნიშნულ ღერძზე პლანტოგრამის ცენტრალური ღერძის (გამავალი მეორე და მესამე თითების ფალანგებს შორის წერტილისა და ქუსლის ცენტრზე. სურ.1.3.) დამთხვევით მაკოპირებელი ქაღალდის საშუალებით მოვახდინეთ ანაბეჭდის კონტურის გადატანა სხვადასხვა პლანტოგრამებიდან ერთსადაიმავე ფურცელზე (სურ.1.4. ა). აღწერილი სამუშაო ჩატარებულ იქნა N262, 270, 277 კალაპოტების კვალის კონტურებით და შესაბამისი პლანტოგრამების საფუძველზე. ეს უკანასკნელი შეირჩეოდა ტერფის სიგრძის მიხედვით. ჩვენს შემთხვევაში ვისარგებლეთ: 262 ± 3 მმ; 270 ± 3 მმ; 277 ± 3 მმ სიგრძის ტერფის პლანტოგრამებით. ჩვენს ხელთ არსებული ანაბეჭდების მთელი მოცულობიდან აღნიშნულ ზომებს შეესაბამებოდა:

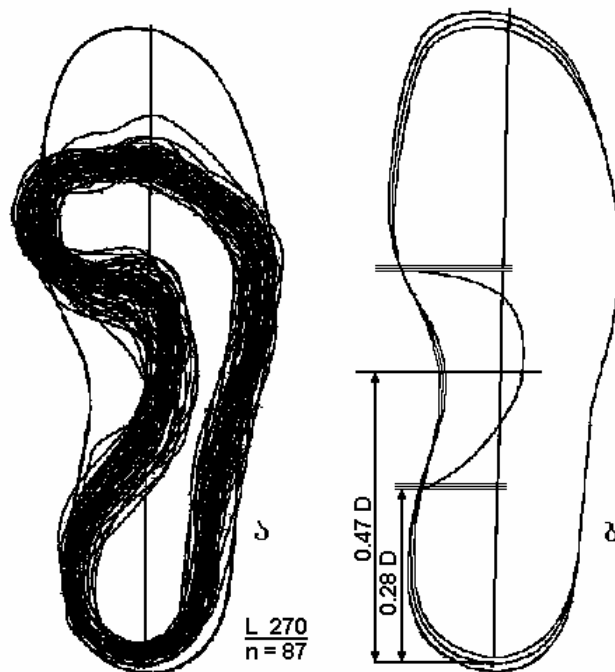
N262	მარჯვენა	n=110	პლანტოგრამა
	მარცხენა	n=108	პლანტოგრამა
N270	მარჯვენა	n=87	პლანტოგრამა
	მარცხენა	n=86	პლანტოგრამა
N277	მარჯვენა	n=44	პლანტოგრამა

მარცხენა n=43 პლანტოგრამა

პირველ შემთხვევაში ანაბეჭდის კონტურების ზედღებით, მიუხედავად მათი მრავალგვარობისა, გამოიკვეთა შუალედური არე, რომელშიც მოხვდა კონტურთა უდიდესი ნაწილი. ეს განსაკუთრებით თვალსაჩინოა N262 და N270 კვალებზე, სადაც კონტურთა საერთო რაოდენობა მეტია. მოვახდინეთ რა კონტურთა მიახლოებითი აპროქსიმაცია, მივიღეთ მრუდები, რომლებიც წარმოადგენენ პირობით საშუალო მრუდს ერთ ჯგუფში შემავალი ტერფებისათვის. ერთი ზომის მარჯვენა და მარცხენა ტერფებისათვის აღნიშნული პირობითი მრუდების ზედღებით დავინახეთ, რომ როგორც მოსალოდნელი იყო, ისინი უმნიშვნელოდ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან და ეს სხვაობაც განპირობებულია მრუდების აგების მიახლოებით.

როგორც ზემოთ იქნა აღნიშნული, 18-25 წლის ქართველ მამაკაცთა ჯგუფში თალი იწყება 0,28 L კვეთიდან და ვრცელდება 0,63 L კვეთამდე, ხოლო თალის მაქსიმალური სიგანე მიიღწევა 0,47 L კვეთის დონეზე (სადაც L ტერფის სიგრძეა). ამის გათვალისწინებით გავიანგარიშეთ თალის გავრცელების სიდიდე გრძივი ღერძის მიმართ (ანუ $0,64 L - 0,28 L = 0,35 L$). ზომებისათვის: 262, 270, 277 ეს სიდიდე შესაბამისად ტოლია: 92 მმ, 94 მმ, 96 მმ. ამრიგად, ერთი ზომიდან მეორეზე გადასვლისას თალის სიგრძე იცვლება მხოლოდ 2 მმ-ით, რაც მცირე სიდიდეა და ტერფის აღნიშნულ უბანზე არ შეიგრძნობა. ამიტომ შესაძლებლად მივიჩნიეთ ჩასაფენი დაბაშის თალის დამჭერი ამონაგების ზომისა და ფორმის უნიფიკაცია სამი მომიჯნავე ნომრის ფეხსაცმლისათვის. რაც შეეხება სისრულეს, კალაპოტის კვალი სტანდარტით [52] უნიფიცირებულია სამი მომიჯნავე სისრულის კალაპოტისათვის. ამიტომ ჩასაფენი დაბაშის განივი ზომები და შესაბამისად, თალის ამონაგების განივი ზომები ერთი სისრულიდან მეორეზე გადასვლისას ერთსა და იმავე ნომრის ფეხსაცმელში არ იცვლება.

სამი მომიჯნავე ზომის ფეხსაცმელისათვის ორთოპედიული დაბაშების ამონაგების ჰორიზონტალური პროექციის კონტურის უნიფიკაციისათვის მოვასდინეთ კალაპოტის (N262, 270, 277) კვლების და მათზე დატანილი გასაშუალებული მრუდების ზედღება, დავამთხვიეთ რა ერთმანეთს 0,47 L კვეთები. ამდენად, ერთი ზომიდან მეორეზე გადასვლის შედეგად თადის ამონაგების კონტურის ზომები იცვლება 1 მმ-ით ზემოთ და ქვემოთ. სამი მომიჯნავე ზომის დაბაშისათვის ამონაგების გასაშუალებულ კონტურად (იხ. სურათი 1.4. ბ) მიიღება საშუალო ზომის შესაბამისი მრუდი.



სურ. 1.4. პლანტოგრამების ზედღებით– ამონაგების საშუალო ჰორიზონტალური პროექციის – მიღება.

ჯარისკაცთა 1000 ტერფის ბიომექანიკურ თვისებებზე ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე ვაკეთებთ შემდეგ დასკვნებს:

– შესაბამისი ლიტერატურის მიმოხილვამ გვიჩვენა, რომ ბრტყელტერფიანი ჯარისკაცებისათვის ყველაზე ეფექტურ ორთოპედიულ ელემენტს წარმოადგენს ინდივიდუალური წესით

დამზადებული ჩასაფენი დაბაში, რომლის ფორმებისა და ზომების შესახებ სხვადასხვა წყაროები იძლევიან სხვადასხვა ცნობებს;

– ტერფის პათოლოგიური გადახრების არსებობის შემთხვევაში აუცილებელია მომხმარებლის ფეხსაცმელი აღჭურვილი იყოს ორთოპედიული ელემენტებით, რომლებიც შეესაბამებიან ტერფის მდგომარეობას და უზრუნველყოფენ დაწნევის მაქსიმალურად თანაბრად განაწილებას ტერფზე;

– ფორმირებული ორთოპედიული დაბაშის შემუშავება მოიცავს სამ ეტაპს:

1. გრძივი თაღის ამონაგების მდებარეობის განსაზღვრა ჰორიზონტალურ პროექციაზე;
2. გრძივი თაღის ზომებისა და მოცულობის დადგენა;
3. ქუსლის ნაწილში დაბაშის ჩაღრმავების სიღრმის დადგენა.

აქედან ჩვენს ხელთ არსებული მონაცემების (პლანტოგრამები) საფუძველზე განისაზღვრა ამონაგების მდებარეობა: 0,28 L- 0,47 L -0,63 L;

– ჰორიზონტალურ სიბრტყეში დაბაშის თაღის დამჭერი ამონაგების პროექციის კონტურების მსგავსება საშუალებას გვაძლევს მოვახდინოთ სამი მომიჯნავე ზომისათვის ორთოპედიული დაბაშის აღნიშნული უბნის ფორმისა და ზომის უნიფიკაცია. დაბაშის გრძივი და განივი ზომების ცვლით 0,28 L კვეთამდე და 0,63 L კვეთის მიღმა;

– რაც შეეხება ნორმალური ტერფებისათვის, ფეხსაცმელში საყრდენი ზედაპირის ოპტიმიზაცია მიღწეული უნდა იქნეს საძირე დეტალებში (დაბაში, შემავსებელი) კარგი დაყალიბების (მოთელვის) უნარის მქონე მასალების გამოყენებით.

1.3. ტერფის ბიო-მექანიკური თვისებების გაუმჯობესება სამხედრო სპეცფეხსაცმელში საფეიქრო ბოჭკოვანი მასალების გამოყენებით

ცივილიზაციის განვითარების პროცესში შეიცვალა ტერფის საყრდენთან ურთიერთზემოქმედების პირობები. კერძოდ შეიცვალა ტერფთან შეხებაში მყოფი დრეკად-პლასტიკური გასაშუალებელი გრუნტი, რომელიც დაყრდნობის შედეგად გარკვეულად იმეორებდა ტერფის პლანტარული ნაწილის სტერეომეტრიას, რისი წყალობითაც ტერფის შიგა ზედაპირზე დაწნევა ნაწილდებოდა ყოველგვარი ექსცესების გარეშე.

ერგონომიული ფეხსაცმლის წარმოება საზღვარგარეთის ქვეყნებში ვითარდება დაჩქარებული ტემპებით. გერმანული ფირმა „ბირკენშტოკი“, დაფუძნებული 1774 წ. უკვე 100 წელია ამზადებს ე.წ. „პლასტიკურ“ ფეხსაცმელს, რომელიც შეესაბამება ტერფის ანატომიურ აგებულებას.

გერმანული ფირმა „ჰაკო“ აწარმოებს ერგონომიულ ფეხსაცმელს ჩასადები ღაბაშით, რომელსაც აქვს ბაქტერიოციდული თვისებები, ამადლებული ელასტიურობა, რომელიც უზრუნველყოფს სიარულის დროს ტერფის მდგრადობას, გრძივი ბრტყელტერფიანობის პროფილაქტიკას და დარტყმების ამორტიზაციას.

ფეხსაცმლის ფაბრიკა ქ. ზლინში (ჩეხეთი) ამზადებს ფეხსაცმელს ამადლებული ჰიგიენური და კომფორტაბელური თვისებებით, რომლებიც უპირველესად გათვალისწინებულია დიაბეტით დაავადებულთათვის და იმ ადამიანებისათვის, რომლებსაც აქვთ მცირე ორთოპედიული გართულებები ან დაავადებული ტერფები [141]. ასეთი ფეხსაცმელი რეკომენდირებულია ხანდაზმული ადამიანებისათვის და ზედმეტი წონის მქონე პირებისათვის, ორსული ქალებისათვის, ასევე მათთვის, ვისაც უწევთ ხანგრძლივი დროით ფეხზე დგომა.

ერგონომიული ფეხსაცმლის წარმოების მოცულობის გაზრდამ გამოიწვია ევროპასა და აშშ-ში სპეციალიზებული მაღაზიების გახსნა, რომლებიც აღჭურვილია სპეციალური აპარატურით და კონსულტანტით, რომელთა საშუალებით მომხმარებელი ირჩევს პროფილაქტიკურ ფეხსაცმელს და მაკორეგირებულ დაბაშებს.

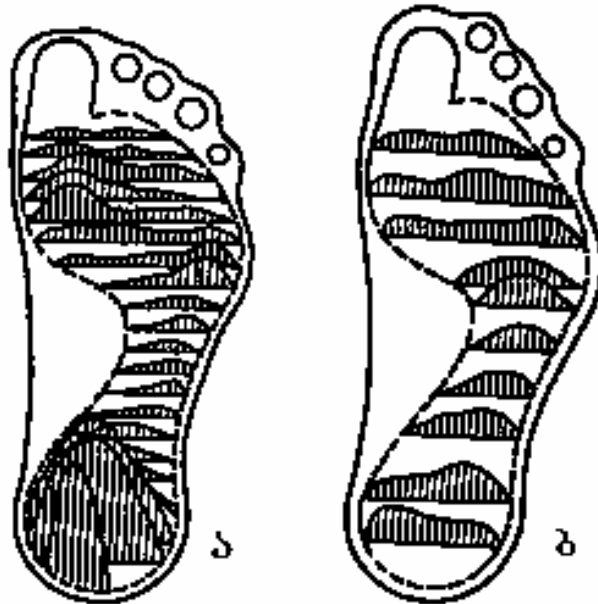
მოსკოვში გაიხსნა სპეციალიზებული სამკურნალო ფეხსაცმლის მაღაზია, რომელშიც ევროპელი მეწარმეები «Thanner end Kraemer» მომხმარებულს სთავაზობს ყოველდღიურ ფეხსაცმელს, იგი გათვალისწინებულია მათთვის, ვისაც აწუხებს რევმატიზმი, შაქრიანი დიაბეტი და ა.შ. ეს ფეხსაცმელები დამზადებულია სპეციალური თანამედროვე ტექნოლოგიით.

შრომებში [34-36] მითითებულია ტერფის პლანტარულ ნაწილზე წნევის ოპტიმალური გადანაწილების პრობლემების გადაწყვეტის აუცილებლობა. გარკვეული სამუშაო არის ჩატარებული ამ მიმართულებით საქართველოში [32, 33].

მიმოხილული მასალებიდან ნათლად ჩანს, თუ რა მნიშვნელობას ანიჭებს ცივილური სამყარო ერგონომიული ფეხსაცმლის წარმოებას და რეალიზაციას. ჩვენი სამუშაო ძირითადად მიმართულია საქართველოში ჯარისკაცთა მოხერხებული ფეხსაცმლის კონსტრუქციის შემუშავებისა და დამზადების საკითხების გადაჭრისაკენ, მაგრამ მოხერხებული ფეხსაცმლის შემუშავებისათვის კარგად უნდა შევისწავლოთ ტერფის ბიომექანიკა, მის გაუმჯობესებაზე მოქმედი ფაქტორები და ამის შემდეგ შემუშავდეს გზები, რომელიც ხელს შეუწყობდა ფეხსაცმელში ტერფის ნორმალურ ფუნქციონირებას ანუ ტერფისათვის გახდებოდა მოხერხებული - ერგონომიული.

ტერფის ზემოქმედების ბიომექანიკური ანალიზისათვის ნორმალური (არაბრტყელი) ტერფის მქონე ადამიანის ფეხზე დგომის დროს საყრდენი ფართი განისაზღვრება ორივე ტერფის პლანტარული ნაწილის საყრდენ ზედაპირთან შეხების ფართის სიდიდით. ჩვეულებრივად

ადამიანი საყრდენს აწვება არა მთელი ტერფით, არამედ გამობურცული ძვლებითა და ძვალითა შეერთების ადგილებით. ესენია: უპირველესად ქუსლის ძვალი, ტერფფალანგთა შენაწევრება, ხოლო თითები საყრდენ ფუნქციას ასრულებს მხოლოდ მოძრაობის დროს. თუ დავაკვირდებით ტერფის ჩონჩხს და ანაბეჭდს დავინახავთ, რომ ანაბეჭდის ფართი გაცილებით მეტია ჩონჩხის ძვლის ქვედა ნაწილზე, ეს განპირობებულია კანქვეშა ცხიმოვანი ბალიშებისა და საერთოდ აპონევროზის სისქით, რომლებიც გარკვეულად ანაწილებენ მომქმედ ძალებს შედარებით დიდ ფართზე. თუმცა როგორც გამოკვლევებმა აჩვენა, საყრდენზე ფაქტიური დაწნევა უფრო ნაკლებია, ვიდრე ეს ანაბეჭდიდან ჩანს.

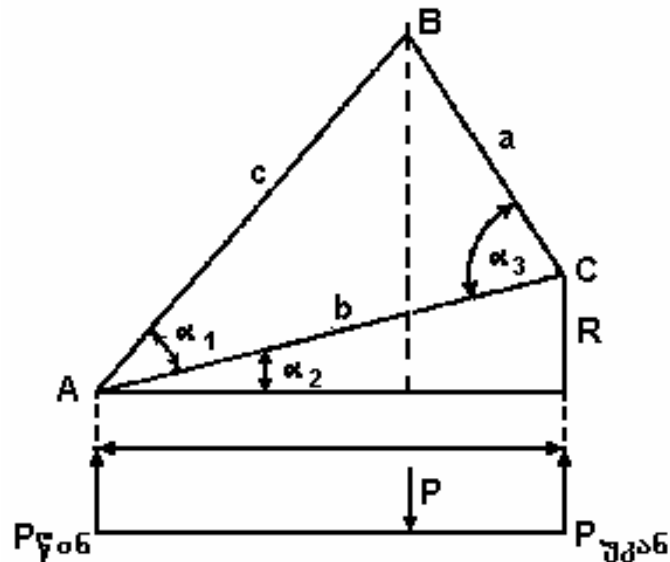


სურ.1.5. ტერფის კარტოგრამები: ა) ბრტყელი საყრდენის შემთხვევაში; ბ) ტერფის ასლზე დაყრდნობის შემთხვევაში.

საყრდენზე ტერფის დაწნევის კარტოგრამების გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ მათ აქვს დამახასიათებელი განაწილება. ამასთან იგი რამდენადმე განსხვავებული აქვს სხვადასხვა ადამიანს. ბრტყელ საყრდენზე დგომის დროს განსაკუთრებით დიდი კონცენტრაცია მოდის ქუსლის ცენტრში, ხოლო პერიფერიებში იგი ეცემა ნულამდე. ნება-ფალანგთა შე-

ნაწვევრებაში ამ ძვლების დიდი მოძრაობის უნარის გამო დაწნევის სიდიდე სხვადასხვა ადამიანში განსხვავებულია.

თუ ჩვენ დაკიდულ მდგომარეობაში მყოფ ტერფის პლანტარული ნაწილიდან ავიღებთ თაბაშირის ასლს და მასზე დაეყრდნობა იგივე ადამიანი, მაშინ საყრდენზე ტერფის დაწნევის კარტოგრაფია ტერფის ყველა უბანზე გათანაბრდებოდა. იხ. სურათი 1.5. ბ.



სურათი 1.6. ტერფზე დატვირთვის გადანაწილების სქემა.

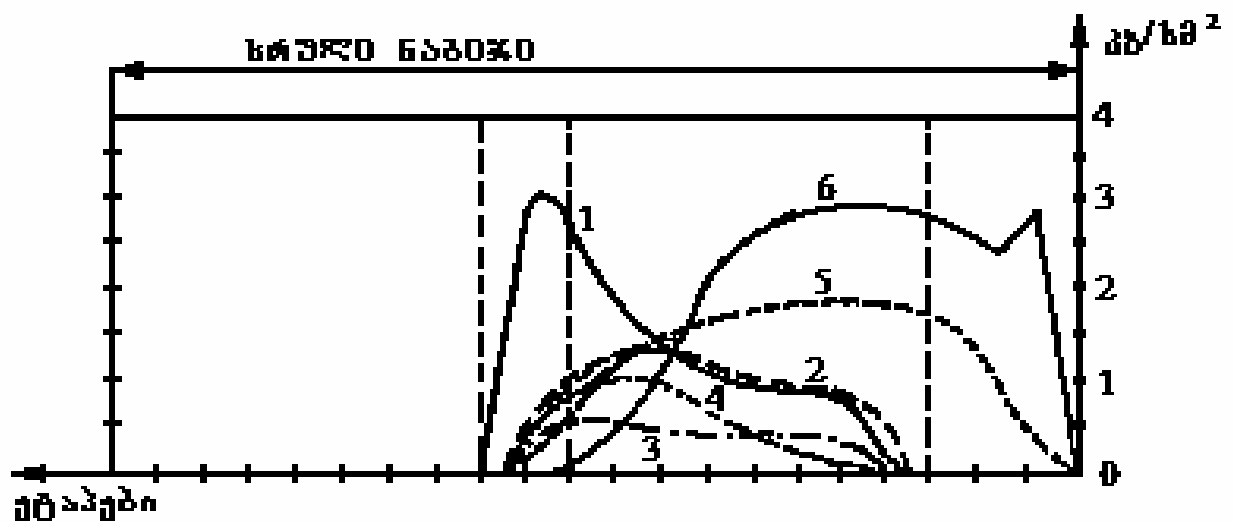
ამგვარად ტერფის მთლიანი პლანტარული ნაწილი გარდა პერიფერიული წერტილებისა მეტნაკლებად თანაბრად დაიტვირთებოდა, რაც ადამიანში იწვევს სასიამოვნო შეგრძნებას, საყრდენის მოხერხებულობას. ამიტომ უნდა ვეცადოთ ფეხსაცმელშიც მიღწეული იქნას იგივე მდგომარეობა.

გაცილებით რთულია დაწნევების გადანაწილების დინამიკა მოძრაობის დროს. ეს საკითხი კარგად არის შესწავლილი ავტორის [81] მიერ (სურათი 1.6.).

სურათზე 1.7. მოცემულია მრუდები, რომლებიც გვიჩვენებენ ადამიანის ერთი ნაბიჯის დროს ძირითად ანატომიურ კვებებში საყრდენზე დაწნევის სიდიდის ცვლილებას. მონაცემები აღებულია ქუსლის აწევის გარეშე ($h=0$).

გარდა ვერტიკალური ძალებისა, ადამიანის მოძრაობის დროს წარმოიქმნება ძალები, რომლებიც მიმართულია ჰორიზონტალურად და მოძრაობის გრძივი და განივი მიმართულებით, ანუ მიმდინარეობს საკმაოდ რთული პროცესი.

განივი მიმართულების ძალები იწვევს ტერფის მცდელობას გადაინაცვლოს (გასრიალდეს) საყრდენ ზედაპირზე. საყრდენ და ტერფის ზედაპირებს შორის არსებული ხახუნი კი ხელს უშლის მას, მაგრამ ტერფძირზე არსებული სქელი ფიბრულ-ცხიმოვანი და სქელი აპონევროზის ფენა, ძელოვან სისტემას საშუალებას აძლევს რამდენადმე შებრუნდეს ერთ ან მეორე მხარეს, აღნიშნული სქელი ფენების დეფორმაციის ხარჯზე.



სურათი 1.7. საყრდენზე მოძრაობის დროს ტერფის დაწნევა სხვადასხვა წერტილებში: 1. დიდი თითის ქვეშ; 2. წინა ტერფის პირველი ძვლის თავის ქვეშ; 3. წინა ტერფის მეორე ძვლის თავის ქვეშ; 4. წინა ტერფის მესამე ძვლის თავის ქვეშ; 5. წინა ტერფის მესამე ძვლის ბორცვის (წამონაზარდის) ქვეშ; 6. ქუსლის ცენტრის ქვეშ.

როდესაც ჯარისკაცის ტერფი მოთავსებულია სპეცფეხსაცმელში, აღნიშნული ძეგრალობა (შებრუნება) შეიძლება მოხდეს შიგ ფეხსაცმელში და არა საყრდენთან უშუალო შეფარდებით. ე.ი. ჰორიზონტულ ძალებსა და ხახუნის ძალებს შორის განსაზღვრული შეფარდებით ტერფის დაბაშთან და ღანჩისა

ნიადაგთან. ამასთან ერთად ტერფი დაწნევას აწარმოებს აგრეთვე ფეხსაცმლის ზედაპირის დეტალებზე, რაც იწვევს მათ დეფორმაციას. თუ ტერფსა და ღაბაშს შორის ძვრადობა იქნებოდა მინიმალური, რაც შესაძლებელია მიღწეული იქნეს ღაბაშის ტერფის პლანტარული ნაწილის შესაბამისად დაყალიბებით, ზემოთ აღნიშნული დეფორმაცია მინიმალურად შემცირდება და გაიზრდება ფეხსაცმლის მოხერხებულობა.

ბრტყელი ღაბაშის დაყალიბება წინასწარ ტერფის პლანტარული ნაწილის შესაბამისად, შეუძლებელია თითოეული ადამიანის ტერფის ფორმისა და ზომის ინდივიდუალობის გამო, ამასთან შესაბამისი ფორმის უნდა იქნეს კალაპოტის კვალიც, რასაც მათი სიმრავლის გამო სრულ აფსურდამდე მიყვავართ. დიდი სამუშაოები ჩატარდა თვით ღაბაშის კონსტრუქციების სრულყოფაზე მისი ზედა ნაწილის, ტერფის შესაბამისი ფორმის მიცემის მიზნით, მაგრამ ასეთი ღაბაშების დამზადება საკმაოდ ძვირადღირებული საქმეა. ამასთან ისინი მოხერხებულია ადამიანთა გარკვეული ჯგუფისათვის, დანარჩენებისათვის კი აუტანელი ხდება. მათი გამოყენება გამართლებულია მხოლოდ პათოლოგიური (ბრტყელტერფიანი) ტერფების შემთხვევაში და ისიც ტერფის ინდივიდუალური შესწავლის შემდეგ და მიღებული მონაცემების მიხედვით ინდივიდუალური ღაბაშის დამზადებით.

ღაბაშის კონსტრუქციის სრულყოფის ხარჯზე სპეცფეხსაცმლის საყრდენი კომფორტულობის გაზრდის შესაძლებლობა დღეისათვის ფაქტიურად ამოწურულია. უცნობი მომხმარებლისათვის ფეხსაცმლის კონსტრუქციის ამ მიმართულებით შემდგომი სრულყოფა დაკავშირებული უნდა იქნეს ძირის საყრდენი სისტემის დრეკად-გეომეტრიული და დისიპატიური პარამეტრების ცვლილებაზე, რასაც ამტკიცებს წამყვანი საფეხსაცმელე ფირმებიდან წამოსული გამოგონებები და სამეცნიერო ნაშრომების ნაკადი. მათი

განალიზების საფუძველზე მივედით დასვნამდე, რომ ფეხსაცმელში საყრდენი ზედაპირის კომფორტულობის მიღწევა უამრავი ტიპოზომის ტერფებისათვის შესაძლებელია მხოლოდ ფეხსაცმლის ძირის დეტალების (დაბაში, შემავსებელი, ქუსლქვედა და ა.შ.) მასალების ისეთი სისტემის შექმნით, რომელსაც ექნება ტერფზე სწრაფად დაყალიბების კარგი უნარი, ამასთან ისინი იქნებიან ჰიგიენური. ასეთი თვისებები კი ახასიათებს ბუნებრივ მასალებს. სადაბაშედ ამ თვალსაზრისით მისი დრეკად-ელასტიური თვისებებით და ფორმირების უნარით საუკეთესოა ბუნებრივი ტყავი, ხოლო შემავსებლად (საძირე დეტალი, რომელსაც არ მოეთხოვება გაზრდილი ფიზიკო-მექანიკური თვისებები), საფეიქრო ბოჭკო და მათი სიმრავლიდან შალის ბოჭკო, რომელსაც აქვს კარგი მოთელვის უნარი. ამ თვალსაზრისით შევისწავლეთ ბუნებრივი საფეიქრო ბოჭკოების თვისებები.

14. დაყალიბების უნარის მქონე მასალების ანალიზი

დაბეჯითებით შეიძლება ითქვას, რომ მოთელვის- ე.ი. დაყალიბების უნარი ახასიათებს მხოლოდ შალს და ცხოველური წარმოშობის სხვა ბოჭკოებს. იყო უამრავი მცდელობა, მოთელვის უნარი მიენიჭებინათ სხვადასხვა სინთეზურ და ნატურალურ ბოჭკოებისათვის, მაგრამ დღემდე არცერთ ამ ბოჭკოს ამ თვალსაზრისით პრაქტიკული ღირებულება არ გააჩნიათ.

განვიხილოთ ის ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ მოთელვის უნარზე. მეცნიერთა ერთი ჯგუფი [128] ბოჭკოების მოთელვისათვის აუცილებლად თვლიან შალის ბოჭკოს მექანიკურ და ფრიქციულ თვისებებს და მის უნარს, აღსდგეს იგი დეფორმაციის მოხსნის შემდეგ.

ნაშრომში [126] მოთელვის მექანიზმი განიხილება მრავალი კუთხით: მოთელვა დამოკიდებულია ბოჭკოს გადაადგილებაზე და

ძირითადად დამოკიდებულია ცალკეული ბოჭკოს, შეკრული-
ჩახლართული სხვა ბოჭკოების შიგნით შეღწევის უნარზე, რითაც
აკავშირებს ამ შეკრულ უბნებს ერთმანეთთან და ამცირებს ქსოვილის
ფართს.

ცხრილი 1.2.

სველი ბოჭკოს ხახუნის კოეფიციენტი μ

N	ხახუნის მიმართულება	თხის მატყლი თხის მატყლოდან	თხის მატყლი ცხვრის მატყლოდან	მატყლი თხის მატყლოდან	სველი მატყლი ცხვრის მატყლოდან	ცხვრის მატყლი მინასთან	თხის მატყლი მინასთან	წაგრძელება მე-ში	უნიშვნა
1	ბოჭკოს დაბოლოებიდან ფუძისკენ	0,285	0,355	0,520	0,601	0,532	0,432	50	PH=1,6
2	ბოჭკოს ფუძიდან დაბოლოებისაკენ	0,194	0,250	0,321	0,355	0,391	0,237	50	
3	ხსე	0,091	0,115	0,199	0,236	0,141	0,105	-	
4	ბოჭკოს დაბოლოებიდან ფუძისკენ	0,112	0,132	0,206	0,211	0,241	0,263	2000	PH=1,6
5	ბოჭკოს ფუძიდან დაბოლოებისაკენ	0,074	0,096	0,091	0,107	0,201	0,167	2000	
6	ხსე	0,038	0,036	0,115	0,104	0,040	0,096	-	
7	ბოჭკოს დაბოლოებიდან ფუძისკენ	0,305	0,267	0,582	0,550	0,385	0,090	50	ოლკატი ნატრიუმი
8	ბოჭკოს ფუძიდან დაბოლოებისაკენ	0,142	0,129	0,288	0,262	0,264	0,048	50	
9	ხსე	0,163	0,138	0,294	0,288	0,121	0,042	-	
10	ბოჭკოს დაბოლოებიდან ფუძისკენ	0,142	0,140	0,184	0,186	0,186	0,088	2000	10 % ოლკატი ნატრიუმი
11	ბოჭკოს ფუძიდან დაბოლოებისაკენ	0,080	0,084	0,100	0,100	0,146	0,055	2000	
12	ხსე	0,062	0,056	0,084	0,086	0,050	0,033	-	

შალის ბოჭკოს ზედაპირს ახასიათებს განსაკუთრებული თვისება, რომელიც ცნობილია სახელწოდებით „ხახუნის სხვადასხვა ეფექტი“ (ხსე). ეს თვისება მდგომარეობს შემდეგში, რომ შალის ბოჭკოს ზედაპირის ხახუნის კოეფიციენტი ბოჭკოს ბოლოდან ფუძისაკენ მიმართულებით მეტია, ვიდრე საწინააღმდეგო მიმართულებით.

ამგვარად, შალის ბოჭკოს ფუძის ბოლო გამოყოფს რა თავს რომელიმე შეჯგუფებიდან, მოძრაობას იწყებს რომელიმე სხვა ბოჭკოების შიგნით და ამგვარად ამ ორი შეჯგუფების ხახუნის სხვადასხვა ეფექტით ერთმანეთს დაუკავშირდება.

სპიკმენი და სტოტი [139] აღნიშნავენ, რომ ერთადერთი ბოჭკო, რომელსაც შეუძლია წარმატებით დაექვემდებაროს მოთელვას, ითვლება ის ბოჭკო, რომელსაც აქვს ქერცლოვანი ზედაპირი. მაგალითად შალის ბოჭკო.

მარტინი და მიტტელმანი [137] იძლევიან მონაცემებს მოთელვის მექანიზმზე ბოჭკოების ფუნქციონალური თვისებების გავლენაზე სველ მდგომარეობაში. ამასთან უშვებენ, რომ რაც მეტია ხსე, მით მეტია მოთელვის სიჩქარე და ხარისხი, ცხრილი 1.2.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ყველა შემთხვევაში ხახუნის კოეფიციენტი μ ბოჭკოს დაბოლოებიდან ფუძისაკენ გაცილებით მეტია, ვიდრე ბოჭკოს ფუძიდან დაბოლოებისაკენ. ასევე ყველა შემთხვევაში მეტია ხსე 10%-იანი ოლეატა ნატრიუმის (საპნის) არეში თელვის დროს. მაგრამ მათგან სავარაუდოა, რომ მოთელვა საუკეთესოდ უნდა ჩატარდეს ცხვრის მატყლის თხის მატყლთან ურთიერთქმედების დროს, 10%-იანი ოლეატა ნატრიუმის არეში, 50 მგ წაგრძელების დროს, ვინაიდან ამ შემთხვევაში ხსე-ის მნიშვნელობა მაქსიმალურია. დიდია აგრეთვე ცხვრის მატყლის ცხვრის მატყლთან ერთად მოთელვის დროს იგივე პარამეტრებით. ამიტომ ჩვენი სამუშაო უნდა წარიმართოს ამ ფაქტის გათვალისწინებით.

მარტინი [136] აღნიშნავს, რომ ბოჭკო – შალის შემცველი, რომელსაც ექნება რაიმე ხარისხის მოთელვის უნარი, უახლოეს მომავალში მიღებული ვერ იქნება.

ხსე ცალკე ცხვრის მატყლის ხახუნის დროს გაცილებით მაღალია, ვიდრე ცალკე თხის მატყლის შემთხვევაში. სპიკმენისა და სტოტის [139] განმარტების თანახმად უნდა ველოდოთ, რომ

როგორც მუავეებთან, ასევე საპნის ხსნარში ცხერის მატყლი უნდა მოითელოს უკეთ, ვიდრე თხის.

ავტორი [133] განიხილავს რა ხსე-ს და მოთელვის საკითხებს, აღნიშნავს შემდეგს: „კარგადაა ცნობილი, რომ მატყლის მოთელვა ძლიერდება წყლიან ხსნარებში, ხოლო მრავალმა მკვლევარმა დაამტკიცა, რომ ხახუნის კოეფიციენტიც იზრდება წყლიან გარემოში“. მარტინის [136] მონაცემების მიხედვით, ყველა ქიმიური რეაგენტები, რომლებშიც ჯირჯვდება შალის ბოჭკო, ზრდის ამ ბოჭკოების ხსე-ს. ის ასევე ადგენს, რომ ეს მოვლენები მიმდინარეობს ბოჭკოს ნორმალურ სინესტის დროს, თავისუფალი ხსნარების არარსებობის შემთხვევაშიც.

მოთელვის პროცესზე გავლენას ახდენს აგრეთვე შალის ბოჭკოს გაჯირჯვება და დარეკად-ელასტიური თვისებები. თავის შრომებში ბოგატი, სუენე და გარრისი [128] ხაზს უსვამენ ბოჭკოებში ოპტიმალური გაჯირჯვების, დეფორმაციის და დრეკად მახასიათებლების არსებობის აუცილებლობას, რათა ამ ბოჭკოებს ჰქონდეთ მოთელვის უნარი.

მოკლე მიმოხილვით შეიძლება დავასკვნათ, რომ მოსათელ ბოჭკოს უნდა ახასიათებდეს შემდეგი სამი თვისება: 1. ხახუნის სხვადასხვა ეფექტი; 2. დანოტივებულ მდგომარეობაში შესაბამისი დრეკადული თვისებები; 3. გაჯირჯვების უნარი.

ერთადერთ ასეთ ბოჭკოს, რომელსაც ახასიათებს ყველა ეს თვისებები არის ცხოველური წარმოშობის ბოჭკო. ამგვარად მეცნიერთა [136] დასკვნა, უახლოეს მომავალში შალის შემცველი ბოჭკოს მიუღებლობის შესახებ, რომელსაც ექნებოდა მოთელვის უნარი, ძალაში რჩება.

გარკვეულ ინტერესს იწვევს შალის ბოჭკოსთან სხვა ბოჭკოების შერევის საკითხები. ასეთ შემთხვევაში ამ სხვა ბოჭკოებს განიხილავენ არა უბრალოდ შალის შემავსებლად, არამედ გარკვეული თვისებების მქონე მასალის მისაღებად. ასე მაგალითად ნარევის, რომელიც შესდგება

50% შალის და 50% ხაოიანი ვისკოზური ბოჭკოსაგან აქვს უკეთესი მოთელვის უნარი, ვიდრე სუფთა შალის ბოჭკოებს, ან ნახევრადშალის ბოჭკოებს, რომელიც შესდგება 50% შალის და 50% ვისკოზურ შტაპელური ბოჭკოებისაგან, ითვლება რამდენადმე უკეთ, ვიდრე შალის ბოჭკოები [142].

სამხედრო ფეხსაცმლის წარმოებისათვის გამოყენებული მასალები უნდა ხასიათდებოდეს კარგი ჰიგიენური თვისებებით, ასეთი თვისებები ახასიათებს ყველა ბუნებრივ მასალებს. ამგვარად ჩვენი ინტერესი გამოიწვია თუ როგორი მოთელვის უნარი ექნებოდა შალთან ბამბის ბოჭკოს ნარევის. იგივე შრომაში [142] ცხრილი 1.3. მოცემულია შალის ბოჭკოსთან ბამბის ბოჭკოს ნარევის სხვადასხვა პროცენტული შეფარდების შეკლების უნარი.

მასალის სიიაფის და მოთელვის უნარის მიხედვით მიმაჩნია, რომ ჩვენი მიზნებისათვის მისაღებია ბოჭკოების შემდეგი პროცენტული შეფარდება 24% შალის და 76% ბამბის ბოჭკო [33]. მითუმეტეს, რომ დეტალი შემავსებელი არავითარ ფიზიკო-მექანიკურ ან სხვა რაიმე ძალების მოქმედებაზე მუშაობას არ განიცდის. მისი დანიშნულებაა შეავსოს ღაწხის, ღაბაშის და გადასაჭიმ ნაწიბურებს შორის წარმოქმნილი სიცარიელე (იხ. სურათი 1.8.) და ჰქონდეს მოთელვის კარგი უნარი.

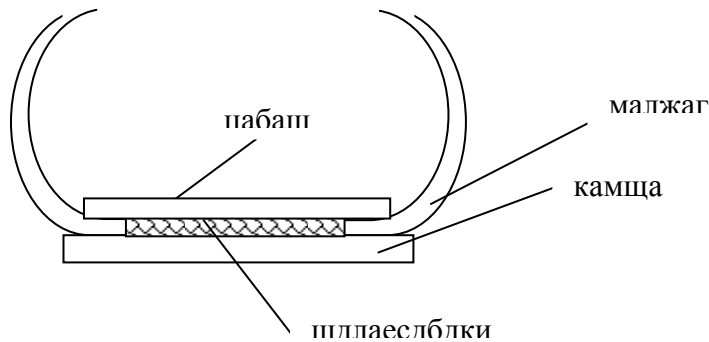
ცხრილი 1.3.

ბოჭკოების შემადგენლობის გავლენა მოთელვის დროს შეკლების უნარზე

№	ბოჭკოების შემადგენლობა	მოთელვის დროს ფართის შემცირება %-ში	
		30 წთ-ის შემდეგ	90 წთ-ის შემდეგ
1	100% მატყლი	15,6	33,0
2	75% მატყლი 25% ნეილონი	14,4	31,8
3	46% მატყლი 54% ნეილონი	11,4	24,3
4	27% მატყლი 73% ნეილონი	9,5	14,6
5	100% მატყლი	15,6	33,0
6	73% მატყლი 27% ბამბა	17,6	35,0
7	52% მატყლი 48% ბამბა	15,4	37,5

8	24% მატყლი 76% ბამბა	13,2	36,0
---	----------------------	------	------

ასეთი ნახევრადმოთელილი ნარევის შემავსებლად გამოყენება უზრუნველყოფს უმოკლეს დროში ტერფისა და მის მიერ გამოყოფილი ოფლის ზემოქმედებით მოთელვის სრულად დაამთავრებს. ამასთან ეს ბოჭკოები ხასიათდებიან კარგი ჰიგროფილურობით, რაც აუცილებელია ტერფის მიერ გამოყოფილი ოფლის აკუმულირებისათვის და ამგვარად ტერფის საყრდენზე ვიბრაციული ზემოქმედება, ამასთან მის მიერ გამოყოფილი ტენი და ტემპერატურა, ხელს შეუწყობს ტერფის პლანტარული ნაწილის ფორმის შესაბამისად შემავსებლის მოთელვა-დაყალიბებას. ე.ი. ფეხსაცმელი ხდება მოხერხებული.



სურათი 1.8. ფეხსაცმელში შემავსებლის მდებარეობა.

წარმოების პირობებში შალისა და ბამბის ბოჭკოების ნაზავის მიღებისა და მოთელვის პროცესის არსის გაცნობის შემდეგ ჩვენ დაერწმუნდით, რომ ცდებისათვის შესაძლებელი იყო ლაბორატორიულ პირობებში ჩაგვეტარებინა იგივე სამუშაოები. კათედრაზე არსებულ, ადგილზე დამზადებული ვიბრაციული მოსათელი მოწყობილობის გამოყენებით (პატენტი V 411.). ბოჭკოების ნაზავი მომზადდა მხოლოდ ორი კომპონენტისაგან: შალისა და ბამბის ბოჭკოებისაგან.

წინასწარ მომზადებული მატყლისა (გაბერტყილი, ბირკაგაცლილი და გამშრალი) და ბამბის ბოჭკოსაგან მოვამზადეთ ნაზავი პროპორციით: 24% მატყლისა და 76% ბამბის ბოჭკო [138] წონით 5 კგ, ანუ 1,2 კგ მატყლის და 3,8 კგ ბამბის ბოჭკო. დავაწყეთ

ერთმანეთზე თანაბარი განაწილებით. ფენის სიმაღლე 8-10 სმ. მიღებულ ფენას ქსოვილთან ერთად ვასველებთ 50-60°C წყლით. ქსოვილში შეხვეულ მატყლს ვახვევთ მოწყობილობის ხის ლილვზე და იწყება ვიბრაციული მოთელვა, 15 წთ-ის შემდეგ სველად მოთელილ მატყლს ვასხამთ 80-100°C წყალს, ვსაპნავთ და ვაგრძელებთ თელვას კიდევ 20 წთ და შემდეგ თელვის პროცესს ნაადრევად ვწყვეტთ. ე.ი. მასალა იმყოფება ნახევრად მოთელილ მდგომარეობაში. მას ვავლებთ ცივ და სუფთა წყალს და შემდეგ ვაშრობთ საშრობ კარადაში 80°C ტემპერატურაზე. გაშრობილი მასალის სისქე 4-5 მმ-ია. ნახევრადმოთელილი მასალა დეტალი „შემავსებლის“ ფორმით საჭრისებით ПВГ-8 მანქანაზე დაიჭრა დეტალებად და ნამზადის ფორმირების შემდეგ ისინი მოთავსდა მამაკაცის ფეხსაცმელის გადაჭიმულ ნაწიბურებს შორის, ღაბაში ტყავის. ცდისათვის აღებული იქნა საშუალო სისრულის 5 სხვადასხვა ზომა - 250, 260, 270, 280, 290.

ექსპერიმენტში მონაწილეობდნენ საშუალო ტანაგებულების 18-25 წლის მამაკაცები, ფეხსაცმელებზე ვიზუალურად დაკვირვება სწარმოებდა ყოველდღიურად. ტარების მესამე დღეს ყველა ზომის ღაბაშზე ნათლად გამოიხატა ტერფის პლანტარული ნაწილის სურათი, შემდგომში 280-290 ზომის ფეხსაცმელებში მეოთხე დღეს, ხოლო 250, 260, 270 ზომის ფეხსაცმელებში მეხუთე დღეს შემავსებლის მოთელვის პროცესი და შესაბამისად ღაბაშის დაყალიბება დამთავრებული იყო, ფეხსაცმლის ღაბაში გახდა იგივე რელიეფის, როგორც ტერფის პლანტარული ნაწილი, რის გამოც ტერფის ღაბაშთან შეხების ზედაპირი გაიზარდა რამდენიმეჯერ, ე.ი. საგრძნობლად გაიზარდა მისი მოხერხებულობაც, რასაც აღნიშნავდნენ ექსპერიმენტში მონაწილეები.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ საფეიქრო მასალის შემავსებლად გამოყენება საგრძნობლად ზრდის სპეცფეხსაცმლის ჰიგიენურ

თვისებებს (იზრდება ტერფის მიერ გამოყოფილი ტენის აკუმულირება) და 1,5-ჯერ იზრდება ლანჩის ცვეთის ხანგრძლივობა [81] და ა.შ.

ამგვარად შეგვიძლია გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. ჯარისკაცის რაციონალური ფეხსაცმლის შემუშავებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება სპეცფეხსაცმელში ტერფის პლანტარული ნაწილის შესატყვისი საყრდენი ზედაპირის არსებობას;

2. რეფლექსოგენურ ზონებში ტერფის ნორმალური პირობების შექმნით საგრძნობლად უმჯობესდება ტერფის ბიომექანიკური თვისებები და შესაბამისად სპეცფეხსაცმელი ხდება მოხერხებული;

3. ჯარისკაცთა ტერფის პლანტარული ნაწილის ფორმისა და ზომების მრავალგვარობის გამო, რაციონალური კვალის მიღება შესაძლებელია მხოლოდ კარგი დაყალიბების უნარის მქონე შუალედი დეტალების, კერძოდ ბუნებრივი საფეიქრო ბოჭკოების გამოყენებით;

4. ცხოველური ბოჭკოს ქერცლოვანი ბუნებიდან გამომდინარე, რომელიც უზრუნველყოფს მოთელვის საუკეთესო თვისებას, შალის ბოჭკოსაგან მიღებული შემავსებელი ხასიათდება დაყალიბების საუკეთესო უნარით და მთლიანად უზრუნველყოფს სპეცფეხსაცმლის საყრდენი ზედაპირის მოხერხებულობას მისი ტარების უმნიშვნელო პერიოდში;

5. ცდით დადასტურდა, რომ ერგონომიული სპეცფეხსაცმელის შემუშავების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ნაწილის – საყრდენი ზედაპირის მოხერხებულობა, შესაძლებელია მიღწეული იქნას მხოლოდ საფეიქრო ბოჭკოების ნახევრად მოთელილ მდგომარეობაში შემავსებლად გამოყენების შემთხვევაში, ამ მიზნით კარგ შედეგს იძლევა 24% მატყლის და 76% ბამბის ბოჭკოს ნაზავი.

თავი 2. ჯარისკაცთა სპეცფეხსაცმლის რაციონალური მეთოდით დამზადების თეორიული საფუძვლები

2.1. ჯარისკაცთა ტერფების ტიპოლოგია და სპეცფეხსაცმლის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის ოპტიმიზაციის კვლევა

ამოცანის გადაწყვეტისათვის აუცილებელია მოიძებნოს სპეცფეხსაცმლის რამოდენიმე სისრულით დამზადების მარტივი-რაციონალური მეთოდი, რომელიც საშუალებას მისცემს მეწარმეს ზედმეტი გართულებებისა და დანახარჯების გარეშე დაამზადოს სპეცფეხსაცმელები მოთხოვნილი რაციონალური ზომებისა და სისრულეების მიხედვით.

რაციონალური ასორტიმენტისათვის კი საფუძველი არის ჯარისკაცთა ანთროპომეტრიული მონაცემები, მიღებული მათი ტერფების მასიური გაზომვებით, ამ მონაცემების დამუშავების შედეგად დადგენილი ის კანონზომიერებები, რომლებიც არსებობენ როგორც ტერფების ცალკეულ ზომით ნიშან-თვისებებს შორის, ასევე მთელ გენერალურ ერთობლიობაში. ამ ნიშან-თვისების მერყეობის სიდიდის მიხედვით უნდა დადგინდეს აუცილებელი ტიპო-ზომების რაოდენობა და ამ ტიპო-ზომების პროცენტული თანაფარდობა მთელ ერთობლიობაში, რომელიც უზრუნველყოფდა ჯარისკაცთა მოთხოვნილების მაქსიმალურად დაკმაყოფილებას.

ტერფების მასიური გაზომვებით, სპეცფეხსაცმლის რაციონალური ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის ასაგებად აუცილებელია მიღებული მონაცემების სტატისტიკური მეთოდებით დამუშავების შედეგად ზომებისა და ფორმის მიხედვით გამოვყოს ტიპური ტერფები, იმგვარად, რომ ამ ტიპური ტერფებისათვის დამზადებულმა ფეხსაცმელებმა დააკმაყოფილოს ჯარისკაცთა უმეტესი ნაწილი, რაც საკმაოდ პრობლემური საკითხია.

ტიპური ტერფების გამოყოფის პირველი მცდელობები გაკეთდა ი. იაკოვლევისა და ი. პრიკლონსკის შრომებში [123, 105]. ავტორები ტერფებს ყოფდნენ 1 სმ-იან ინტერვალის კლასებად. თვითოეულ კლასში გამოყოფილი იყო 5-6 ქვეკლასი- ტერფის აღმართულობის შემოხვევის სიდიდის მიხედვით. ასეთნაირად აგებული იქნა მამაკაცის ფეხსაცმელების 40-ზე მეტი კალაპოტის ტიპი, რაც საკმაოდ დიდი რაოდენობა იყო და ართულებდა ფეხსაცმლის მასიურ წარმოებას.

მ. პეტროვი თავის შრომებში [101, 102] ტიპური ტერფების გამოყოფისათვის იყენებდა ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდებს. მან მიიღო ტერფების ფორმის შემდეგი კომბინაციები: მოკლე-ვიწრო, მოკლე-ფართე, საშუალო-ვიწრო, საშუალო-ფართე, საშუალო-საშუალო და გრძელი-ფართე. ამ ცენტრალური ტიპების გარდა მის მიერ გამოყოფილი იქნა შუალედური ტიპები და მათი კომბინაციები. სულ ტიპური ტერფების 58 ჯგუფი. რაც მითუმეტეს ართულებდა მასიური წარმოების შესაძლებლობას.

ჩამოთვლილი მკვლევარები ეჭიმები იყვნენ და რა თქმა უნდა ვერ ითვალისწინებდნენ ფეხსაცმლის წარმოებისათვის დამახასიათებელ სირთულეებს, რის გამოც მათი შრომები მეფეხსაცმელებისათვის ნაკლებ პრაქტიკული ღირებულების იყო, ისინი საინტერესო იყო მხოლოდ თეორიული თვალსაზრისით.

პროფესორი ლ. ნიკოლაევი [94] გაზომვის მონაცემების დაჯგუფებას აწარმოებდა ტერფის სიგრძეში 5 მმ ინტერვალით დაყოფით. განივი ზომების მიხედვით კი შემოიფარგლებოდა მხოლოდ სამი ტიპით - ვიწრო, საშუალო და ფართე, რაც სავსებით მისაღები იყო პრაქტიკული თვალსაზრისით.

ტერფების ანთროპოლოგიურ შესწავლასთან დაკავშირებული საკითხები დიდ ადგილს იჭერენ ვ. ბუნაკის შრომებში [43, 44], რომელიც ტერფების ტიპების გამოყოფის ორ ძირითად

განზომილებას გვთავაზობს: ტერფის სიგრძესა და სიგანეს. ტიპებისა და ქვეტიპების რაოდენობის დადგენა მის მიერ ხდებოდა გაზომვის მონაცემების დაყოფით ჯგუფებად, რომლის ინტერვალის სიდიდე საშუალო კვადრატული გადახრის ჯერადი უნდა ყოფილიყო.

ხ. ლიოკუმოვიჩი [87-89] ასევე აწარმოებდა ტერფის ტიპებისა და ქვეტიპების გამოყოფას. მის შრომებში, ისევე როგორც შემდგომი პერიოდის მკვლევარების შრომებში, ტიპების გამოყოფა წარმოებდა ტერფის სიგრძის მიხედვით. ქვეტიპები გამოიყოფოდა ტერფის სიგანის მიხედვით და არა ტერფ-ფალანგთა შენაწევრებაში შემოხვევის სიდიდის მიხედვით, როგორც ეს ჯგუფებს. სიგანის მიხედვით განუსაზღვრელობის ინტერვალის განისაზღვრებოდა რეგრესიის განტოლების მიხედვით, რომელიც გამომდინარეობდა ტერფის სიგრძის ინტერვალიდან (1 შტიხი). მან სამხედრო ფესსაცმლის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის დამუშავებისას დაადგინა სისრულეთა შემდეგი თანაფარდობა: ვიწრო - 20%, საშუალო - 60%, სრული - 20%.

როგორც ზემოთ მოყვანილი ლიტერატურული ანალიზიდან ჩანს, ტერფის ზომების ტიპოლოგიური განხილვის დროს არ შეიძლება იმ ფაქტის იგნორირება, რომ ტერფის ზომები განისაზღვრება არა მარტო სიგრძით, არამედ განივი პარამეტრებითაც, რაც ბუნებაში არის და რასაც აღნიშნავდა ყველა ანთროპოლოგი მკვლევარი, გასული საუკუნიდან დღემდე.

ყველა ზემოთ აღნიშნულ შრომას გააჩნდა არსებითი ნაკლოვანებები. კერძოდ: მასიური გაზომვების ანალიზის შედეგად გაკეთებულ შრომებში არ შეისწავლებოდა ცალკეული ნიშან-თვისების განაწილების კანონზომიერებები და ტერფის ცალკეულ ზომით ნიშან-თვისებებს შორის კავშირი, რაც აუცილებელ პირობას წარმოადგენდა ტერფების უფრო ზუსტი დახასიათებისათვის და ფესსაცმლის დასაბუთებული ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის

აგებისათვის, მაგრამ მიუხედავად ამ შენიშვნებისა ვ. ბუნაკმა [45, 46], პ. ბაშკიროვმა [39-41] და პ. ზენკევიჩმა [54] წლების განმავლობაში მეფესაცმელებთან ერთდროული მუშაობის დროს ბევრი გააკეთეს მოსახლეობის ტერფების მასიური გაზომვის მონაცემების მათემატიკური დამუშავების სფეროში. განსაკუთრებით დიდი სამუშაო იქნა ჩატარებული ამ მიმართულებით მ. იგნატიევის [64-67] მიერ, რომელმაც ფესაცმლის ზომითი ასორტიმენტის მიახლოებითი გამოთვლებისათვის შეიმუშავა ნომოგრამები, რამაც საკმაოდ გააიოლა ეს პროცესი.

ტერფების ტიპოლოგიის ყველაზე სრულყოფილი და თეორიულად დასაბუთებული მეთოდიკა შემუშავებული იქნა პროფესორ ი. ზიბინის მიერ [51]. ამ შრომაში ტიპიზაციის საფუძვლად აღებული იყო მის მიერვე დადგენილი და უკვე საყოველთაოდ მიღებული ტერფის ზომების განაწილების კანონზომიერებები და ცალკეულ ზომით ნიშან-თვისებას შორის არსებული დამოკიდებულება. კერძოდ: მან პირველმა დაადგინა, რომ მოსახლეობაში ტერფის ნებისმიერი ზომა განაწილებულია გარკვეული კანონზომიერებით და იგი ემხვევა ნორმალური განაწილების - გაუსის მრუდს; ტერფის ყველა გრძივი ზომა აღებული ჯგუფისათვის პროპორციულია ტერფის სიგრძის (ანუ იგი იცვლება პროპორციულად). ასევე ტერფის განივი ზომები პროპორციულ დამოკიდებულებაში არიან ერთმანეთთან; ტერფის განივი ზომების საშუალო მნიშვნელობა წრფივ დამოკიდებულებაში იმყოფება მის სიგრძესთან.

ი. ზიბინის შრომის თანახმად სისრულის მიხედვით ქვეტიპების რაოდენობის განსაზღვრა შეიძლება ვაწარმოთ ორი საშუალებით:

1. მეორე ნიშან-თვისების (შემოხვევა 0,68/0,72 L კვეთაში) სრული გაბნევის ცვლილების დაყოფა, რომელიც გამოსახულია საშუალო კვადრატულ გადახრაში (σ) „შეგრძნების ზღვარის“ (λ)

გაორმაგებული სიდიდით, ან განუსაზღვრელობის ზღვარის ინტერვალით (s); ამა თუ იმ პარამეტრის სისრულეთაშორის ინტერვალის განუსაზღვრელობის ზღვარი მიიღება გაორმაგებული „შეგრძნების ზღვარის“ ტოლი;

2. მეორე ნიშან-თვისების გაბნევის მერყეობა, რომელიც განიხილება ძირითად ნიშან-თვისებასთან კავშირში, ხასიათდება სამწყობრო საშუალო კვადრატული გადახრის სიდიდით: $\sum = \delta\sqrt{1-r^2}$ მისი საშუალო მნიშვნელობა, რომელიც შეესაბამება ცენტრალურ ქვეტიპს, მდებარეობს რეგრესიის წრფეზე. ქვეტიპების რაოდენობის (n) განსაზღვრა სწარმოებს $\pm 2\sum$ -ის განუსაზღვრელობის ზღვარის სიდიდეზე გაყოფით ანუ $n = \frac{4\sum}{s}$.

ტერფების ტიპოლოგიის და შესაბამისად ფესსაცმლის ზომითი ასორტიმენტის აგების კიდევ უფრო სრულყოფილი მეთოდი შემოგვთავაზა ო. ფარნიევამ [111, 112] ორ ნიშან-თვისებას შორის არსებული კორელაციური დამოკიდებულების განტოლებების საფუძველზე. მისი აზრით ეს ხერხი იძლევა მცირე ცდომილებას.

სხვადასხვა გეოგრაფიული რაიონების მონაცემებით არსებითი განსხვავება მითუმეტეს ადასტურებს ცალკეული ქვეყნების მოსახლეობის ტერფების პერიოდული შესწავლის აუცილებლობას. მრავალრიცხოვანი კვლევებით დადასტურებულია, რომ სხვადასხვა ქვეყნებში მოსახლეობას ტერფის ზომები განსხვავებული აქვთ, მაგრამ ტერფის ზომებს შორის კავშირი და მათი განაწილების კანონზომიერებები ყველა შემთხვევაში ერთნაირია. ამ კანონზომიერებების მიხედვით შესაძლებელია ტერფების ერთობლიობა დაეყოს ჯგუფებად, რომელთა საშუალო ზომები ტიპური იქნება ამ ქვეყნისათვის. ტერფების ამ ჯგუფისათვის შეიძლება დავადგინოთ მოსახლეობის რაოდენობრივი თანაფარდობანი, განვსაზღვროთ ფესსაცმლის მწარმოებლისათვის

საინტერესო ზომითი ნიშან-თვისებები. ცალკეული ქვეყნების ტერფის ზომების თავისებებრებების შესწავლის თვალსაზრისით სამუშაოები ჩატარდა თურქმენეთში [95] და უზბეკეთში [118]. ძირითადად კვლევები ჩატარებულია მაღალ დონეზე გამოვლენილია ტერფის ზომების თავისებურებები, მაგრამ ფეხსაცმლის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის გაანგარიშების მეთოდთა არადაამაკმაყოფილებელია.

კ. ჩენცოვას ნაშრომში [121] განხილული აქვს მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების თანმიმდევრობა. შესწავლილი აქვს ტერფის ზომების ცვლილების ინტენსივობა, ტანის ზომასთან მიმართებაში, შესაბამისი დასკვნებით. წარმოებაში კალაპოტების რაოდენობის შემცირების თვალსაზრისიდან გამოდიან პოლონელი მეცნიერები ე. ხოლევა და სხვები [121]. ნაშრომში ხაზგასმულია რომ ტერფის სიგრძეს და კონათა ნაწილში შემოხვევის სიდიდეს შორის არც თუ ისე კარგი კორელაციური კავშირი აუცილებელს ხდის კალაპოტების დიფერენცირებას სისრულეების მიხედვით.

ფეხსაცმლის ზომითი ასორტიმენტის პრობლემების კვლევის დროს ო. ფარნიევა [112] მიუთითებს, რომ ზომითი ასორტიმენტის სკალის სწორი აგებისათვის გაანალიზებულია ძირითადი ფაქტორები, რომლებიც ორ ჯგუფად იყოფა. ზომითი ასორტიმენტის განსაზღვრული და ზომით ასორტიმენტზე მოქმედი. ასეთი დაყოფა გამოწვეულია იმით, რომ არსებობს ორი მოსაზრება: მეფეხსაცმელები თვლიან, რომ ზომა-სისრულითი ასორტიმენტი აგებული უნდა იყოს ზომების თანამედროვე ანთროპომეტრიულ მონაცემებზე და მოსახლეობის ერთობლიობაში მათი განაწილების კანონზომიერების საფუძველზე; საქონელმცოდნეები და ეკონომისტები კი თვლიან- აგება მოხდეს ზომების მიხედვით ფეხსაცმლის მოთხოვნილების შესწავლის საფუძველზე. კვლევამ აჩვენა, რომ ორივე ეს ფაქტორი მსგავსია და ექვემდებარება ნორმალური განაწილების კანონს [96].

ზემოთ განხილული შრომები ნათლად გვიჩვენებენ, რომ მართალია ერთი და იგივე ჯგუფის მოსახლეობას აქვს სხვადასხვა ზომის ტერფები, მაგრამ ამ ზომების სიდიდეები ერთმანეთთან დაკავშირებულია გარკვეული კანონზომიერებით. ამ კანონებით შესაძლებელია ტერფების მთლიანი მასა დავეოთ ჯგუფებად, რომელთა საშუალო ზომები ტიპური იქნება ამ ჯგუფისათვის. მოსახლეობის ამ ჯგუფის ტერფებისათვის შესაძლებელია დავადგინოთ რაოდენობრივი თანაფარდობა და განვსაზღვროთ მეფესსაცმელესათვის საინტერესო ზომითი ასორტიმენტი.

მრავალრიცხოვანმა ანთროპომეტრიულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ ტერფის ერთი და იგივე სიგრძის შემთხვევაში არსებობენ ტერფები სხვადასხვა განივი ზომებით. ბუნებრივია, რომ დავაკმაყოფილოთ მოსახლეობა მოხერხებული ფესსაცმელით, იგი უნდა დამზადდეს ერთი და იგივე სიგრძის და რამოდენიმე სისრულით, ე.ი. აუცილებელია გამოიყოს დამეტებითი ქვეტიპები.

სისრულის მიხედვით ტერფების ინტერვალის განსაზღვრისათვის, როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ [57] შემოგვაქვს „შეგრძნების ზღვრის“ განსაზღვრა. ეს არის ზომის ის მაქსიმალური დასაშვები სიდიდე, რომლითაც შეიძლება შევცვალოთ ფესსაცმლის განივი და შემოხვევითი ზომები ისე, რომ ადამიანმა იგი მკვეთრად ვერ შეიგრძნოს.

აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ იმ ჯგუფის ტერფებისათვის, რომლებიც განსაზღვრული სიგრძის დროს, განივი ზომები მოთავსებულია განუსაზღვრელობის ინტერვალის საზღვრებში, ფესსაცმელი, შეკერილი საშუალო ტიპური ზომით, ინტერვალის საზღვრებში იქნება მოხერხებული. აქედან გამომდინარე განუსაზღვრელობის ზღვრის გაზრდა დასაშვებ ფარგლებში რა თქმა უნდა გაზრდის მოხერხებული ფესსაცმელით მოსახლეობის დაკმაყოფილების პროცენტს. ჩატარებულმა სამუშაოებმა [51],

რომლებიც ეხებოდნენ „შეგრძნების ზღვრის» დადგენას, გვიჩვენებს, რომ მოზრდილი მოსახლეობისათვის საყოფაცხოვრებო ფეხსაცმელში სისრულეთა შორის ინტერვალით მისაღებია 8-10 მმ.

მოხერხებული ფეხსაცმელით მოსახლეობის დაკმაყოფილება დღემდე გადაუწყვეტელია. სტანდარტი [52] ითვალისწინებს მოსახლეობის ფეხსაცმლით დაკმაყოფილებას 3 სისრულით სისრულეთა შორის 8 მმ-იანი ინტერვალით საყოფაცხოვრებო ფეხსაცმელებისათვის (გარდა 0-3 ჯგუფისა) და სისრულეთა შორის 10 მმ-იანი ინტერვალით იუფტის სპეცფეხსაცმელებისათვის. ასეთ შემთხვევაშიც კი მომხმარებლის დაკმაყოფილება მოხერხებული ფეხსაცმელით მიაღწევდა მხოლოდ 80%-ის ფარგლებს [54].

თბილისის, ქუთაისის, ბათუმის, მოსკოვისა და ლენინგრადის ფეხსაცმლის ფაბრიკების (ჯერ კიდევ სსრკ-ს დროს) საქმიანობის ანალიზის შედეგად და მითუმეტეს ახლა, მცირე საწარმოების პირობებში სტანდარტის მოთხოვნები ამ თვალსაზრისით უხეშად ირღვევა. უმეტესად ფეხსაცმელი სისრულეების მიხედვით არ იკერება, არის გამონაკლისი შემთხვევები ფეხსაცმლის სამი სისრულით შეკერვისა, სისრულეთა შორის 6 მმ-იანი ინტერვალით, სტანდარტი [52] შენიშვნაში ასეთ გამონაკლისს უშვებს, მაგრამ არ არის დაცული სისრულეების პროცენტული განაწილება. შედეგად მცირდება მოსახლეობის დაკმაყოფილება მოხერხებული ფეხსაცმელით და ე.ი. საგრძნობლად მცირდება ფეხსაცმლის რეალიზაცია. მიუხედავად გამოქვეყნებული მრავალი სამეცნიერო თუ საგაზეთო სტატიებისა, მეწარმეებმა ჯერ კიდევ ვერ გაითავისეს ბაზრის სეგმენტის დაპყრობის ეს მნიშვნელოვანი საკითხები.

პროფესორი მ. ვოლკოვი, რუსეთის ჯანმრთელობის დაცვის სამინისტროს მთავარი ტრავმატოლოგი ტერფის დეფორმაციის, დაავადებების და მოსახლეობის რაციონალური ფეხსაცმელით უზრუნველყოფისადმი მიძღვნილ IV პლენუმზე [49] აღნიშნავდა, რომ

ფეხსაცმლის საწარმოები ფაქტიურად მომხმარებელს მიაწვდის ერთი სისრულის ფეხსაცმელს, რაც გამორიცხავს მოსახლეობის უმეტესი ნაწილის მოხერხებული ფეხსაცმლით დაკმაყოფილებას და ბუნებრივია იწვევს ტერფის სხვადასხვა პათოლოგიებს. იგივე გრძელდება დღესაც.

განასაკუთრებულად მტკივნეულად აღიქმება აღნიშნული პრობლემა ჯარისკაცთა სპეცფეხსაცმელებში, რადგან ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს ადამიანის საქმიანობის ექსტრემალურ პირობებთან და ამ შემთხვევაში ფეხის ტერფის ფეხსაცმლის ზომებთან არასწორმა შეფარდებამ-მოუხერხებლობამ ადვილი შესაძლებელია გამოიწვიოს მძიმე და შეუქცევადი პროცესები.

ზემოთ ნათქვამიდან აშკარად ჩანს, რომ ჯარისკაცთა მოხერხებული ფეხსაცმლით დაკმაყოფილება და ტექნოლოგიური პროცესების გამარტივებით 3 სისრულით ფეხსაცმლის დამზადების ხარჯების შემცირების გადაწყვეტა აქტუალურია და მათი გადაჭრისათვის ახალი მეთოდების შემუშავება აუცილებელია.

სპეცფეხსაცმლის სისრულების მიხედვით დამზადების საკითხი უნდა გადაიჭრას კალაპოტების ზედაპირების და ნამზადის ძირითადი პარამეტრების შესწავლით, რათა მოიძებნოს სპეცფეხსაცმლის სამი სისრულით დამზადების შესაძლებლობა ერთი - საშუალო სისრულის ნამზადით. წინასწარი მოკვლევით დადგინდა, რომ ასეთი მეთოდი შესაძლებელი იქნება სისრულეთა შორის ინტერვალის გაზრდით.

ერთი და იგივე ზომისა და განსხვავებული სისრულის კალაპოტების უნიფიცირებულ კვალზე სპეცფეხსაცმლის დამზადება გარკვეულ გულისწერომას იწვევს ფეხსაცმლის ზოგიერთ სპეციალისტთა შორის. მათი აზრით უნიფიცირებული კვალის შემთხვევაში დაბალ და მაღალ სისრულებში ადვილი ექნება ფეხსაცმლის გარე შესახედაობის (სილუეტის) გაუარესებას. ასე

მაგალითად, დიდი სისრულის შემთხვევაში ადგილი ექნება ლანჩაზე ზედა ნაწილის „დაკიდებას“ (გადაფარვას), რაც მათი აზრით გააუარესებს ფეხსაცმლის სილუეტს. ამ საკითხის უფრო ღრმად შესწავლის მიზნით აუცილებელი ხდება სპეცფეხსაცმელებისათვის საჭირო ღაბაშის სიგანის $W_{0,68\Delta}$ და კალაპოტის შემოხვევას $R_{0,68/0,72\Delta}$ შორის შეფარდების $K_{კოეფიციენტის}$ ოპტიმალური სიდიდის დადგენა.

2.2. ფეხსაცმლის კალაპოტის გეოდეზიური წრეების შესწავლა- ანალიზით სპეცფეხსაცმლის დამზადების ახალი მეთოდის შემუშავება

ქართულ ჯარში მომსახურე რიგითი ჯარისკაცების ტერფები ჩვენს მიერ ინტენსიურად იქნა შეისწავლილი. ამ შეისწავლის ძირითადი მიზანია შევიმუშაოთ სპეცფეხსაცმლის რაციონალური შიგა ფორმა და ოპტიმალური ზომა-სისრულთი ასორტიმენტი. კვლევის პროგრამაში შედის ტერფის ვიზუალური დათვალიერება, პლანტოგრაფია და ძირითადი ზომების დადგენა. დაკვირვებით ნათლად ჩანს, რომ ჯარისკაცთა ტერფების მდგომარეობა არადმაკმაყოფილებელია. ადამიანის ამ უმნიშვნელოვანესი ორგანოს აგებულებისა და ფუნქციის დარღვევის დიდი ნაწილი გამოწვეულია ტერფის ზომებთან შეუსაბამო ფეხსაცმლის ტარებით. ტერფის აგებულებისა და ფუნქციის დარღვევა ართულებს სიარულს, იწვევს ცუდ განწყობილებას და ხდება სხვადასხვა დაავადებების მიზეზი.

ჯარისკაცებს აქვთ არა მარტო განსხვავებული ტერფის სიგრძეები, არამედ განსხვავებული სისრულეები, განივი და შემოხვევითი ზომები. მაგალითად საშუალო სიგრძის მქონე მამაკაცებს ტერფ-ფალანგთა შენაწევრებაში საშუალო შემოხვევიდან გადახრის სიდიდე აქვთ 30-40 მმ, როგორც მეტ, ასევე ნაკლები

მიმართულებით [61]; შემოხვევის ზომების მიხედვით ტერფების განაწილება სწარმოებს ნორმალური განაწილების კანონის მიხედვით. ე.ი. შემოხვევის მიხედვით საშუალო ზომის ტერფები მთელ ერთობლიობაში არის შედარებით დიდი რაოდენობის, ხოლო კიდურა ზომები გვხვდება იშვიათად. ისეთი ტერფები, რომლებიც შემოხვევის საშუალო ზომიდან განსხვავებულია ± 4 მმ-ით და მეტად, გვხვდება დაახლოებით 60%.

როდესაც მეწარმეები სპეცფესსაცმელს ამზადებენ მხოლოდ ერთი სისრულით, ჯარისკაცთა 60% ფესსაცმელს ატარებს მისი ტერფის არა შესატყვისი ზომების მიხედვით. კერძოდ სრული ტერფის მქონე ჯარისკაცი ხმარობს უფრო დიდი ზომის (ნომრის) ფესსაცმელებს, ვიდრე მას სჭირდება, ხოლო თხელი ტერფის მქონენი კი ხმარობენ დაბალ ზომებს და ამიტომ მათი თითები მიბჯენილია მყარ ცხვირქვედაზე

წინასწარი გამოკვლევების შედეგად ნათელი გახდა, რომ სპეცფესსაცმლის სამი სისრულით დამზადება დამატებითი მატერიალური და ორგანიზაციული გართულების გარეშე შესაძლებელია სისრულეთა შორის 10-12 მმ-იანი ინტერვალის დროს. ჩვენი სამუშაოს ამ ნაწილში მიზნად დავისახეთ ვაჩვენოთ, რომ სპეცფესსაცმელში „დიდი« სისრულითი ინტერვალი (10-12მმ) უნიფიცირებულ კვალზე დამზადებულ ფესსაცმელშიც კი არ უარესდება ფესსაცმლის გარე შესახედაობა.

მოსახლეობის მოხერხებული ფესსაცმლის დაკმაყოფილების მიზნით მეცნიერთა ერთი ნაწილი ამტკიცებს სისრულეთა შორის ინტერვალის 10 მმ-მდე გაზრდას [61]. ფესსაცმლით ტერფის დასაშვები შეკუმშვის შესახებ ჩატარებული სამუშაოები [51] გვიჩვენებს, რომ სისრულითი ინტერვალის განსაზღვრისათვის აუცილებელი შეგრძნების ზღვარი შემოხვევის განივი მიმართულებით შესაძლებელია გაიზარდოს 5-7 მმ-მდე, ე.ი. ამ

თვალსაზრისით შესაძლებელია სისრულითი ინტერვალი იქნეს 10-14 მმ-მდე.

შემოხვევასა და ღაბაშის სიგანეს შორის არსებული კავშირის განსაზღვრისათვის ჩვენ ჩავატარეთ ღაბაშის სიგანე $W_{0,68L}$ და შემოხვევას $R_{0,68/0,72L}$ -ს შეფარდებითი ანალიზი, სტანდარტი 3927-88-ით და ჩვენს მიერ შემოთავაზებული სისტემის 10-12 სისრულითი ინტერვალის მიხედვით.

ამ შეფარდების მახასიათებელი კოეფიციენტი განისაზღვრა

შემდეგნაირად:
$$K = \frac{W_{0,68D}}{R_{0,68/0,72D}}$$

ბუნებრივია, K-ს 100-ზე გამრავლებით მიიღება სიდიდე, რომელიც გვიჩვენებს, თუ შემოხვევის რამდენ პროცენტს მოიცავს კალაპოტის კვალი იგივე კვეთაში.

ამის შემდეგ ანალიზი ჩატარდა პლანტოგრამებზე. შენარჩუნებულ იქნა მამაკაცებისათვის საშუალო ზომები 268,3 0,6 მმ.

პლანტოგრამებს ორიენტირება გაუკეთდა პირობითი ღერძის მიხედვით, რომელიც გადიოდა 2-3 თითებს შორის და ქუსლის ცენტრზე. ამ ღერძზე 0,68 მანძილზე მის მართობულად გატარებულ წრფეზე გადაიზომა ტერფის ჰორიზონტალური პროექციის (გაბარიტის) და ანაბეჭდის სიგანეები. შემდეგ განისაზღვრა ამ სიგანეების საშუალო მნიშვნელობების შესაბამის შემოხვევებთან შეფარდებები, ანუ განსაზღვრულ იქნა $K_{გაბ.}$ და $K_{ანაბ.}$ რომელთა მონაცემები მოცემულია ცხრილში 2.1.

ცხრილი 2.1.

$K_{გაბ.}$ და $K_{ანაბ.}$ მნიშვნელობები

ტერფის სიგრძე (მმ)	გაბარიტის სიგანე $K_{გაბ.}$ (მმ)	ანაბეჭდის სიგანე $K_{ანაბ.}$ (მმ)	$O_{0,68/0,72}$ (მმ)	$K_{გაბ.}$	$K_{ანაბ.}$
268,3 0,6	101,5	83,2	256,1	0,40	0,33

ცხრილი 2.1.-ის მიხედვით აგებულ იქნა დიაგრამა (სურ.2.1.) ზედა წყვეტილი წრფე გაბ. გვიჩვენებს გაბარიტული ზომის (ტერფის კორიზონტალური პროექციის) შეფარდებას ტერფის შემოხვევასთან, ე.ი. ღაბაშის სიგანის კალაპოტის შემოხვევასთან მაქსიმალურად შესაძლებელ შეფარდებას. ქვედა წყვეტილი წრფე ანაბ. კი გვიჩვენებს ანაბეჭდის სიგანის ტერფის შემოხვევასთან ფარდობით შეფარდებას, ე.ი. კალაპოტის ღაბაშის შემოხვევასთან შეფარდების მინიმალურ მნიშვნელობას.

ცხრილების მონაცემები და დიაგრამა თვალსაჩინოდ გვიჩვენებს, რომ ჯარისკაცების ფეხსაცმელებისათვის არც ერთი კ შეფარდება, ანუ კალაპოტის სიგანის შემოხვევასთან ფარდობითი შეფარდება არ გამოდის მოცემულ საზღვრებს გარეთ, ე.ი. $\mu < \mu_{ან.}$.

სხვადასხვა სისრულის სპეცფეხსაცმელების K_{μ} მნიშვნელობა მოთავსებულია $K_{\mu_{ან}}$ და $K_{\mu_{ან.}}$ -ის საზღვრებში. აქედან შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ სპეცფეხსაცმელის დამზადება სამი სისრულით, სისრულეთა შორის 12 მმ-იანი ინტერვალით, შესაძლებელია დამზადდეს უნიფიცირებულ კვალზე და ამ დროს ღაბაშის სიგანესა და შემოხვევის შეფარდება არ გამოდის დასაშვები ზღვრებიდან.

ჩასატარებელი გამოკვლევის შედეგად შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ გარე შესახედაობის თვალსაზრისით ჯარისკაცის ფეხსაცმელი სრულიად შესაძლებელია დამზადდეს 3 სისრულით, სისრულეთა შორის 12 მმ-იანი ინტერვალით უნიფიცირებულ კვალზე. რაც დამტკიცდა იმითაც, რომ ფაქტიურად შეკერილი, მამაკაცის - 270 ზომის სისრულეთა შორის 10-12 მმ ინტერვალით დამზადებულ 3 სისრულის ფეხსაცმელზე გარე ვიზუალურ შესახედაობის გაუარესებას ადგილი არ ჰქონია.

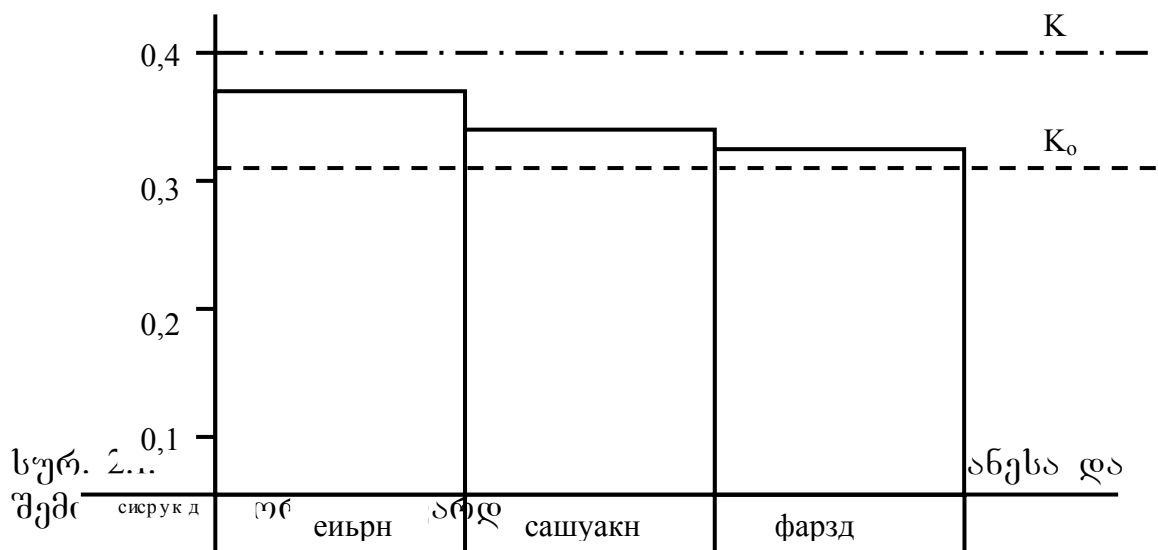
ანალიზის შედეგად შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ ჯარისკაცთა სპეცფეხსაცმლის 3 სისრულით დამზადება სისრულეთა

შორის 10-12 მმ ერთ უნიფიცირებულ კვალზე ესთეტიკური თვალსაზრისით სპეცფეხსაცმელში სრულიად დასაშვებია. ცხრილი 2.2. რადგან ზემოთ აღნიშნული შეფარდებები ასეთ კალაპოტებში გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე ამას ითვალისწინებს სტანდარტის მოთხოვნები.

ცხრილი 2.2.

კალაპოტის შემოხვევასა და სიგანეს შორის შეფარდება სამხედრო სპეცფეხსაცმლებისათვის

жнла L	сисрукд R	$W_{0,68L}$ (ЛЛ)	$R_{0,68/0,72L}$ (ЛЛ)	K_K
268	еиьрн	95,0	253	0,37
	Сашуакн	95,0	263	0,36
	Фарзд	95,0	273	0,35



2.3. валартиедбуки лдзнгиз содъфдюсаълкис сали сисрукиз галжагдбис йекдеа

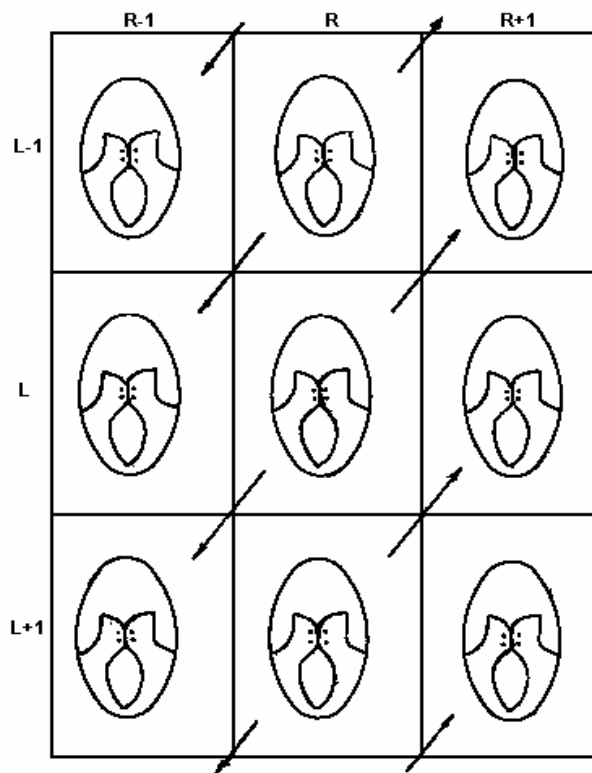
10-12 მმ-იანი სისრულითი ინტერვალის შემოხვევაში წინასწარი მოკვლევით შესაძლებელი ხდება სპეცფეხსაცმლის დამზადება სამი სისრულით ყოველგვარი მატერიალური დანახარჯების გაზრდისა და ორგანიზაციული გართულების გარეშე.

ცნობილია, რომ სამი სისრულით დამზადება იწვევს ორგანიზაციული და ეკონომიკური ხასიათის სიძნელეებს. დღემდე სამი სისრულით ფეხსაცმელი შესაძლებელია დამზადებულიყო ორი გზით. კერძოდ: 1) გამოყენებულ უნდა იქნეს მხოლოდ დიდი სისრულის ნამზადები სამივე სისრულის კალაპოტებზე ფორმირებისათვის ან 2) დამზადებულ იქნეს თითოეული სისრულისათვის სამი შესაბამისი ზომის ნამზადი. პირველ შემთხვევაში ნამზადის ფართი იქნება მეტი საშუალო და დაბალი სისრულის კალაპოტებზე, რაც გამოიწვევს მასალების გადახარჯვას [42]. მეორე შემთხვევაში საგრძნობლად რთულდება წარმოების ორგანიზაცია, იზრდება საჭრისების მეურნეობა, რაც ითხოვს საჭრისების დამზადებისათვის და მათი შენახვისათვის დამატებით ხარჯებს.

მეწარმეებმა კარგად იციან, რომ აუცილებელია ფეხსაცმლის სამი სისრულით დამზადება, მაგრამ ზემოთ აღნიშნული მიზეზების გამო ამას ვერ ახერხებენ. შესაბამისად საყოფაცხოვრებო ფეხსაცმლის მომხმარებელთა ის ნაწილი, რომლებსაც აქვთ საშუალო ტიპურიდან განსხვავებული ტერფი, ვერ ირჩევენ მოხერხებულ ფეხსაცმელს და იძულებული არიან შეირჩიონ მაღალი ან დაბალი ზომის ფეხსაცმელები ან მიმართონ ინდივიდუალური კერვის საწარმოებს. ამიტომ ამის შესახებ ისინი საყვედურს ხშირად გამოთქვამენ პრესის ფურცლებზე. ზოგიერთი მეწარმე სხვადასხვა მცირე ღონისძიებებით ცდილობს საკითხის გამოსწორებას. კერძოდ პერიოდულად კალაპოტის პირდაპირ აღმართულობაზე აფენს საფენს, ზრდის დიდი ნომრების პროცენტულ რაოდენობას და სხვა, მაგრამ ასეთი ღონისძიებები დაუშვებელია და მინიმალურადაც კი ვერ დააკმაყოფილებს ჯარისკაცთა მოთხოვნილებას. ამიტომ სპეცფეხსაცმლის სამი სისრულით დამზადების დასაბუთებული მეთოდის შემუშავება, რომლის დროსაც გამორიცხული იქნება

ზედმეტი მატერიალური და ორგანიზაციული დანახარჯები [75] აქტუალური საკითხია.

სპეცფეხსაცმლის სამი სისრულით დამზადების გამარტივებისათვის მისაღები იქნება ისეთი მეთოდი, რომლის დროსაც საშუალო სისრულის (R) გარკვეული ნომრის (L) კალაპოტის შესატყვისი ნამზადი, გამოიყენება მიმდებარე მაღალი ნომრის (პირობითად ავღნიშნოთ L_{+1}) და დაბალი სისრულის (R_{-1}) კალაპოტზე და დაბალი ნომრის (L_{-1}) და მაღალი სისრულის (R_{+1}) კალაპოტზე ფორმირებისათვის (სურ. 2.2).



სურათი 2.2. საშუალო სისრულის ნამზადით სპეცფეხსაცმლის სამი სისრულით დამზადების სქემა.

პირველ ეტაპზე სპეცფეხსაცმლის კალაპოტების სისრულეთა შორის აღებულ იქნა ინტერვალი 10 მმ, ერთი ნამზადით სამი სისრულის ფეხსაცმლის საცდელი პარტიის დამზადება შესაძლებელი გახდა. იმის ასახსნელად, თუ რამ განაპირობა ავღნიშნული შესაძლებლობა, გამოყენებულ იქნა კალაპოტის

ზედაპირის გრძივი და განივი გეოდეზიური ხაზების ფარდობითი ანალიზი, მათი ცვლილებების კანონზომიერება ზომისა და სისრულის ცვალებადობის დროს. ამ საკითხის თანმიმდევრულ შესწავლას ეძღვნება სამუშაოს ეს ნაწილი.

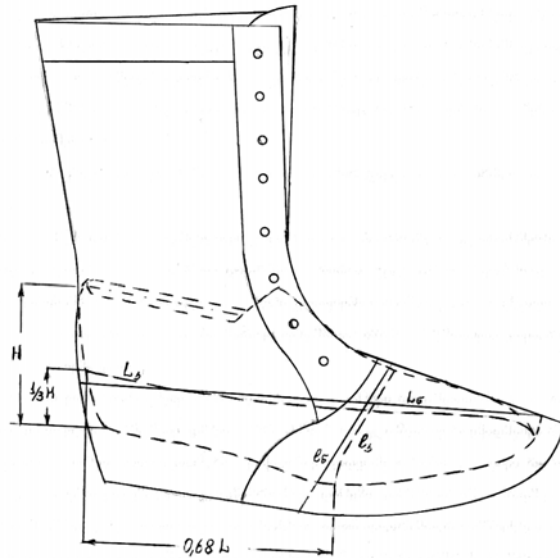
ფეხსაცმლის კალაპოტის ზედაპირის სიგრძეს მის შიგა და გარე მხარეს ზომავენ ორ უკიდურეს წერტილებს შორის უმოკლეს ხაზზე, რომელსაც პირობითად ეწოდება გეოდეზიურს. ეს ხაზი L_g (სურ. 2.3.) გადის კალაპოტის ზედაპირის საორიენტაციო წერტილებზე: ცხვირში - გრძივი კვეთის კონტურის კვალის წიბოსთან გადაკვეთის წერტილი და ქუსლში - წერტილი გრძივ ვერტიკალურ კვეთაზე, რომელიც მოთავსებულია კალაპოტის ქუსლის ნაწილის სიმაღლის (H) კვალის წიბოდან 1/3 მანძილზე ყველაზე გამობურცული წერტილი.

$L_{\text{ჩ}}$ -ის სიგრძე განისაზღვრება შიგა ($L_{\text{ჩ}}^{\text{III}}$) და გარე ($L_{\text{ჩ}}^{\text{B}}$) გეოდეზიური ხაზების საშუალო არითმეტიკულის პოვნით:

$$L_{\text{ჩ}} = (L_{\text{ჩ}}^{\text{III}} + L_{\text{ჩ}}^{\text{B}}) / 2$$

განივ საკონტროლო ხაზად ითვლება იმ კვეთის რკალი, რომელიც ქვედა ნაწილში კალაპოტის კვეთის წიბოზე ქუსლიდან 0,68 L მანძილზე, ხოლო ზედა ნაწილში ქედზე საკონტროლო წერტილში ქუსლიდან 0,72 L მანძილზე. 3927-88 სტანდარტის შესაბამისად ამ კვეთაში იზომება კალაპოტის კონათა ნაწილის შემოხვევა $O_{0,68/0,72} L$. თუ ამ კვეთაში შემოხვევის სიდიდეზე იგივე კვეთაში კვალის სიგანს გამოკლებით, მიიღება აღნიშნულ კვეთაში კალაპოტის ზედა კონტურის სიგრძეს. $l_{\text{ჩ}}$ -ს ვუწოდებთ კალაპოტის განივი გეოდეზიური ხაზის სიგრძე.

$$l_{\text{ჩ}} = O_{0,68/0,72} L - W_{0,68} L$$



სურ. 2.3. კალაპოტისა და ნამზადის გეოდეზიური ხაზების ურთიერთმდებარეობა.

ფეხსაცმლის ნამზადის ზედაპირზე (სურ. 2.5.) არსებობს კალაპოტის ზედაპირზე აღნიშნული წერტილების და ხაზების შესატყვისი წერტილები და წრფეები. ნამზადის გრძივ გეოდეზიურ წრფეებს შეესაბამებიან სწორი ხაზები L_M^III რა L_M^B :

$$L_M = (L_M^III + L_M^B) / 2$$

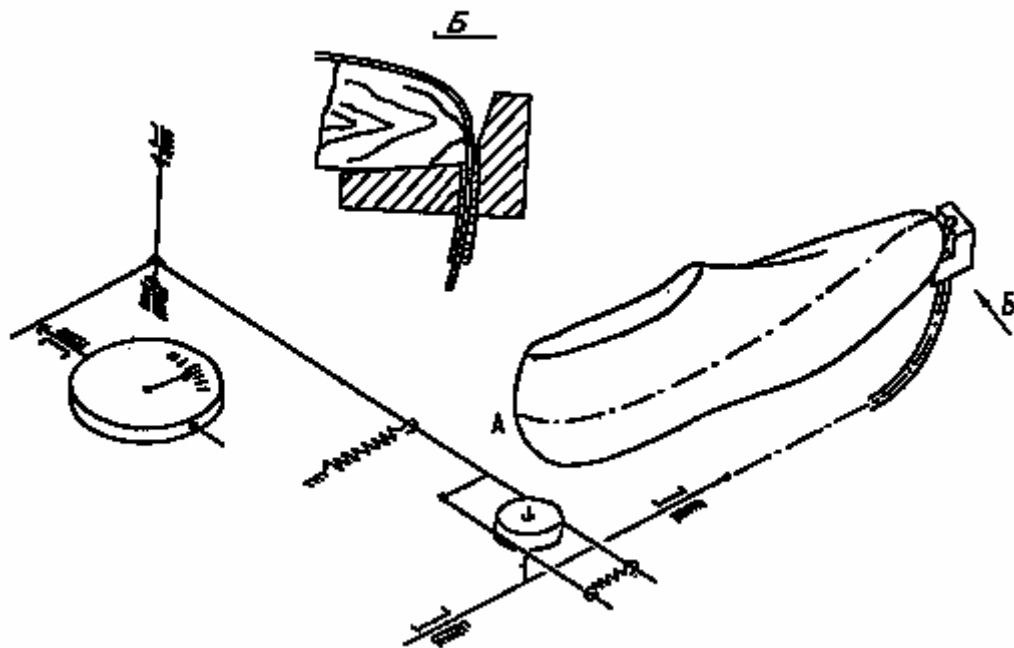
ხოლო საკონტროლო-განივი მანძილი (ნამზადის განივი გეოდეზიური სიგრძე) აიღება m და n წერტილებს შორის (L_M).

თუ დადასტურდა დაშვება, რომ კალაპოტის ზომისა და სისრულის ცვლილების დროს იცვლება გეოდეზიური ხაზების სიგრძეები, მაშინ ნომერის (L) შეცვლით მეტობით მხარეს, ე.ი. L_{+1} და ნაკლებობის (ქვედა) მხარეს (L_1) ამასთან სისრულეს (R) კი პირიქით საწინააღმდეგოდ (R_1) და (R_{+1}) მიიღება სხვადასხვა ზომისა და სისრულის კალაპოტები, რომელთა გეოდეზიური ხაზები იქნება ტოლი:

$$L_{\bar{n}}^{(L_{+1})} = L_{\bar{n}}^{(L)} = L_{\bar{n}}^{(L_1)} \quad 2.1.$$

აღნიშნულის დასამტკიცებლად ჩატარდა ორი ექსპერიმენტი. აღებულ იქნა ფეხსაცმლის (კალაპოტის ფასონი 912219) კალაპოტე-

ბის შემდეგი ნომრები: 250, 260, 270, 280 და 290. ყველა ეს ნომრები შერჩეული იყო მეოთხე სისრულის. ამ კალაპოტების შიგა და გარე გეოდეზიური ხაზები გაიზომა ამ მიზნისათვის სპეციალურად დამზადებულ ხელსაწყოზე, რომლის გაზომვის სიზუსტეს 0,1 მმ უზრუნველყოფდა ინდიკატორი, სურ. 2.4. ყოველ ნომერზე თვითოეულ მხარეს გეოდეზიური ხაზი იზომებოდა 20-ჯერ და დადგინდა სიდიდის საშუალო მნიშვნელობა (დანართი 2.1.)



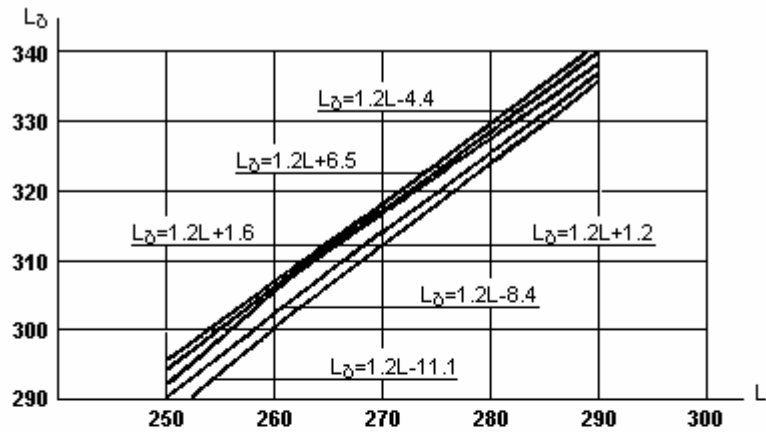
სურათი 2.4. კალაპოტის გეოდეზიური ხაზების გამზომი ხელსაწყო სქემა.

ექსპერიმენტის შედეგები მოცემულია გრაფიკის სახით (სურ.2.5.ა.). ეს გრაფიკი გვიჩვენებს, რომ ერთი და იგივე სისრულის შემთხვევაში 250-დან 290-მდე ნომერთა ინტერვალში ნომერსა და გრძივ გეოდეზიურ ხაზს შორის არსებობს წრფივი დამოკიდებულება:

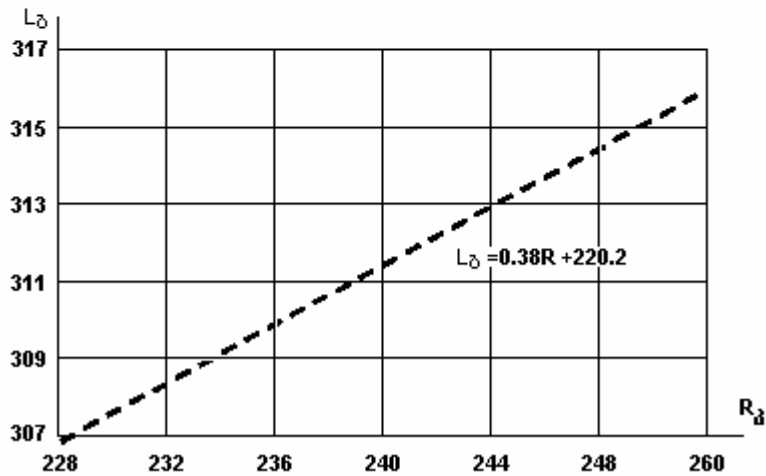
$$L_{\#} = 1,2 L - 6,5 \text{ [მმ]} \quad (2.2.)$$

განტოლების კოეფიციენტი გვიჩვენებს, რომ კალაპოტის სიგრძის ცვლა 10 მმ-ით (2 ნომრით) იწვევს $\#$ -ც ცვლას 12 მმ-ით, ანუ 7.5 მმ-ით (ერთი ზომით) ცვლილების დროს 9 მმ.

ამგვარად თუ მიმდებარე ზომის (+1) კალაპოტს მივაზომებთ ნამზადს, რომელიც დამზადებულია საშუალო ზომის () კალაპოტზე, აღმოჩნდება, რომ ეს ნამზადი სიგრძეში მოკლე იქნება არა 7.5, არამედ 9 მმ-ით, ხოლო (-1) კალაპოტზე მეტი იქნება იგივე 9 მმ-ით.



ა)



ბ)

სურათი 2.5. გეოდეზიური ხაზების ა-ნომერთან და ბ-შემოხვევასთან დამოკიდებულების გრაფიკები.

ზემოთ დავუშვით, რომ სისრულის გაზრდით ან შემცირებით, შეიცვლება გრძივი გეოდეზიური ხაზის სიგრძე δ .

სისრულის ცვლილებით δ -ს ცვლილება სწარმოებს კალაპოტის უწყვეტი კარკასით წარმოქმნილი, კვეთების განუსაზღვრელი რიცხვის პერიმეტრის ცვლილების შედეგად. მოხერხებულობისათვის ამ ცვლილებას ვაჩვენებთ ერთი პარამეტრისათვის - კონათა ნაწილში შემოხვევისათვის და მისი Δd ნაზრდისათვის.

თუ როგორ იცვლება μ სიდიდე სისრულის (ღ) ცვლილებით, შეიძლება დადგინდეს იქნეს $0,68/0,72$ га μ -ს შორის კავშირის კვლევის გზით. ამისათვის ჩატარდა მეორე ექსპერიმენტი.

სპეციალურად ამ ექსპერიმენტის ჩასატარებლად დამზადებული იქნა მამაკაცის კალაპოტები ფასონი 912258, ნომერი () 262, სისრულე (ღ) 4.

ЪЮРИКИ 2.3.

სისრულის დამოკიდებულება შემოხვევასთან სხვადასხვა ინტერვალის შემთხვევაში

Сисрукд	шдлньюедеа 0.68/0.72L йедзаши имтдреакдбиз (лл)			
	6	8	10	12
еиьрн R ₋₁	234	232	230	228
сашуакн R	240	240	240	240
сруки R ₊₁	246	248	250	252

კონათა ნაწილში შემოხვევა ($0,68/0,72$) შემდეგში აღინიშნება ღღ. ამ კალაპოტის საწყისი ნომრის და სისრულის შემოხვევა უდრის 240 მმ-ს. ამ საბაზისო კალაპოტის მიხედვით დამზადდა 8 წყვილი კალაპოტი, რომლებსაც კონათა ნაწილში ჰქონდათ სხვადასხვა ზომა, რომლებიც საწყისი ზომიდან განსხვავდებოდნენ 6, 8, 10, 12 მმ-ით, როგორც მეტობით და ასევე ნაკლებობით (ცხრილი 2.3). კალაპოტები შემოწმდა და შეესაბამებოდნენ მოთხოვნებს. ყველა კალაპოტზე ზემოთ აღნიშნული წესით გაიზომა გეოდეზიური ხაზები (დანართი 2.2.) ექსპერიმენტის მონაცემების სტატისტიკურმა დამუშავებამ აჩვენა, რომ ერთი და იგივე ნომრის კალაპოტის გეოდეზიური ხაზის სიგრძე კალაპოტის შემოხვევის (სისრულის) ცვლილებით კანონზომიერად იცვლება (სურ. 2.5.ბ.) წრფივი დამოკიდებულების განტოლებით:

$$L_{\mu} = 0,38 O_R + 220,2 \quad [лл] \quad (2.3.)$$

ამ განტოლებიდან შეიძლება მტკიცება, რომ $\Delta_{\text{ღ}}$ ერთი ერთეულით (1 მმ) ცვლილებით $\Delta_{\text{ჩ}}$ შესაბამისად იცვლება 0,38 მმ-ით, ე.ი.

$$\Delta L_{\text{ჩ}} = 0,38 \Delta O_{\text{ღ}} \quad [\text{მმ}] \quad (2.4)$$

ექსპერიმენტული მონაცემების დამუშავების შედეგად მივიღეთ დამოკიდებულების წრფივი განტოლებები:

ნომერსა და გრძივ გეოდეზიურ ხაზს შორის $L_{\text{ჩ}}=1.2N-6.5$ [მმ]

ნომერსა და კალაპოტის შემოხვევის ცვლილებას შორის $L_{\text{ჩ}}=0.38 O_{\text{R}}+220.2$ [მმ]

ამგვარად, განვსაზღვრეთ რა ΔL -ისა და ΔO -ც ცვლილების წრფივი დამოკიდებულება, განისაზღვრება მათ შორის კავშირი:

$$\Delta L_{\text{ჩ}} = 0,38 \Delta O + 6 \text{ სიგნ } (L) \quad \text{sign}_{-1}^{+1} \Big|_{L-1}^{L+1} \quad [\text{მმ}] \quad (2.6)$$

ასევე განვსაზღვრეთ Δ -ის დამოკიდებულება შემოხვევის ნაზრდთან Δ -სთან

$$\Delta = 0,5\Delta O + 1 \text{ სიგნ}(N) \quad \text{sign}_{-1}^{+1} \Big|_{L-1}^{L+1} \quad [\text{მმ}]$$

ამგვარად დადგინდა, რომ კალაპოტის გრძივი გეოდეზიური ხაზის ნაზრდი $\Delta L_{\text{ჩ}} = 9$ მმ მიღებული ნომრიდან ნომერზე გადასვლით ($\Delta L = 7,5$ მმ) ტოლი არის კალაპოტის შემოხვევითი ზომის 23,7 მმ-ით ცვლილების. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, სისრულეთა შორის $\Delta O_{\text{წ}} = 23,7$ მმ ინტერვალის შემოხვევაში საშუალო ზომის (L) და საშუალო სისრულის (R) კალაპოტზე დამზადებული ნამზადი შესატყვისი იქნებოდა სიგრძეში ერთი ზომით მეტ (L₊₁) და დაბალი სისრულის (R₋₁) და პირიქით, ერთი ზომით ნაკლებ (L₋₁) და მაღალი სისრულის (R₊₁) კალაპოტებისთვისაც.

ეს მოვლენა არის ერთ-ერთი პირობა შემოთავაზებული მეთოდით საშუალო სისრულის ნამზადებით ფეხსაცმლის სამი სისრულით დამზადებისათვის.

მეორე პირობა დასმული ამოცანის გადაწყვეტისათვის არის ამ გადასვლების დროს განივი საკონტროლო ხაზის (მას ვუწოდეთ განივი გეოდეზიური ხაზი) სხვადასხვა ზომისა და სისრულეების კალაპოტებზე ერთმანეთთან შესაბამისობა.

ამიტომ ამოცანის სრულყოფილად გადაჭრის მიზნით გრძივი და განივი გეოდეზიური ხაზების ცვლილების დინამიკას კალაპოტების ზომისა და სისრულეების ცვლილების დროს განიხილება ერთობლივად.

2.4. содѣждюсаѣлкис сѳеагасѳеа сисрукиз галжагдбис
аюаки лдзнгѳ

ფეხსაცმლის სამი სისრულით დამზადების ეკონომიური მეთოდისათვის [71], რომელიც გულისხმობს მხოლოდ ერთი სისრულის ნამზადების გამოყენებას, აუცილებელია დავადგინოთ მიმდებარე ზომისა და სისრულის კალაპოტებისათვის ზედაპირის ძირითადი პარამეტრების ოპტიმალური ცვლილების კანონზომიერებები.

ზემოთ დადგენილ იქნა, სპეცფეხსაცმლის კალაპოტი ზომის ცვლილებით $\Delta L = 7.5$ მმ და სისრულის (შემოხვევა კონათა ნაწილში) ცვლილებით $\Delta R = 23,7$ მმ, ხდება გრძივი გეოდეზიური ხაზის -ის ერთი და იგივე სიდიდით ცვლილება:

$$\Delta L_L = \Delta L_R = 9,0 \text{ მმ}$$

აქედან გამომდინარე, თუ ზომისა და სისრულის ცვლილებისათვის აიღება აღნიშნული ინტერვალები, მიიღება კალაპოტების ისეთ სერია, რომელთათვისაც გრძივი გეოდეზიური ხაზი ზომისა და სისრულის კალაპოტისათვის ტოლი იქნება იგივე სერიის დიდი ზომის (+1) და დაბალი სისრულის (დ-1), ასევე დაბალი ზომის (-1) და მაღალი სისრულის (დ+1) კალაპოტების გრძივი გეოდეზიური ხაზების. მაგრამ კალაპოტის ზედაპირის მეორე ძირითადი პარამეტრისათვის - განივი საკონტროლო ხაზისათვის -1

(განივი გეოდეზიური ხაზი), ასეთი შესაბამისობა არ იქნება შემდეგი მიზეზის გამო.

ტერფის ზომების ცვლილების საყოველთაოდ ცნობილი კანონზომიერების (მეორე კანონზომიერება) შესაბამისად ზომიდან ზომაზე ($\Delta = 7.5$ მმ) გადასვლის დროს კალაპოტის შემოხვევა იცვლება $\Delta O_L = \pm 4.5$ მმ (ΔR_L - კალაპოტის კონათა ნაწილში შემოხვევის - $0,68/0,72$ ცვლილების სიდიდეა ზომის L-ის ცვლილების დროს)

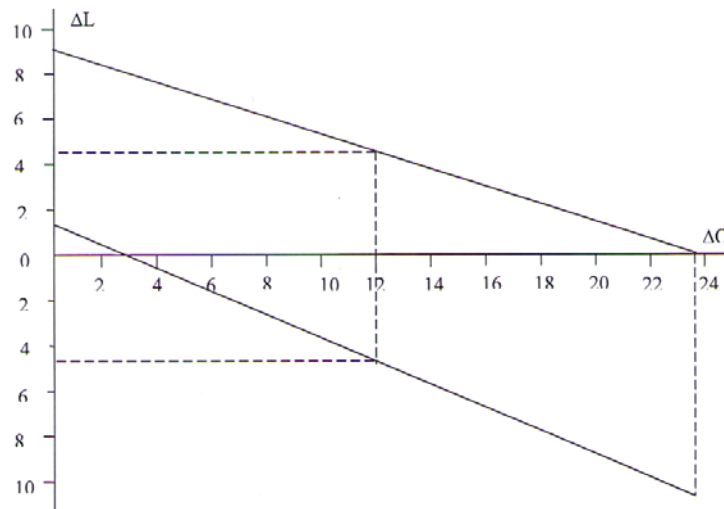
მიმდებარე ზომების L_{+1} და L_{-1} კალაპოტების ზედაპირების განივი ზომების სიდიდეები საშუალო ზომის L-ის შესაბამის ზომასთან შედარებით იცვლება: $\Delta l = -\Delta W_L$ სიდიდით (ΔW_L ზომის ცვლილების დროს კალაპოტის კვალის კონათა ნაწილის სიგანის W -ის ცვლილებაა) სტანდარტულ კალაპოტებზე შემოხვევის ნაზრდი $\Delta O_N = 4.5$ მმ-ს, აქედან კვალის სიგანე კონათა ნაწილში - $\Delta W_L = 1.5$ მმ შეადგენს, ე.ი. $\Delta l = 3$ მმ-ს. აქედან განივი საკონტროლო ხაზის ცვლილება გარე და შიგა მხარეს შეადგენს ± 1.5 მმ-ს.

Δl და ΔO დამოკიდებულების დიაგრამა ნაჩვენებია სურ. 2.5.ბ. თუ კალაპოტის შემოხვევა $\Delta O_{\text{ჩ}}$ მიმდებარე სისრულეზე გადასვლის დროს იცვლება 3 მმ-ით, მაშინ ასეთ შემთხვევაში განივი გეოდეზიური ხაზის Δl -ის ნაზრდი გამოწვეული ზომისა და სისრულის ცვლილებით ტოლდება, ე.ი.

$$\Delta l_L - \Delta l_R = 0$$

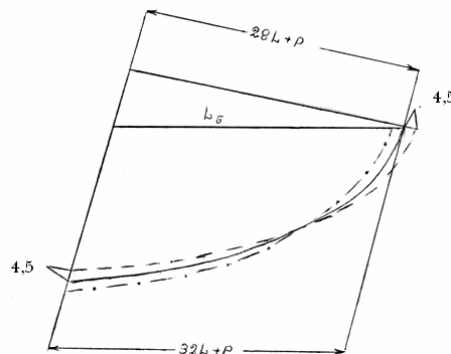
კალაპოტის სისრულითი ინტერვალის შემდგომი ცვლილება ზრდის სხვაობას Δl_M და $\Delta l_{\text{ჩ}}$ -ს შორის, და $\Delta O = 23,7$ მმ ინტერვალისათვის (გრძივი გეოდეზიური წრფისათვის თანაბარშეწონილი სისრულითი ინტერვალი) ეს სხვაობა აღწევს 10,35 მმ-ს, რაც საკმაოდ დიდი სხვაობაა და რა თქმა უნდა შეუძლებელს გახდის ნამზადის ფორმირებას, ამიტომ უნდა მოიძებნოს ამოცანის გადაწყვეტის რაციონალური ვარიანტი, რისთვისაც ორივე

ექსპერიმენტის მონაცემები ერთდროულად განვიხილოთ დიაგრამის სახით (ნახ. 2.6).



ნახ. 2.6. მომიჯნავე ზომების კალაპოტსა და საშუალო სისრულის ნამზადს შორის სხვაობა დიაგრამის მიხედვით.

დიაგრამა საშუალებას იძლევა თვალსაჩინოდ წარმოვიდგინოთ Δ რა ΔL გადახრის ცვლილება, კალაპოტების მიმდებარე ზომების შემოხვევის სხვადასხვა ინტერვალისათვის. სრულიად ნათელია, გრძივი და განივი გეოდეზიური წრფეების ზუსტი თანმთხვევა საშუალო სისრულის ნამზადის შესატყვის ზომებთან შეუძლებელია, ამიტომ საჭიროა მოიძებნოს სისრულის ისეთი მისაღები ინტერვალი, რომელიც მცირე დაშვებებით შესაძლებლობას მოგვცემს ჩავატაროთ საშუალო სისრულით ნამზადებით სპეცფეხსაცმლის სამი სისრულით დამზადება, ზემოთ ნაჩვენები სქემის მიხედვით.



სურ. 2.7. ნამზადისა და კალაპოტის გეოდეზიური ხაზების ურთიერთდამოკიდებულება.

როგორც დიაგრამიდან (სურ. 2.6) ჩანს ყველაზე მეტად მისაღები სისრულითი ინტერვალი არის 12 მმ. რომლის დროსაც $\mu_m - \mu_{\text{რა}} \ll \mu_m$ - ლ_ჩ არის თანაბარი და იგი უდრის 4,5 მმ-ს, რაც გვიჩვენებს, რომ როდესაც საშუალო სისრულის ნამზადის ფორმირებას ვახდენთ დიდი ზომისა და დაბალი სისრულის კალაპოტზე, ნამზადის გადასაჭიმი ნაწიბურების სიგრძე (უდრის 16 მმ-ს) მოკლე იქნება კალაპოტის გრძივი გეოდეზიური წრფის სიგრძე 4,5 მმ-ით და მეტი იქნება იგივე სიდიდით განივი გეოდეზიური წრფის სიგრძეზე (სურ. 2.7). ასეთ შემთხვევაში სხვაობის კომპენსირება შესაძლებელი იქნება ნამზადის წინასწარი გაჭიმვით ცხვირის ნაწილში. როდესაც იგივე ნამზადს გადავჭიმავთ დაბალი ზომისა და მაღალი სისრულის კალაპოტზე მაშინ პირიქით ნამზადის გადასაჭიმი ნაწიბური მეტი იქნება გრძივი მიმართულებით 4,5 მმ-ით ხოლო როგორც ეს დიაგრამაზე ჩანს მოკლე იქნება განივი მიმართულებით იგივე სიდიდით. ფაქტიურად განივი მიმართულებით ეს სხვაობა არ იქნება, რადგან ამ შემთხვევაში ნამზადი ინაცვლებს წინ, კალაპოტის განივი კვეთების პერიმეტრები კი ქედიდან ცხვირისაკენ თანდათანობით მცირდება ამიტომ $l_m - l_{\text{ჩ}} \approx 0$. ამგვარად სწორედ ამით აიხსნება, რომ სისრულეთა შორის 12მმ. ინტერვალის დროს პრაქტიკულად შესაძლებელია მხოლოდ საშუალო სისრულის ნამზადებით სპეცფესსაცმელი დავამზადოთ სამი სისრულით ზემოთ ნაჩვენები სქემის (ნახ.. 2.7) მიხედვით ყოველგვარი გართულების გარეშე რაც საშუალებას მოგვცემს დავიცვათ სპეცფესსაცმლის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტი.

აღნიშნული მეთოდი გამორიცხავს ზედმეტ დანახარჯებს, ამარტივებს წარმოების ორგანიზაციას, ამასთან სისრულითი ინტერვალის 12 მმ-მდე გაზრდა და სპეცფესსაცმლის სამი სისრულით დამზადება უზრუნველყოფს ჯარისკაცების

მაქსიმალურად დაკმაყოფილებას მოხერხებული ფეხსაცმლით ე.ი. მათი ბრძოლისუნარიანობის ამაღლებას.

საშუალო სისრულის ნამზადები კალაპოტებზე ნაწილდებოდა სურ.2.2.-ზე ნაჩვენები სქემის მიხედვით. ნამზადების ფორმირება კალაპოტებზე შესრულდა რაიმე გართულების გარეშე.

ამგვარად ფეხსაცმლის ზომითი ასორტიმენტის აგების თეორიული საფუძვლებისა და პრაქტიკული ანალიზის საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

1.საქართველოს სამხედრო მოსამსახურეთა რაციონალური ფეხსაცმლით დაკმაყოფილების საკითხი დღემდე სრულყოფილად შესწავლილი არ იყო;

2. ტერფების ტიპოლოგიის ძირითად ნიშან-თვისებად მიიჩნეოდა სიგრძე, ხოლო დამატებით ნიშან-თვისებად კი შემოხვევა ტერფ-ფალანგთა ნაწილში;

3. ძირითად ტიპებსა და ქვეტიპებს შორის ზომების განსაზღვრა უნდა ვაწარმოოთ მათ შორის არსებული კანონზომიერი კავშირის საფუძველზე;

4. მეორე ნიშან-თვისებით (სისრულით) ქვეტიპების რაოდენობის განსაზღვრა სწარმოებს ამ ნიშან-თვისების სრული გაქანების, გაორმაგებული „შეგრძნების ზღვრის» სიდიდეზე ან „განუსაზღვრელობის ინტერვალზე“ გაყოფით;

5. ფეხსაცმლის წარმოების დროს აუცილებელია მისი დამზადება არა მარტო ზომით, არამედ სისრულითი ასორტიმენტის დაცვითაც, რაც უზრუნველყოფს მოხერხებული ფეხსაცმელით ჯარისკაცთა მაქსიმალურ დაკმაყოფილებას;

6. ანალიტიკური მეთოდით დადგინდა ფეხსაცმლის სილუეტის განსაზღვრის კოეფიციენტი, რომელიც ახასიათებს კალაპოტის კონათა ნაწილში კვალის სიგანის, შემოხვევასთან დასაშვები შეფარდების სიდიდეს;

7. განისაზღვრა კალაპოტის გრძივი და განივი გეოდეზიური საზღვრის სიგრძეების ცვლილების კანონზომიერებები, მისი ზომისა და სისრულის ცვლილებასთან დამოკიდებულებაში;

8. დადგენილია სპეცფესსაცმლის კალაპოტის სისრულებს შორის ოპტიმალური სისრულითი ინტერვალი, სამხედრო ფესსაცმელისათვის $\Delta = 12\mu\text{m}-\text{c}$;

9. შემუშავდა მხოლოდ საშუალო სისრულის ნამზადებით ფესსაცმელების სამი სისრულით დამზადების ახალი მეთოდი.

თავი 3. ქართველ ჯარისკაცთა ტერფების ანთროპომეტრიული გამოკვლევა

3.1. კვლევის მეთოდები

თანამედროვე ჯარისკაცისთვის განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს მოხერხებული ფეხსაცმელი, რომელიც უზრუნველყოფს მისი ტარების პროცესში საყრდენ-მამოძრავებელი აპარატის ნორმალურ მუშაობა-ფუნქციონირებას. ამგვარად იგი უნდა იყოს რაციონალური, ე.ი. ისეთი, რომლის შიგა ფორმა და ზომები სწორად შეესაბამება ტერფის ფორმასა და ძირითად ზომებს. ამიტომ რაციონალური ფეხსაცმლის დამზადების ძირითადი პრინციპების შემუშავების საფუძვლად მკვლევარები მიიჩნევენ ჯარისკაცის ტერფის ანთროპომეტრიული კვლევის შედეგებს. ანთროპომეტრიული კვლევის შედეგებმა განსაკუთრებული მნიშვნელობა შეიძინა მას შემდეგ, როცა დაიწყო ფეხსაცმლის დამზადება უცნობი მომხმარებლისათვის, რაც აუცილებელს ხდის მომაგალი მომხმარებლის - ჯარისკაცის ტერფის ზომების შესახებ ზუსტი ინფორმაციის ცოდნას. ე.ი. მწარმოებელმა აუცილებლად უნდა იცოდეს როგორი უნდა იყოს სპეცფეხსაცმლის ზომებისა და სისრულეების პროცენტული გადანაწილება, რათა უზრუნველყოს ისეთი ფეხსაცმლის წარმოება, რომელიც დააკმაყოფილებს ჯარისკაცთა უმეტეს ნაწილს და საუკეთესო შემთხვევაში ფეხსაცმლის ყველა ზომის განაწილება მოხდება ერთნაირად, რაც განაპირობებს საწარმოო ციკლის შემცირებას და წლის განმავლობაში ასეთი ციკლების რაოდენობის და შესაბამისად მოგების ზრდას. აღნიშნული პრობლემის გადაწყვეტისათვის ანთროპომეტრიული გაზომვები ტარდება მთელ მსოფლიოში.

ანთროპომეტრიული კვლევის რეგულარული და სწორი ჩატარებისათვის შეიძლება გამოიყოს ორი ეტაპი [119]. პირველი -

კვლევის ჩატარებასთან დაკავშირებული პრობლემების ერთობლიობის დამუშავება; მეორე - გამოკვლევის ჩატარება. პირველი ეტაპი აერთიანებს მთელ რიგ სამუშაოებს: კვლევის მიზნის დაზუსტება და დაკონკრეტება; არჩევის მოცულობის საფუძვლიანი განსაზღვრა; მარჯვენა და მარცხენა ტერფების ერთობლიობის მოცულობაში განსაზღვრის შესაძლებლობის გამოკვლევა; კვლევის მეთოდისა და გამზომი აპარატურის შერჩევა; სამუშაოს ჩასატარებლად მუშა ჯგუფის მომზადება; ამ ჯგუფის მიერ გამზომი მოწყობილობების მუშაობის პრინციპის ათვისება; დოკუმენტაციის მომზადება. მეორე ეტაპი მოიცავს შემუშავებული პრინციპების შესრულების თანმიმდევრობას, ადგილებზე კვლევის მიმდინარეობის ხელმძღვანელობას და მის კონტროლს.

იმ შემთხვევაში, როდესაც კვლევის საბოლოო მიზანია მაგალითად კალაპოტის კონსტრუქციული მოდელის სრულყოფა ან ფეხსაცმლის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის შკალის აგებისათვის მონაცემების მიღება, აუცილებელია ჩატარდეს ერთჯერადი კვლევა, ხოლო თუ საუბარია ტერფის ზრდა-განვითარების ტემპების მახასიათებელ ზუსტ მონაცემებზე, ასეთ შემთხვევაში საჭიროა ჩატარდეს უწყვეტი ან ნ/უწყვეტი კვლევა. ასეთი მეთოდები მოითხოვენ საკვლევი ობიექტის ასაკის ზუსტ ფიქსირებას, დაბადების თარიღიდან კვლევის თარიღამდე პერიოდის დასაშვები ზღვრის დაცვას.

ჩვენს წინაშე დასმული ამოცანის გადაწყვეტისათვის დამაკმაყოფილებელ შედეგს იძლევა ერთჯერადი კვლევა. კვლევის ეს მეთოდი ხშირად გამოიყენება ფეხსაცმლის მრეწველობასთან დაკავშირებული ოპტიმიზაციის საკითხების (კალაპოტების რაციონალური ფორმა, ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის სრულყოფა და სხვა) გადაწყვეტის დროს, რომელიც საშუალებას იძლევა დროის მოკლე პერიოდში შეგროვილი იქნას საჭირო მონაცემები ფეხსაცმლის კალაპოტების, ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის რაციონალურად

შემუშავებისათვის, ჯარისკაცებს შორის მათი მოხერხებულად და თანაბრად განაწილების გათვალისწინებით.

დღეისათვის ტერფების ანთროპომეტრიული გამოკვლევის სხვადასხვა მეთოდები არსებობს [94, 101, 105, 114, 115, 123, 133, 134]. ამ მეთოდებს გააჩნიათ მთელი რიგი ნაკლოვანებები. მაგალითად: ტერფის გაზომვები შესაბამისობაში არ მოდიოდნენ კალაპოტისა და ასორტიმენტის აგების მეთოდებთან; არ ხდებოდა ნიშან-თვისებათა განაწილების კანონზომიერებების და ტერფის ზომებს შორის კავშირის შესწავლა. ზუსტი მონაცემების მიღების მიზნით გამოიყენებოდა ტერფების გაზომვის დიდი რაოდენობა და სხვა.

ტერფების გაზომვის ყველაზე სრულყოფილი და მარტივი მეთოდი შემოგვთავაზა ცნობილმა რუსმა მეცნიერმა-პროფესორმა ი.პ. ზიბინმა და მ. ორლოვამ [59, 97]. ეს მეთოდი მოიცავს ორ პროგრამას: მოკლე (ტერფების მასიური გაზომვისათვის) და სრული (მასიური გაზომვების მონაცემებით შერჩეული ტიპური ტერფების ყოველმხრივ შესწავლისათვის). ორივე პროგრამა ითვალისწინება პლანტოგრაფიას, კონტუროგრაფიას და ტერფების ძირითადი ანთროპომეტრიული წერტილების მიხედვით ზომების აღებას სამ კოორდინატთა სისტემაში.

ტერფის გაზომვის მოკლე პროგრამით კვლევა მიმდინარეობს პლანტოგრაფის საშუალებით, ტერფის პლანტარული ნაწილის ანაბეჭდისა და გაბარიტის ვერტიკალური პროექციის დატანით და ძირითადი ზომითი ნიშნების გაზომვით. გაზომვის სრული პროგრამის დროს ყოველ შესასწავლ ტერფზე აღინიშნება 15 ძირითადი ანატომიური წერტილი. ამასთან სპეციალური ტერფზომის გამოყენებით ხდება სამი კოორდინატის სისტემაში აღნიშნული წერტილების შესაბამისი ძირითადი ზომითი ნიშნების გაზომვა. ამ წერტილების დატანა დაკავშირებულია ტერფის შესწავლასა და კალაპოტის აგების გრაფიკული მეთოდის სისტემასთან [60].

მოსკოვის ტრავმატოლოგიისა და ორთოპედიის ცენტრალური ინსტიტუტის შრომებში გ. კრამარენკოსა და ნ. კოლესნიკოვას მიერ [85] გამოქვეყნებულია მოსახლეობის ტერფების მასიური კვლევისა და გაზომვისათვის მეთოდური მითითებანი. ისინი დამუშავებულია ყოფილი საბჭოთა კავშირის ყველა გეოგრაფიული ზონის თავისებურებების გათვალისწინებით. ამასთან გაზომვის შემოთავაზებული მეთოდოლოგია არა მარტო ტერფების გაზომვის საშუალებას იძლევა, არამედ შესაძლებელია კვლევა ვაწარმოთ ექიმ-ორთოპედის დახმარებით, რაც რა თქმა უნდა ჩვენი მიზნისათვის ართულებს კვლევის მიმდინარეობას.

ტერფების გაზომვის მეთოდი შემუშავებულ იქნა აგრეთვე კიევის ორთოპედიის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში, რომელიც ტერფის განივი და გრძივი კვეთების ფორმის შესახებ მონაცემების აღების საშუალებას იძლევა - ტერფზე სინათლის სხივების დასხივების მეთოდით [124, 125]. მოცემულ კვეთაში ყველა სხივის სიდიდის გაზომვის შედეგად ხდება ტერფის საძიებელი კვეთის პროფილის აგება, მაგრამ კონტურის კვეთის ასაგებად საჭიროა კოეფიციენტების დიდი რაოდენობით განსაზღვრა, რაც თავის მხრივ ართულებს კვლევას.

მოსკოვის მსუბუქი მრეწველობის ტექნოლოგიის ინსტიტუტში (ეხლანდელი მოსკოვის დიზაინისა და ტექნოლოგიის სახელმწიფო უნივერსიტეტი) ტერფის კვლევისათვის შემუშავებული იქნა ფოტოგრაფიული გამოსახულების საშუალებით ტერფის კვეთების მიღების უკონტაქტო მეთოდი [116, 117].

დ. მედპერიანის მიერ [91] შემუშავებულია ტერფისა და ფეხსაცმლის ზომების თანაფარდობის ექსპერიმენტალური კვლევის მეთოდოლოგია „ტერფი-ფეხსაცმელი“ - სისტემაში. დადგენილია, რომ $L=L_1 + 5$ მმ (L - ტერფის სიგრძე, L_1 - კვალის სიგრძე) პარამეტრი არ დასტურდება ტერფისა და ფეხსაცმლის პრაქტიკული თანაფარდობით, რომ ტერფის კონათა ნაწილის დონე არ ემხვევა ფეხსაცმლის კონათა ნაწილის დონეს

და რამდენადმე წინ არის გადანაცვლებული. ემპირიული გზით განსაზღვრულია შეგრძნების ზღვრის სიდიდე და ფეხსაცმლის განუსაზღვრელობის ინტერვალი.

ა. პავლინის შრომაში [98] შესწავლილია ფეხსაცმლის ზომების უთანაბრობა. გამოვლენილია ტერფისა და ფეხსაცმლის ზომების შეფარდების ცვალებადი ხასიათი.

ანთროპომეტრიული მასალების დამუშავებისათვის იყენებენ მათემატიკური ანალიზის უფრო ზუსტ და გადრმავებულ მეთოდებს: კორელაციურ, რეგრესიულ, დისპერსიულ, დისკრიმინაციულს და ა.შ., რომლებიც შემუშავებულია ნ. პლოხიციკის [103, 104], ფ. რაკიციკის [107], ვ. ურბახის [109], ვ. ჩტეცოვის [122], ნ. ალიავდინის და ტ. ნოვორიადოვსკის [37] და სხვათა [50, 47, 48, 69] ნაშრომებში.

განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს მოსახლეობის ტერფის გაზომვის შესახებ დასავლეთის ქვეყნების მეცნიერთა შრომები.

ყოფილ ჩეხოსლოვაკიაში გამოყენებული ტერფის გაზომვის მეთოდები ითვალისწინებს ტერფის გაზომვას მართკუთხა კოორდინატთა სისტემაში, რომელიც შეესაბამება კალაპოტისა და ფეხსაცმლის აგების სისტემას.

გერმანელ მეცნიერთა ნაშრომებში განსაზღვრულია ტერფის განივი კვეთის ზომები მშვიდ მდგომარეობაში სიბრტყეზე დატვირთვის ქვეშ და ტერფის ქუსლის ნაწილის დეტალი ქუსლის საშუალებით აწეულ მდგომარეობაში [131].

უნგრეთში შექმნილია ფოტოტერფმზომი. რომელიც საშუალებას იძლევა ერთდროულად მივიღოთ ტერფის პლანტარული, შიგა და გარე მხარეების გაბარიტული კონტურები.

გერმანიაში შემუშავებულია ტერფების გაზომვის საინტერესო მეთოდი [131]. სპეციალურ ელექტრონულ მოწყობილობაზე სწარმოებს კონტურების თანმიმდევრული დამუშავების ორიგინალური მეთოდი.

ყველა ზემოთ აღნიშნული ფოტო და ელექტრონული მოწყობილობები ძალიან ძვირადღირებულია და მოუხერხებელია მასიური კვლევის პროცესში. ამიტომ მათი გამოყენება ჩვენს შემთხვევაში გაუმართლებელია.

თავის ნაშრომში [119] პოლონელი მეცნიერი ე. ხოლევა მიუთითებს, რომ კვლევისათვის გამოყენებული აპარატურა და მეთოდი დამოკიდებულია კვლევის მიზანზე. ფესსაცმლის ზომითი ასორტიმენტის განსაზღვრისათვის საკმარისა გაიზომოს ტერფის მხოლოდ ძირითადი ზომები. თუ კვლევის შედეგების მიხედვით უნდა აიგოს კალაპოტის კვალი, ამ შემთხვევაში საჭიროა განისაზღვროს ტერფის განივი და გრძივი ზომების დიდი რაოდენობა. თუ პირველ შემთხვევაში საკმარისია სახაზავი მცოცით და მზომი ლენტი, მეორე შემთხვევაში აუცილებელია მექანიკური ტერფმზომი და ფოტოტერფმზომის გამოყენება. მეცნიერი თავის ნაშრომში ვრცლად განიხილავს გამოყენებულ აპარატურას და გაზომვის მეთოდებს.

ჩვენს მიერ განხილული მასალებიდან ნათლად ჩანს, ტერფის ფორმისა და ზომის კვლევას მნიშვნელოვანი ყურადღება ეთმობა, მაგრამ მიუხედავად ჩატარებული კვლევების საკმაოდ დიდი რაოდენობისა, რაციონალური ფესსაცმლისა (განსაკუთრებით კვალის) და ზომასისრულითი ასორტიმენტის აგების საკითხი სრულყოფილად გადაწყვეტილი არ არის, აღნიშნული საკითხების გამოკვლევა განსაკუთრებით აქტუალურია საქართველოში, სადაც აღნიშნული მიმართულებით კვლევებს დიდი ხნის ისტორია არა აქვს. ამიტომ სამუშაოს შესრულებისათვის საქართველოს ჯარისკაცთა ტერფის ზომების შესწავლისა და მასზე დაფუძნებული სხვა დასმული ამოცანების გადაწყვეტისათვის ზემოთ განხილული კვლევის მეთოდებიდან კვლევის ერთჯერადი მეთოდი გამოიყენება. ტერფის ბიომექანიკური თვისებების გაუმჯობესებისა და რაციონალური ასორტიმენტის აგებისათვის საკმარისა პლანტოგრაფისა და ძირითადი

ზომების გაზომვის მეთოდის გამოყენება. ამ თვალსაზრისით ოპტიმალური იქნება ი. ზიბინისა და მ. ორლოვას [59] მიერ შემოთავაზებული კვლევის მოკლე პროგრამა. ეს მეთოდი სწრაფი და მარტივია. ხელმისაწვდომია და საკვლევი ობიექტის შესახებ მასალის შეკრების შესაძლებლობას იძლევა. მაგრამ ამ პროგრამაში ჩვენს მიერ შეტანილი იქნა ცვლილება. კერძოდ გაზომვები ჩატარდა როგორც მარჯვენა, ისე მარცხენა ტერფებზე.

3.2. ჯარისკაცთა მარჯვენა და მარცხენა ტერფების გამოკვლევა

ადამიანის მარჯვენა და მარცხენა ტერფების ზომების შედარებითი ანალიზის ჩატარება გამოწვეულია ორი გარემოებით: ჯერ ერთი, ოპტიმალური ზომა-სისრულით ასორტიმენტის აგებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ერთი და იგივე ადამიანის მარჯვენა და მარცხენა ტერფების ზომების შეფარდებას, რადგან მათ შორის საგრძნობი ასიმეტრიის შემთხვევაში სხვაობა გათვალისწინებული უნდა იქნეს ასორტიმენტის დაგეგმარების დროს. მეორე, თუ მათ შორის დამოკიდებულება საშუალებას მოგვცემს, რომ ისინი განვიხილოთ როგორც ერთი და იგივე ერთობლიობის სხვადასხვა ტერფი, მაშინ გასაზომ ადამიანთა რაოდენობა შეიძლება შევამციროთ ორჯერ, მათი ორივე ტერფების გაზომვით.

დღემდე ტერფების ანთროპომეტრიული გამოკვლევების მეთოდებში რეკომენდირებულია მხოლოდ მარჯვენა ტერფების გაზომვა. ამასთან არსებობს მოსაზრება, რომ მარჯვენა და მარცხენა ტერფებს შორის შეიმჩნევა ასიმეტრია. ასე მაგალითად, ტერფების ზომებისა და ფორმის შესწავლის დროს ი. პრიკლონსკი [105] და ი. იაკოვლევი [123] მივიდნენ დასკვნამდე, რომ მარჯვენა ტერფი 50% შემთხვევაში მეტია მარცხენაზე. ლინდაუს [133] მონაცემებით მარჯვენა და მარცხენა ტერფებს შორის სხვაობა მერყეობს 3 მმ-ის საზღვრებში.

ო. ნედრიგაილოვის [93] გამოკვლევებში მითითებულია, რომ ბიჭებისა და გოგოების 26,5 % მარცხენა ტერფის სიგრძე მეტი აქვს, ვიდრე მარჯვენასი. კ. ჩენცოვამ [120] დაადგინა, რომ 200 გამოკვლეული ქალიდან 65% ტერფები აქვს ასიმეტრიული, მათ შორის 41% მარცხენა ტერფი უფრო გრძელი აქვს, ვიდრე მარჯვენა. ლ. ცხარკმა და ი. დრგინოვამ [129] აღმოაჩინეს, რომ მარჯვენა ტერფი მოკლეა მარცხენაზე. ლ. დრობნამ [130] გვიჩვენა, რომ 3307 სლოვაკ ბავშვს მარჯვენა ტერფი ყოველთვის მოკლე და განიერი აქვს, ვიდრე მარცხენა. ვ. კრანსმა [86] დაადგინა, რომ ბიჭებისა და გოგოების ყოველ ასაკობრივ ჯგუფში მარჯვენა ტერფი უფრო გრძელია, ვიდრე მარცხენა, მაგრამ სხვაობა უმნიშვნელოა: ბიჭებისათვის 3-4 მმ-ის საზღვრებში; გოგოებში კი- 0,5-2 მმ. ორივე შემთხვევაში მარჯვენა ტერფი ასევე განიერია 2 მმ-ის საზღვრებში. ნ. კოლესნიკოვას [79] მონაცემებით, გამოკვლეულთა 60%-ს აღენიშნება ერთი და იგივე სიგრძის ტერფები (ფეხსაცმლის ერთი ზომის, ე.ი. 5 მმ-ის ფარგლებში), 20%-ს 6 მმ-დან 15 მმ-ის ფარგლებში მარჯვენა ტერფი აღმოაჩნდა უფრო გრძელი, ვიდრე მარჯვენა, 20 %-ს კი პირიქით, იგივე საზღვრებში მარცხენა ტერფი აღმოაჩნდა უფრო გრძელი, ვიდრე მარჯვენა.

ნაშრომებში [62, 70] ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე მკვლევარები მივიდნენ დასკვნამდე, რომ მარჯვენა და მარცხენა ტერფებს შორის სხვაობა ემორჩილება ნორმალური განაწილების კანონს. ერთნაირი ტერფების მქონე პირები ყველა შემთხვევაში იქნებიან უმრავლესობა და ისინი ახსიათებენ მოსახლეობის ამ ჯგუფის ტერფების სიგრძეების საშუალო მნიშვნელობას.

მონაცემებზე დაკვირვების [121] საფუძველზე შესაძლებელია დავეუშვათ, რომ საქართველოს მოსახლეობისათვის ტერფების ყველა ზომითი ნიშან-თვისებებისათვის სხვაობას $\Delta X = X_{\text{მარჯ}} - X_{\text{მარცხ}}$ აქვს ნორმალური განაწილების კანონის სახე.

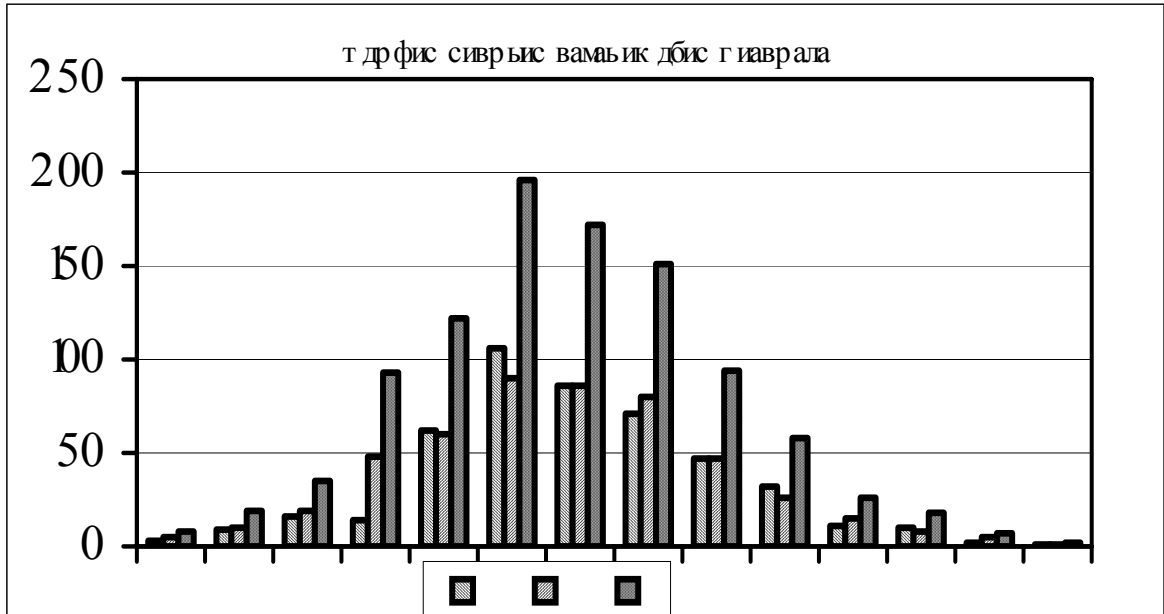
სამუშაო ჩავატარეთ 1998-99 წლებში, როდესაც გამოვიკვლიეთ ქართველ ჯარისკაცთა ტერფები [31]. გაზომილ იქნა 500 ჯარისკაცის მარჯვენა და მარცხენა ტერფები, ჩატარდა შედარებითი ანალიზი. ნ. სმირნოვის კრიტერიუმის χ^2 გამოყენებით დასკვნები აბსოლუტურად იგივე მივიღეთ, რითაც ერთხელ კიდევ დადასტურდა მარჯვენა და მარცხენა ტერფებს შორის არსებული კანონზომიერებები.

მიღებული მონაცემების სტატისტიკური მეთოდებით დამუშავების შედეგად განვსაზღვრეთ ძირითადი პარამეტრები, მათი განაწილების (ცხრილი 3.1.) ჰისტოგრამები მოცემულია სურ. 3.1.

ცხრილი 3.1.

ძირითადი სტატისტიკური პარამეტრები

ზომები	235	240	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300
რადიუსი მარ- ჯვენა	3	9	16	14	62	106	86	71	47	32	11	10	2	1
მარ- ცხენა	5	10	19	48	60	90	86	80	47	26	15	8	5	1
გაერ- თიანე- ბუკი	8	19	35	93	122	196	172	151	94	58	26	18	7	2

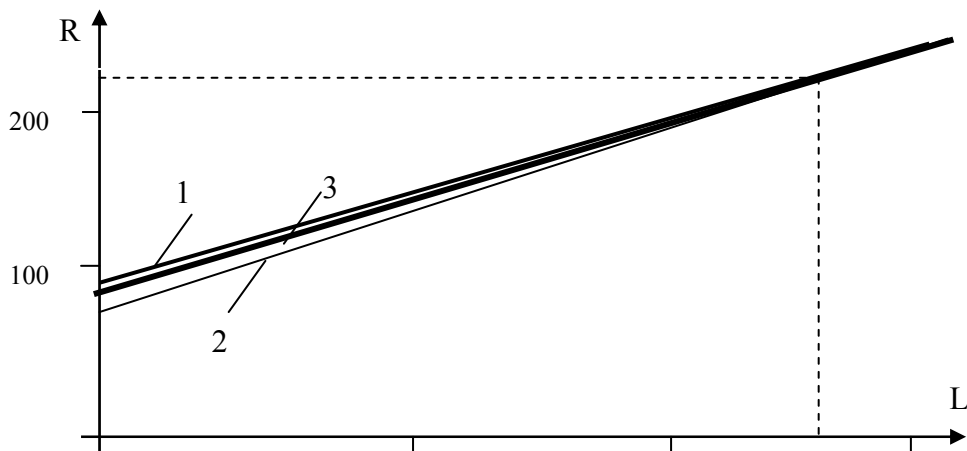


სურათი 3.1. განაწილების ჰისტოგრამები შესაბამისად: მარჯვენა, მარცხენა და გაერთიანებული.

ამასთან ღვადაღინეთ რეგრესიის განტოლება ორ ძირითად ზომით ნიშანს შორის, კერძოდ ტერფის სიგრძესა და გარე კონათა ნაწილში შემოხვევას შორის:

1. $R_{0,68/0,72D}=0,5 L+97$ მარჯვენა ტერფებისათვის;
2. $R_{0,68/0,72D}=0,65 L+73,5$ მარცხენა ტერფებისათვის;
3. $R_{0,68/0,72D}=0,60 L+86,5$ სრული ერთობლიობისათვის.

რეგრესიის განტოლებათა მიხედვით ავაგეთ წრფეები სამივე სიმრავლისათვის (სურ.3.2.).



სურათი 3.2. რეგრე 100 რფეები. 200 262 300

როგორც ნახაზიდან ჩანს, სრული ერთობლიობისათვის წრფე გადის მარჯვენა და მარცხენა რეგრესიის წრფეებს შორის და სამივე

წრფე იკვეთება ერთ წერტილში, რომლის კოორდინატაც შეესაბამება ტერფის სიგრძის და გარე კონათა ნაწილში შემოხვევის მათემატიკურ მოლოდინებს. რაც ერთხელ კიდევ თვალნათლივ გვიჩვენებს მარჯვენა და მარცხენა ტერფების ძირითადი ზომების ერთ გენერალურ ერთობლიობაში განხილვის სისწორეს.

ამგვარად ფესხსაცმლის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის აგების დროს არ უნდა გავითვალისწინოთ ის ასიმეტრია, რომელიც გვხვდება ცალკეულ პირებთან, რადგან ადამიანთა კოლექტივში მარჯვენა და მარცხენა ტერფის ზომები განუსაზღვრელობის ფარგლებში ერთნაირია.

3.3. ექსპერიმენტის მოცულობის გაანგარიშება

როგორც ცნობილია შერჩევითი მეთოდის გამოყენების დროს რა თქმა უნდა საჭირო არ არის გენერალური ერთობლიობის ყველა ინდივიდის გამოკვლევა, არამედ საჭიროა კვლევა ჩატარდეს განსაზღვრული რაოდენობის ადამიანთა ჯგუფისათვის ისე, რომ ეს შერჩევა მთლიანად ასახავდეს მთელ გენერალურ ერთობლიობას. ბუნებრივია, რაც მეტი იქნება შერჩეულთა რაოდენობა, მით უფრო კარგად დაახასიათებს ის გენერალურ ერთობლიობას, მაგრამ გაზომვის რაოდენობის უსასრულოდ გაზრდა შემდგომ სიზუსტეს საგრძნობლად არ ცვლის და კვლევის პროცესს არაფერს მატებს, შრომატევადობას კი საგრძნობლად ზრდის. გენერალური ერთობლიობისათვის შერჩევა იქნება წარმომადგენლობითი იმ შემთხვევაში, თუ იგი საკმარისად კარგად ასახავს გენერალური ერთობლიობის ტერფების საშუალო სტატისტიკური მახასიათებლებსა და ტიპოლოგიას.

განსაკუთრებული ყურადღება ამ თვალსაზრისით უნდა მიექცეს ისეთი ტერფების ცალკე ჯგუფად განხილვას, რომლებიც შრომის სპეციფიკურ პირობებში იმყოფებიან და რომელთაგან

გათვალსწინებულია სპეცდანიშნულების ფესხაცემელები (სამხედრო, საწარმოო და ა.შ.).

შერჩევის მოცულობის დადგენისათვის ჩვეულებრივ გამოდიან დასმული ამოცანიდან, მაგრამ როგორც ზემოთ ავნიშნეთ, ყოველთვის უნდა გვახსოვდეს, რომ ამ მოცულობის ზრდისაკენ მიდრეკილება არაფერს მოუტანს მკვლევარს, გარდა ზედმეტი შრომისა. ე.ი. შერჩეული უნდა იქნას ოპტიმალური მოცულობა. ყველაზე მარტივი მეთოდიკა ეყრდნობა ნორმალური განაწილების ძირითად პარამეტრებს (M-საშუალო არითმეტიკული, σ - საშუალო კვადრატული გადახრა), რომლებიც მიღებულია ანთროპომეტრიული კვლევის მონაცემებიდან.

საკითხის გადაჭრისათვის საჭიროა ვისარგებლოთ ფორმულით:

$$\Delta = t \sqrt{\frac{\sigma^2}{n} \left(t - \frac{n}{N} \right)} \quad 3.1.$$

სადაც: Δ - შერჩევის უზუსტობის ზომაა. ანთროპომეტრიაში ეს სიდიდე მასიური გაზომვებისათვის გაზომვის სიზუსტიდან გამომდინაე აიღება 1 მმ-ის ტოლი;

t- შეცდომათა რიცხვის მაჩვენებელია, აიღება 2 ან 3-ის ტოლი. ალბათობის საჭირო დონიდან (P=0,95 ან P=0,99);

σ - საშუალო კვადრატული გადახრაა;

n- შერჩევის საჭირო მოცულობაა;

N- გენერალური ერთობლიობის რიცხობრიობა.

შესაბამისი გარდაქმნების შედეგად ფორმულა 3.1. მიიღებს სახეს:

$$n = \frac{t^2 \sigma^2 N}{\Delta^2 N + t^2 \sigma^2} \quad 3.2.$$

ამ ფორმულის უპირატესობა მდგომარეობს შემდეგში, მასში გათალსწინებულია მოცემული ჯგუფის რიცხობრიობა. საჭირო შერჩევის მოცულობის დადგენის გასაადვილებლად შედგენილია სპეციალური ცხრილი, რომლის დახმარებითაც (საკმარისია ვიცოდეთ

მხოლოდ საშუალო კვადრატული გადახრა, ჯგუფის რიცხოვნობა და მოცემული იქნეს სასურველი ალბათობა $P=0,95$ ან $P=0,99$) დგინდება n ანგარიშის გარეშე.

ვიანგარიშით ქართველ ჯარისკაცთა შერჩევის რაოდენობა, თუ $\sigma=12$ მმ, $P=0,99$, $N\approx 68000$.

$$n = \frac{2^2 * 12^2 * 680000}{680000 + 576} = 575,5$$

$$n=576 \text{ ტერფი}$$

N-გენერალური ერთობლიობის რიცხვითობაა, ანუ 18-25 წლის მამაკაცთა რიცხვია საქართველოში, აღებული 1997 წელს ჩატარებული მოსახლეობის აღრიცხვის მონაცემებიდან.

ფაქტიურად ჩვენს ნაშრომში შერჩევის რაოდენობა ნებისმიერი ასაკობრივი ჯგუფისათვის აღებულია გაცილებით მეტი (1000 ტერფი).

3.4. ჯარისკაცთა ტერფის გაზომვისათვის გამოყენებული მეთოდი

სამხედრო მოსამსახურეთა ტერფები გამოკვლეულ იქნა დასავლეთ საქართველოს სხვადასხვა სამხედრო ნაწილებში 1999 წელს, სადაც მსახურობნენ როგორც დასავლეთ, ასევე აღმოსავლეთ საქართველოს თითქმის ყველა რაიონის 18-25 წლის ახალგაზდები.

გაზომვის შედეგების რეგისტრაცია ხდებოდა ბლანკზე, რომლის ნიმუში ნაჩვენებია ცხრილის სახით (დანართი 3.1.).

კვლევების ზუსტი და უშეცდომო ჩატარების მიზნით დამხმარე პერსონალს წინასწარ ჩაუტარდა ინსტრუქტაჟი ჩასატარებელი სამუშაოს მეთოდის შესახებ. ისინი გაეცნენ სამუშაოს მიზანს, კვლევის ობიექტებს, საჭირო მოწყობილობებს, გაზომვის წესს და თანმიმდევრობას.

გაზომვების ორგანიზებაში დაგვეხმარა ქუთაისის ნ.ი. მუსხელიშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის «დიზაინის,

კონსტრუირებისა და ტექნოლოგიის» კათედრა. ჩატარდა სამხედრო მოსამსახურეთა ტერფების გამოკვლევა შერჩეული მეთოდის შესაბამისად. გაზომვის წინ ტერფებს ვათვალისწინებდით გარეგნულად და ის ტერფები, რომლებზეც შეიმჩნეოდა მკვეთრი პათოლოგიური გადახრები, გაზომვას არ ექვემდებარებოდა.

გაზომვები სწარმოებდა როგორც მაჯვენა, ისე მარცხენა ტერფზე, ფეხზე მდგარ მდგომარეობაში, ორივე ტერფზე თანაბარი დაყრდნობით და მათ შორის 20 სმ-ის დაცილებით. ტერფის გაბარიტული პროექციის და ანაბეჭდის მისაღებად გამოყენებულ იქნა პლანტოგრაფი, ხოლო შემოხვევითი ზომების დასადგენად გამოყენებული იქნა მილიმეტრული დანაყოფებიანი დრეკადი მზომი ლენტი, სიგანით 6 მმ, ე.წ. „შტიხმასი“.

გასაზომი ნიშან-თვისებების რაოდენობა დამოკიდებულია სამუშაოს საბოლოო მიზანზე, რადგან ამ სამუშაოს საბოლოო მიზანი რაციონალური ზომა-სისრულთი ასორტიმენტის ახალი შკალის აგება იყო, საკმარისი იქნებოდა მხოლოდ ტერფის სიგრძისა და გარე კონათა ნაწილში შემოხვევის სიდიდის დადგენა, მაგრამ გარდა აღნიშნულისა, ტერფის პლანტარული ნაწილის შესატყვისი სპეცფეხსაცმლის დაბაშის დაგეგმარების დასაბუთების მიზნით, საჭიროდ იქნა მიჩნეული სხვა ძირითადი ნიშან-თვისებების გაზომვაც და მონაცემების სტატისტიკური დამუშავება, რისთვისაც ტერფზე ცნობილი წესის მიხედვით წინასწარ მონიშნებოდა ძირითადი ანატომიური წერტილები, რომლის მდებარეობის გათვალისწინება აუცილებელია გაზომვის შედეგების სიზუსტის უზრუნველსაყოფად.

დადგენილი იქნა ორივე ტერფისათვის შემდეგი ძირითადი

ანთროპომეტრიული ნიშან-თვისებები:

1. ტერფის სიგრძე - L;
2. შემოხვევა შიგა კონათა ნაწილში - R_შ;
3. შემოხვევა გარე კონათა ნაწილში - R_გ;

4. შემოხვევა ტერფის შუა ნაწილში - $R_{\text{შუა}}$;
5. ირიბი შემოხვევა - $R_{\text{ირ}}$;
6. სიგანე შიგა კონათა ნაწილში - $W_{\text{შ}}$;
7. სიგანე გარე კონათა ნაწილში - $W_{\text{გ}}$;
8. სიგანე ქესლის ნაწილში - $W_{\text{ქ}}$.

რაოდენობრივი მაჩვენებლები ნაჩვენებია ცხრილში: 3.2.

ცხრილი 3.2.

ანთროპომეტრიული მონაცემების რაოდენობა საქართველოს სამხედრო მოსამსახურეთათვის

ასაკი (წელი)	გაზომვის მოცულობა n
18-25	1000

მოცემული ცხრილისა და ბლანკების მინაცემების მიხედვით, ჩატარდა ძირითადი პარამეტრების სტატისტიკური ანალიზი.

3.5. ჯარისკაცთა ტერფის ძირითადი პარამეტრების დადგენა

მიღებული მონაცემების დამუშავებისათვის გამოყენებული იქნა მათემატიკური სტატისტიკისა და ალბათობის თეორიის მეთოდები: კორელაციური, რეგრესიული, დისპერსიული, დისკრიმინაციული და სხვა [37, 47, 48, 50, 69, 103, 104, 107, 109, 122]. ლიტერატურული მასალის ანალიზის საფუძველზე განვსაზღვრულ იქნა ის ძირითადი მახასიათებლები, რომლებიც აუცილებელია ჩვენს მიერ დასახული ამოცანის გადაწყვეტისათვის. ვისარგებლეთ აგრეთვე საიმედოობის თეორიით [50].

როგორც ცნობილია, ანთროპომეტრიული ზომები წარმოადგენენ უწყვეტ შემთხვევით სიდიდეებს, ამიტომ ტერფის ზომების განაწილების გენერალური ერთობლიობის დახასიათებისათვის შევირჩიეთ:

1. მათემატიკური მოლოდინი, ცდის ცდომილებასთან ერთად $-M_X$ და M_Y ;
2. დისპერსია და საშუალო კვადრატული გადახრა - σ_X და σ_Y ;
3. ვარიაციის კოეფიციენტი - V_X და V_Y ;
4. გენერალურ ერთობლიობაში საკვლევი ნიშან-თვისების განაწილების კანონი - χ^2 ;
5. ალბათობა.

ექსპერიმენტალური მონაცემების დამუშავება საკმაოდ შრომატევადი პროცესია, განსაკუთრებით ნორმალური განაწილების კანონის დადგენა. ამიტომ გამოვიყენეთ თანამედროვე პერსონალური კომპიუტერი რომლის გამოყენებითაც პრაქტიკულად გამოირიცხა გაანგარიშების დროს რაიმე შეცდომები და რა თქმა უნდა დაჩქარდა მონაცემების დამუშავება.

შემუშავდა პროგრამა ჯარისკაცთა ტერფების ნორმალური განაწილების კანონის ჰიპოთეზის შესამოწმებლად. კანონის დასადგენად ალგორითმი შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:

1. დავუშვებთ ჰიპოთეზას, რომ გამოსაკვლევი ნიშან-თვისება გენერალურ ერთობლიობაში ემორჩილება ნორმალური განაწილების კანონს და ვწერთ მისი სიმკვრივის განაწილების ანალიტიკუ გამოსახულებას $f(x)$. თუ ეს ნორმალური კანონია, მაშინ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{\pi}} \lambda^{-\frac{(x-a_x)^2}{2\sigma^2}} \quad 3.3.$$

ხოლო განაწილების ფუნქციას ექნება სახე:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{\pi}} \int_a^x \lambda^{-\frac{(x-a_x)^2}{2\sigma^2}} \quad 3.4.$$

ნორმალური კანონი x მოცემული ნიშან-თვისებისათვის
 ორპარამეტრიანია. მის პარამეტრებად ითვლება $a = M(x)$ და $\sigma = \sigma(x)$;

2. ვარიაციული რიგებით განვსაზღვრავთ პარამეტრების მნიშვნელობას. ამით ჩვენ ნორმალური განაწილების კანონების ოჯახიდან შევირჩევთ იმ კონკრეტულ კანონს, რომელიც ყველაზე უფრო უახლოვდება ჩვენი ნიშან-თვისების განაწილებას, რაც შეიძლება გამოვთვალოთ ცნობილი ფორმულებით;

3. ვარიაციულ ინტერვალებში ვპოულობთ თეორიულ სიხშირებს ფორმულით:

$$n_{\text{იზდრ}} = \left[\int_{x_i'}^{x_i''} f(x) dx \right] N \quad 3.5.$$

სადაც x_i' ქვედა, x_i'' ზედა ზღვარია ინტერვალისათვის.

ნორმალური კანონის შემთხვევაში ფორმულა 3.5. მიიღებს სახეს:

$$n_{\text{იზდრ}} = \left[\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{x_i'}^{x_i''} \lambda \frac{(x-a_x)^2}{2\sigma^2} dx \right] \quad 3.6.$$

ფორმულაში ინტეგრალი ანალიტიკურად ვერ იხსნება, იგი შეიძლება ამოიხსნას სიმპსონის, ტრაპეციის და სხვა ფორმულების მიხედვით. ამ ფორმულას ჩვენ ვცვლით მიახლოებითი ფორმულით:

$$n_{\text{იზდრ}} = \left[\Delta x \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \lambda \frac{(x-a_x)^2}{2\sigma^2} \right] N \quad 3.7.$$

სადაც Δx ინტერვალის სიგრძეა. ეს ფორმულა საკმაოდ მისაღებია ჩვენი ამოცანისათვის (შემოწმებულია ექსპერიმენტალურად).

4. იმის შემდეგ, რაც დავადგენთ თეორიულ სიხშირებს, გამოწმებით, შეესაბამება თუ არა დაშვებული კანონი ექსპერიმენტალურ მონაცემებს. შემოწმებას ვაწარმოებთ χ^2 კრიტერიუმის საშუალებით:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_{\text{იზდრ}} - n_{\text{ორახტი}})^2}{n_{\text{იზდრ}}} \quad 3.8.$$

ის ინტერვალები, რომლებშიც სიხშირე 7,5-ზე ნაკლებია, უნდა გაერთიანდეს მეზობელ სიხშირესთან;

5. განვსაზღვრავთ K-ს თავისუფლების ხარისხს, როცა ორპარამეტრიან კანონში რიგების რაოდენობა მცირდება 3 ერთეულით.

χ^2 -ის და K-ს მნიშვნელობით ცხრილში [77] ვპოულობთ $P(\chi^2 < \chi^2_0)$, თუ $P > 0,01$, მაშინ ჰიპოთეზას ვთვლით ჭეშმარიტად [80]; თუ $P < 0,01$ -ზე, მაშინ ჰიპოთეზას ვუარყოფთ და წარმოვადგენთ ახალს

მიღებული შედეგებით დადგინდა, რომ ტერფის ყველა ზომა ნაწილდება ნორმალური კანონის მიხედვით.

ჩატარებული ანალიზი საფუძველს იძლევა დავასკვნათ: ანთროპომეტრიული ნიშან-თვისებების განაწილების პრაქტიკული მიზნისათვის საკმაოდ დიდი სიზუსტით გამოისახება ნორმალური განაწილების ფორმულით და არ მოითხოვს გართულებას ასიმეტრიისა და ექსცესის გაანგარიშების თვალსაზრისით. სტატისტიკური დამუშავება გაკეთდა კომპიუტერზე, პროგრამა (იხ. დანართი 3.2.).

1. მათემატიკური ლოდინი - M გამოითვლება ფორმულით:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (\text{მმ}) \quad (3.9)$$

სადაც $\sum_{i=1}^n X_i$ - არჩევის მოცულობა, ანუ გაზომვის მონაცემთა რაოდენობაა;

X_i - შესასწავლი ნიშან-თვისებების ცალკეული მნიშვნელობაა.

2. არჩეულ განაწილებაში ზომების გაბნევის მახასიათებლად შემოდებულია სიდიეები:

ა) საშუალო კვადრატული გადახრა- σ :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - M)^2}{n}} \quad (\text{მმ}) \quad 3.10.$$

ბ) დისპერსია-D, რომელიც იანგარიშება ფორმულით:

$$D = \sigma^2 = \frac{1}{n} \sum (X_i - M)^2 \quad (\text{მმ}) \quad 3.11.$$

3. ზომითი ნიშან-თვისებების ვარიაციის კოეფიციენტი წარმოადგენს მოცემული ნიშან-თვისებების ცვლილების კოეფიციენტს σ -ს საშუალო კვადრატული გადახრის M-მათემატიკურ მოლოდინთან დამოკიდებულებაში, გამოხატული პროცენტებში:

$$V = \frac{\sigma}{M} 100\% \quad (\%) \quad 3.12.$$

4. იმისათვის, რომ ამა თუ იმ შერჩევის მონაცემების მიხედვით მსჯელობა მოხდეს მთელ გენერალურ ერთობლიობაზე, ძირითადი პარამეტრების ანგარიშში შეტანილ უნდა იქნას შესწორებები, რომელთაც სტატისტიკაში პარამეტრების შეცდომა (ცდომილება) ეწოდება. ისინი გამოითვლება ფორმულით:

4.1. საშუალო არითმეტიკულის (არჩევის საშუალოს)

ცდომილება:

$$m_M = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (\text{მმ}) \quad 3.13.$$

4.2. საშუალო კვადრატული გადახრის სარწმუნო ინტერვალი:

$$m_\sigma = \frac{\sigma}{\sqrt{2n}} \quad (\text{მმ}) \quad 3.14.$$

4.3. ვარიაციის კოეფიციენტის ცდომილება:

$$m_V = \frac{V}{\sqrt{2n}} \quad (\text{მმ}) \quad 3.15.$$

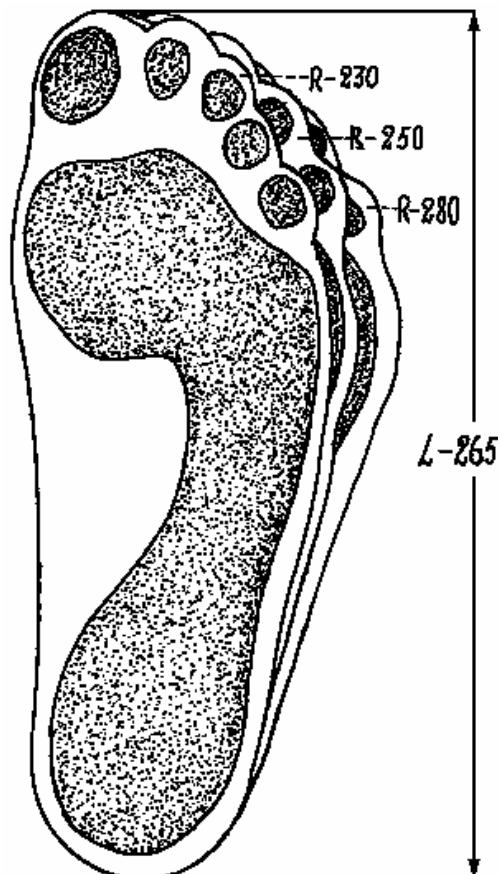
5. რამდენადაც მეტია $\frac{M}{m}$ განაყოფი, იმდენად საიმედოა შედეგი, თუ განაყოფის მნიშვნელობა $3m$ -ზე ნაკლებია, მაშინ ცდის შედეგი შეიძლება ჩაითვალოს არასაკმარისად. ამ წესს “სამი სიგმას” წესი ეწოდება. ფარდობითი სიზუსტის მნიშვნელობა გამოითვლება შემდეგი გამოსახულებით:

$$P = \frac{m}{M} 100\% \quad (\%) \quad 3.16.$$

პრაქტიკულად მიღებულია ჩაითვალოს, რომ საკმარისი საიმედოობა უზრუნველყოფილია, თუ m/M არ შეადგენს M -ის 5%-ზე მეტს. ექსპერიმენტის შედეგები ამ პირობას აკმაყოფილებს. ამდენად ისინი საიმედოა

3.6. ზომით ნიშანთვისებებს შორის კორელაციური და რეგრესიული დამოკიდებულების ანალიზი

ცნობილია, რომ ადამიანებს ერთი და იგივე ტერფის სიგრძით, სხვა ყველა ზომები შეიძლება განსხვავებული ჰქონდეთ [57, 83, 123] (სურათი 3.3.), მაგრამ ამ ნიშან-თვისებებს შორის ყოველთვის არსებობს გარკვეული კავშირი.



სურათი 3.3. ტერფის განივი ზომების ცვლილება ერთი სიგრძის შემთხვევაში.

ანთროპომეტრიულ ნიშან-თვისებებს შორის კორელაციური კავშირის არსებობა გამოწვეულია იმით, რომ ადამიანის ორგანიზმზე ზრდა-განვითარების დროს გავლენას ახდენს მრავალი ფაქტორი, რომლებიც სხვადასხვაგვარად მოქმედებს სხვადასხვა ნიშან-თვისების განვითარებაზე და მათ ერთმანეთთან კავშირზე. როგორც აღინიშნა, კორელაციური კავშირი არ გულისხმობს ზუსტ კავშირს ერთი ნიშან-თვისებისა მეორესთან, ამიტომ მას შეიძლება ჰქონდეს განსხვავებული ხარისხი.

კორელაციის კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით:

$$r_{yx} = \pm \frac{\sum (X - M_x)(Y - M_y)}{n\sigma_x\sigma_y} \quad 3.17.$$

სტატისტიკური ცდომილება კორელაციის კოეფიციენტისათვის:

$$m_{(r_{xy})} = \pm \frac{1 - r_{yx}^2}{\sqrt{n}} \quad 3.18.$$

კორელაციის r -ის მნიშვნელობა მერყეობს -1 -დან $+1$ -მდე (უარყოფითი მნიშვნელობის შემთხვევაში კავშირი უარყოფითია, ე.ი. ერთ-ერთის ზრდა იწვევს მეორეს შემცირებას და პირიქით). $r=1$ -ის შემთხვევაში მოსალოდნელია ყველაზე მჭიდრო, ანუ ფუნქციონალური დამოკიდებულება (რაც ტერფის ნიშან-თვისებებს შორის პრაქტიკულად არ გვხვდება). $r=0$ მიგვანიშნებს, რომ კავშირი არ არსებობს.

სიდიდე, რომლის მიხედვით იცვლება მეორე ნიშან-თვისების რიცხვითი მნიშვნელობა პირველის გარკვეული სიდიდით ცვლილების დროს, ეწოდება რეგრესიის კოეფიციენტი- R , რომელიც თავის მხრივ წარმოადგენს წრფის OX დერძის მიმართ დახრის კუთხის ტანგენსს:

$$R_{y/x} = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} r_{yx} \quad R_{x/y} = \frac{\sigma_x}{\sigma_y} r_{yx} \quad \text{პირდაპირი და შებრუნებული}$$

რეგრესია 3.19.

სამუშაოს მიზნიდან გამომდინარე კორელაციისა და რეგრესიის კოეფიციენტების ანგარიში ჩატარდა ტერფის მხოლოდ ძირითად

(წამყვან) ნიშან-თვისებებს შორის, რომლებიც მოცემულია ცხრილების სახით. ცხრილებიდან ჩანს, რომ ეს კავშირები დამაკმაყოფილებელია, კერძოდ: განისაზღვრა კავშირი ტერფის სიგრძისა-გარე კონათა ნაწილში შემოხვევასა და სიგანეს შორის, ასევე კავშირი გარე კონათა ნაწილში სიგანისა - ტერფის სიგრძესთან; გარე კონათა ნაწილში შემოხვევასთან; ირიბ შემოხვევასთან; შიგა კონათა ნაწილის და ქუსლის ნაწილის სიგანესთან. (მანქანური პროგრამა იხ. დანართი 3.3.).

აღნიშნული პარამეტრების მნიშვნელობები ტერფის ძირითადი ნიშან-თვისებებისათვის მოყვანილია ცხრილში 3.3.

კალაპოტის პროექტირების, დეტალების სერიული გრადირების, ლანჩისა და ნამზადის დეტალების აგებისა და სხვა კონსტრუქციული ტიპის სამუშაოს შესასრულებლად აუცილებელია ვიცოდეთ, როგორ რიცხობრივ კავშირში იმყოფებიან ერთმანეთთან ტერფის ძირითადი (გრძივი განივთან) ანთროპომეტრიული ნიშან-თვისებები.

სწორედ ამ მიზნით განისაზღვრება რეგრესიის კოეფიციენტი, რომელიც გაიანგარიშება ძირითად ნიშან-თვისებებს შორის კორელაციური კავშირის არსებობის შემთხვევაში და იგება მისი განტოლება, რომელსაც აქვს წრფის განტოლების სახე:

$$Y = aX + b \quad 3.20.$$

ერთი ნიშან-თვისების კავშირი მეორესთან ერთობლიობაში გამოისახება რეგრესიის განტოლებით. მაგალითად წინა ტერფ-ფალანგთა ნაწილში (კონათა ნაწილში) შემოხვევა ($R_{0.68/0.72L}$) სწორხაზობრივ დამოკიდებულებაში იმყოფება ტერფის სიგრძესთან. წრფე, რომელიც ასახავს დამოკიდებულებას ორ ნიშან-თვისებას შორის, მათ შორის ნორმალური კორელაციური დამოკიდებულების პირობებში, ეწოდება საშუალო კვადრატული რეგრესია, რომელიც გამოისახება ფორმულით [43]

$$\frac{Y - M_Y}{\sigma_Y} = r_{YX} \frac{X - M_X}{\sigma_X} \quad 3.21.$$

საიდანაც:

$$Y = M_Y + r_{YX} \frac{\sigma_Y}{\sigma_X} (X - M_X) = R_{y/x} \cdot X - R_{y/x} \cdot M_x + M_y \quad 3.22.$$

განვიხილოთ ქართველ ჯარისკაცთა ტერფების ზომების სტატისტიკური ანალიზის შედეგები. როგორც აღვნიშნეთ, სულ გაზომილი იქნა 500 ჯარისკაცის მარჯვენა და მარცხენა ტერფები, ანუ სულ 1000 ტერფი, რაც საკმაოდ აჭარბებს მოთხოვნით გათვალისწინებულ რაოდენობას და ე.ი. იზრდება სიზუსტის ხარისხი (გაზომვის შედეგები მოცემულია დანართში 3.4.).

ვარიაციულ რიგებში სიგრძის ინტერვალის სიდიდედ შევირჩიეთ 5 მმ, შემოხვევებისა და წვივის სიმაღლისათვის - 10 მმ, სიგანისათვის - 3 მმ. ვარიაციული რიგები ავაგეთ მხოლოდ ძირითადი ზომითი ნიშნების მიხედვით.

გავიანგარიშეთ ძირითადი სტატისტიკური პარამეტრები და მახასიათებლები. მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილში 3.3.

ცხრილი 3.3.

ქართველ ჯარისკაცთა ტერფების გაზომვის შედეგების სტატისტიკური მახასიათებლები

სტატისტიკური პარამეტრი	ტერფი	ზომითი ნიშან-თვისება									
		ტერფის სიგრძე	შემოსვენის სიგრძე	კონათა ნაწილის სიგრძე	შემოსვენის კონათა ნაწილის სიგრძე	შემოსვენის ფის სიგრძე	წილის სიგრძე	წილის სიგრძე	სიგრძე	სიგრძე	სიგრძე
მათემატიკური მართობი	მარჯვენა	262,12	237,14	243,41	252,19	337,40	99,57	99,36	70,08	352,39	346,25
	მარცხენა	262,1	236,9	242,9	251,71	337,4	98,29	97,46	69,33	352,4	346,3
	გაერთიან.	262,1	237,2	243,2	251,9	337,4	98,93	98,41	69,71	352,3	346,3
კვადრატ. გადახრა	მარჯვენა	11,14	11,10	10,94	11,82	15,05	5,00	5,21	4,65	21,75	17,00
	მარცხენა	11,46	12,46	11,1	11,41	14,86	5,05	5,11	4,60	21,75	17,00
	გაერთიან.	11,3	12,45	11,12	11,73	15,08	5,07	5,28	4,67	21,9	16,99
დისპერსია	მარჯვენა	124,12	123,2	119,66	139,63	226,4	25,02	27,12	21,62	472,9	289,11
	მარცხენა	131,3	155,3	124,3	130,11	220,8	25,55	26,15	21,12	472,9	289,11
	გაერთიან.	129,6	155,11	123,71	137,7	227,3	25,67	27,91	21,84	480,3	288,8
კოეფიციენტი	მარჯვენა	4,25	4,68	4,49	4,69	4,46	5,02	5,24	6,63	6,17	4,91
	მარცხენა	4,37	5,26	4,59	4,53	4,40	5,14	5,25	6,63	6,17	4,91

	გაერთიან.	4,34	5,25	4,57	4,66	4,47	5,12	5,37	6,70	6,22	4,91
მოლოდ. შეცდობა	მარჯვენა	0,50	0,50	0,49	0,53	0,67	0,22	0,23	0,21	0,97	0,76
	მარცხენა	0,51	0,56	0,5	0,51	0,66	0,23	0,23	0,21	0,97	0,76
	გაერთიან.	0,3	0,39	0,35	0,37	0,48	0,16	0,17	0,15	0,6	0,54
ფარდ. სიზუსტე	მარჯვენა	0,19	0,21	0,20	0,21	0,20	0,22	0,23	0,30	0,28	0,22
	მარცხენა	0,20	0,24	0,21	0,20	0,20	0,23	0,23	0,30	0,28	0,22
	გაერთიან.	0,14	0,17	0,14	0,15	0,14	0,16	0,17	0,21	0,20	0,16
სარწმუნო ინტერვ.	მარჯვენა	0,35	0,35	0,35	0,37	0,48	0,16	0,16	0,15	0,69	0,54
	მარცხენა	0,36	0,39	0,3	0,36	0,47	0,16	0,16	0,15	0,69	0,54
	გაერთიან.	0,2	0,28	0,25	0,26	0,34	0,11	0,12	0,10	0,4	0,38

განვსაზღვრეთ ძირითად ზომით ნიშან-თვისებებს შორის არსებული კორელაციური კავშირები (ცხრილი 3.4.).

ცხრილი 3.4.

ძირითად ნიშან-თვისებებს შორის რეგრესიის კოეფიციენტები

სტატისტიკური პარამეტრი	ზომითი ნიშან-თვისება										
	ტერფის სიგრძე	შემოხვევა შიგა კონათა ნაწილში	შემოხვევა გარე კონათა ნაწილში	ტერფის შუა ნაწილში	ირიბი შემოხვევა	სიგანე შიგა კონათა ნაწილში	სიგანე გარე კონათა ნაწილში	სიგანე შიგა კონათა ნაწილში	სიგანე გარე კონათა ნაწილში	შეფარვა	სიზუსტე
ტერფის სიგრძე	1,00	0,44	0,50	0,52	0,66	0,44	0,47	0,43	0,38	0,49	
შემოხვევა შიგა კონათა ნაწილში	0,44	1,00	0,81	0,73	0,62	0,65	0,60	0,38	0,47	0,27	
შემოხვევა გარე კონათა ნაწილში	0,50	0,82	1,00	0,86	0,69	0,70	0,70	0,46	0,53	0,32	
შემოხვევა ტერფის შუა ნაწილში	0,52	0,73	0,86	1,00	0,71	0,65	0,65	0,49	0,57	0,31	
ირიბი შემოხვევა	0,66	0,62	0,70	0,71	1,00	0,52	0,52	0,46	0,52	0,46	
სიგანე შიგა კონათა ნაწილში	0,44	0,65	0,70	0,65	0,52	1,00	0,88	0,52	0,46	0,28	
სიგანე გარე კონათა ნაწილში	0,47	0,60	0,70	0,65	0,52	0,88	1,00	0,56	0,48	0,29	

სიგანე ქუსლის ნაწილში	0,43	0,38	0,46	0,49	0,46	0,52	0,56	1,00	0,35	0,31
შემოხვევა წვი- ვის ნაწილში	0,38	0,47	0,53	0,57	0,52	0,46	0,48	0,35	1,00	0,19
წვივის სიმაღლე	0,49	0,27	0,32	0,31	0,46	0,28	0,29	0,31	0,19	1,00

დადგინდა რეგრესიის განტოლება ორ ძირითად ნიშან-თვისებას შორის, კერძოდ ტერფის სიგრძესა და კონათა ნაწილში ტერფის შემოხვევას შორის:

$$R_{0,68L}=0,6L+86,5$$

გაზომვებისა და სტატისტიკური დამუშავების საფუძველზე მიღებული იქნა საკმაოდ სრული ანთროპომეტრიული მასალა. საქართველოს ჯარისკაცების რაციონალური ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის გაანგარიშების ამოცანის გადაწყვეტისათვის აუცილებელი იყო მათი ტერფების ანთროპომეტრიული თავისებურებების გამოვლინება რუსი მოსახლეობის შესაბამის მონაცემებთან შედარების გზით, რადგან საქართველოში დღეს მოქმედი ასორტიმენტული შკალები, კალაპოტები, სტანდარტები და ა.შ. რუსული წარმოშობისაა და როგორც პრაქტიკა გვიჩვენებს გარკვეულ შეუთავსებლობას იწვევს.

ამდენად ამ ორი მოსახლეობის ტერფების შედარებითი ანალიზის ჩატარება აუცილებელია ქართველი ჯარისკაცების რაციონალური ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის შემუშავებისათვის.

3.7. ანთროპომეტრიული მონაცემების ორი სხვადასხვა ჯგუფის შედარებითი ანალიზი

ჩვენ ვერ მოვიპოვეთ რუს ჯარისკაცთა ტერფების ანთროპომეტრიული მონაცემები ამიტომ ჯგუფების შედარებითი ანალიზი ჩავატარეთ მოზრდილი მამაკაცების ჯგუფებისთვის.

საქართველოში მოქმედი საფეხსაცმელე კალაპოტების (სტანდარტი 3927-88) და ზომითი შკალების აგების საფუძველი თავის დროზე იყო ძირითადად რუსი მოსახლეობის ტერფის ზომები. ამიტომ რუსი მოსახლეობის და სხვა (ყოფილი საბჭოთა კავშირის) ერების ტერფის ძირითადი ზომების შედარებითი ანალიზი მეტად მნიშვნელოვანია ახალი, რაციონალური ზომა-სისრულითი ასორტიმეტების შემუშავებისათვის და ასეთი სამუშაოები ახლად შექმნილ ყველა დამოუკიდებელ ქვეყნებში მიმდინარეობს.

ტერფების ანთროპომეტრიული მონაცემების შედარებითი ანალიზი განხილულია ვ. ბუნაკის [45], ი. ზიბინის [56], ხ. ლიოკუმოვიჩის [87] და ო. ფარნიევას [110] შრომებში.

ვ. ბუნაკი აწარმოებდა ბავშვების ტერფების ზომითი ნიშან-თვისებების შედარებას მოზარდთა ჯგუფების ძირითადი სტატისტიკური მახასიათებლების (საშუალო არითმეტიკული, საშუალო კვადრატული გადახრა და კორელაციის კოეფიციენტი) მიხედვით. მათი გაერთიანების შესაძლებლობის მიზნით. თუ ამ პარამეტრების სხვაობა სჭარბობდა სამმაგი ცდომილების სიდიდის $3\sqrt{m_1^2 + m_2^2}$, მაშინ ჯგუფებს შორის სხვაობა ითვლებოდა იმდენად საგრძნობლად, რომ მათი ერთ ჯგუფში გაერთიანება დაუშვებელი იყო. შედარების ასეთივე მეთოდი გამოიყენებოდა ი. ზიბინის [56] შრომებში.

ხ. ლიოკუმოვიჩი [87] აწარმოებდა ქალის ტერფების ანთროპომეტრიული მონაცემების შედარებას: i ჯგუფი - 700 შემთხვევა და ii ჯგუფი - 1890 შემთხვევა. შედარება ძირითადად სწარმოებდა ტერფის სიგრძის, ტერფ-ფალანგთა შემთხვევის და ირიბი შემთხვევის მიხედვით. ჯგუფებს შორის განსხვავების კრიტერიუმად აიღებოდა კორელაციისა და რეგრესიის კოეფიციენტებს შორის სხვაობა და განსხვავებულობის რეალურობა ფასდებოდა შემდეგი შედარებით:

$$\sqrt{m_{(r_1)}^2 + m_{(r_2)}^2} \quad \sqrt{m_{(R_1)}^2 + m_{(R_2)}^2}$$

ზემოთ აღნიშნულ შრომებში ჩატარებული შედარებითი ანალიზი არასრული იყო და არ იძლეოდა ჯგუფებს შორის განსხვავების საკმარის რიცხობრივ მახასიათებლებს.

ო. ფარნიევას შრომაში [110] ჩატარდა მონაცემების შედარება ორ ტერიტორიულ ჯგუფს შორის სტიუდენტის განზოგადოებული შეფარდებით. სტიუდენტის კრიტერიუმები ჯგუფებს შორის განსხვავებას აფასებს კორელაციის კოეფიციენტის გათვალისწინებით, მაგრამ მისი გამოყენება მოითხოვს რთულ მატრიცულ გარდაქმნებს და პრაქტიკულად არ შეიძლება განხორციელდეს მოსახლეობის ორ ჯგუფს შორის სხვაობის შესაფასებლად.

მ. იგნატიევი და ა. პუგაჩოვი [68] მოსახლეობის 13 ჯგუფის განსხვავებისათვის იყენებენ „განზოგადოებული მანძილის“ მეთოდს, რომელიც მათემატიკურად შეიმუშავა ინდოელმა მკვლევარებმა ც. მახალანობისმა და ს. რაომ [38, 106] და სხვებმა, ეს მეთოდიც საკმაოდ რთულია გამოსათვლელად.

ორი ჯგუფის შედარებისათვის უპირველეს ყოვლისა უნდა შედარდეს თითოეული ანთროპომეტრიული ნიშან-თვისების საშუალო მნიშვნელობები, რადგან საშუალო ართმეტიკული სიდიდე ყველაზე კარგად ახასიათებს მოცემული მოსახლეობის ანთროპომეტრიულ ჯგუფს.

ქართველი მოსახლეობის ტერფების ძირითადი ზომითი ნიშან-თვისებების საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობების სიდიდეების შედარება (მიღებული ჩვენი კვლევის შედეგად) და რუსული ჯგუფის (ლომონოსოვის სახ. მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ანთროპოლოგიის ინსტიტუტის მონაცემები) იგივე მნიშვნელობებთან მოცემულია ცხრილში 3.5.

ცხრილი 3.5.

საშუალო კვადრატული გადახრისა და ვარიაციის კოეფიციენტის სიდიდეების შედარებითი ანალიზი

№	ს	ქართველი	რუსი	ბ	ე	>
---	---	----------	------	---	---	---

		რაოდენობა	$\sigma_{j\pm m}$ მმ	$V_{j\pm m}$ %	პაოდენობა	$\sigma_{r\pm m}$ მმ	$V_{r\pm m}$ %		
1	L	1000	11,8±0,2	4,4±0,1	1000	11,7±0,2	4,4±0,1	0,1	-
2	R _გ	1000	12,2±0,2	4,8±0,1	1000	11,6±0,2	4,6±0,1	0,6	0,2
3	R _{ორ}	1000	15,8±0,3	4,6±0,1	347	15,0±0,6	4,4±0,1	0,8	0,2
4	W _გ	1000	5,2±0,1	5,2±0,1	347	4,7±0,2	4,8±0,1	0,5	0,4
5	W _j	1000	5,0±0,2	6,7±0,3	347	4,0±0,2	5,5±0,2	1,0	1,2
6	R _{ვგ}	640	27,5±0,8	7,4±0,3	347	22,1±0,1	6,2±0,2	5,3	1,2
7	H _{ვგ}	640	25,1±0,7	7,2±0,3	347	21,9±0,8	6,8±0,2	3,2	0,4

ცხრილი გვიჩვენებს, რომ ქართული ჯგუფის, ტერფების ყველა საშუალო არითმეტიკული ზომები მეტია რუსული ჯგუფის შესაბამის ზომებზე. განსაკუთრებით დიდი სხვაობა შეინიშნება ტერფის შემოხვევით ზომებში:

კონათა ნაწილში შემოხვევა	6,8 მმ
ირიბი შემოხვევა	8,0 მმ
წვივის შემოხვევა	10,6 მმ
წვივის სიმაღლე	24,6 მმ

სხვაობის სტატისტიკური რეალობა ნორმალური ერთობლიობიდან შერჩევის საკმაოდ დიდი მოცულობის შემთხვევაში შეიძლება შემოწმდეს განსხვავებულობის სამმაგი ცდომილების სიდიდესთან შედარებით:

$$3\sqrt{m_1^2 + m_2^2}$$

სადაც: m_1 - პირველი შერჩევის საშუალო არითმეტიკულის ცდომილებაა;

m_2 - იგივე მეორე შერჩევისათვის.

გარდა ტერფის სიგრძისა – L, საშუალოებს შორის სხვაობა უფრო მეტი ვიდრე სხვაობის სამმაგი ცდომილების სიდიდეა, გვხვდება მხოლოდ 0,003 ალბათობით, რაც მიუთითებს ნიშან-თვისებებს შორის რეალურ სტატისტიკურ სხვაობაზე.

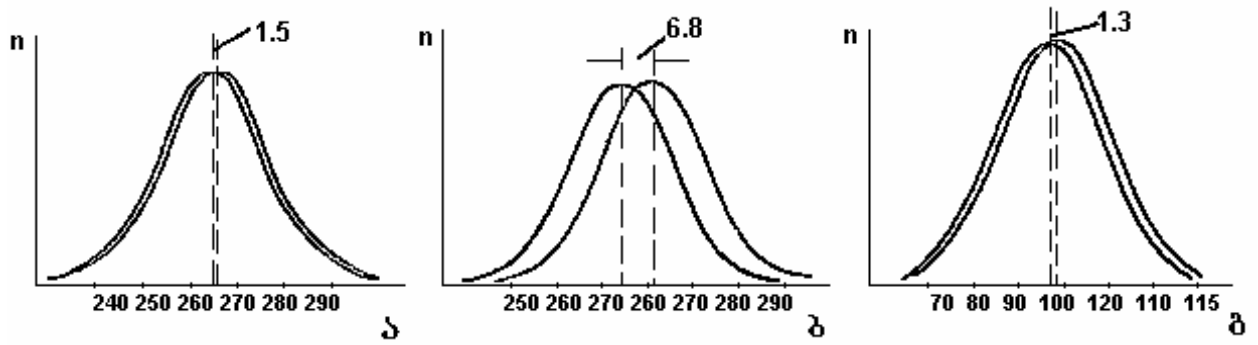
ჩვენი შერჩევის რაოდენობა სრულიად საკმარისია, რათა წარმოვადგინოთ ნორმალური ერთობლიობა. ამიტომ პირველი და მეორე ჯგუფის ზომითი ნიშან-თვისებისათვის ცალკეულ სტატისტიკურ პარამეტრებს შორის განსხვავების სტატისტიკურად რეალური შეფასებისათვის. ამ შემთხვევაში ვიყენებთ საკმაოდ ზუსტ ზემოთ აღნიშნულ მეთოდს.

ცხრილში 3.6. მოცემულია პირველი და მეორე ჯგუფის ზომითი ნიშან-თვისების საშუალო კვადრატული გადახრის და ვარიაციის კოეფიციენტის საშუალო სიდიდეები.

საშუალო კვადრატული გადახრის σ და ვარიაციის კოეფიციენტის V განაწილების გაბნევის მახასიათებლების შედარებიდან ჩანს, რომ σ -ს სხვაობა მხოლოდ წვივის შემოხვევისათვის რამდენადმე სჭარბობს განსხვავებულობის სამმაგ ცდომილების სიდიდეს. ამიტომ ყველა ზომითი ნიშნისათვის ნორმალური განაწილების მრუდებს, გარდა წვივის შემოხვევისა R_{ν} , ორივე ჯგუფს აქვს ერთნაირი ხასიათი.

ვარიაციის კოეფიციენტის სიდიდეს თვითოეული ნიშან-თვისებისათვის ასევე აქვთ უმნიშვნელო სხვაობა. შესაბამისად საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობების დიდი სხვაობისა და ზომითი ნიშან-თვისებების ნორმალური განაწილების გაბნევის ხასიათში უმნიშვნელო სხვაობის გამო, პირველი ჯგუფი მეორე ჯგუფისაგან განსხვავდება ზომითი ნიშან-თვისების ნორმალური განაწილების მხოლოდ X დერძის გასწვრივ ძვრადობით.

პირველ და მეორე ჯგუფებს შორის ტერფის სიგრძის, კონათა ნაწილში შემოხვევასა და სიგანის ნორმალური განაწილების ძვრადობები, კარგად ჩანს სურათი 3.4.-დან.



სურათი 3.4. პირველ და მეორე ჯგუფებს შორის ტერფის სიგრძის, კონათა ნაწილში შემოხვევასა და სიგანის ნორმალური განაწილების ძვრადობები.

პირველ და მეორე ჯგუფებს შორის ჩატარებული ტერფის საშუალო არითმეტიკული სიდიდეების და ზომითი ნიშან-თვისებების გაბნევის მახასიათებლების შედარება გვიჩვენებს, რომ ერთი და იგივე სიგრძის დროს, პირველი ჯგუფის ტერფების შემოხვევითი და განივი ზომები საგრძნობლად მეტია მეორე ჯგუფის შესაბამის ზომებთან. ამიტომ ქართველთა ტერფები შედარებით განიერი და მსხვილია, ვიდრე რუსი მოსახლეობის ტერფები. პირველი და მეორე ჯგუფის ტერფების ძირითადი ზომითი ნიშან-თვისებების დამოკიდებულების კორელაციის კოეფიციენტები მოცემულია ცხრილში 3.6.

ცხრილი 3.6.

პირველი და მეორე ჯგუფის ტერფების ძირითადი ზომითი ნიშან-თვისებების დამოკიდებულების კორელაციის კოეფიციენტები

№	ნიშან-თვისება	ჯგუფი	კორელაციის კოეფიციენტი L-ის მიმართ
1	R_{δ}	ქართველი	0,57
		რუსი	0,57
2	H_{φ}	ქართველი	0,48
		რუსი	0,52
3	W_{δ}	ქართველი	0,58
		რუსი	0,57
4	R_{φ}	ქართველი	-
		რუსი	-

კორელაციის კოეფიციენტების ჩატარებულმა შედარებამ, რომელიც იძლევა ზომით ნიშან-თვისებებს შორის არსებულ ხარისხობრივ დახასიათებას, გვიჩვენა, რომ პირველ და მეორე ჯგუფს შორის არსებულ ყველა ზომით ნიშან-თვისებებს შორის არსებობს ნათლად გამოხატული დამოკიდებულება და ორივე ჯგუფში ცალკეულ ზომით ნიშან-თვისებებს შორის საკმაოდ მჭიდრო ურთიერთკავშირია.

ცხრილი 3.7.

ზომითი ნიშან-თვისების დამოკიდებულების რეგრესიის განტოლებები

№	ნიშან-თვისებები	ქართული ჯგუფი	რუსული ჯგუფი
1	L-W _გ	W _გ =0,24L+37	W _გ =0,23L+37
2	L-R _გ	R _გ =0,59L+100	R _გ =0,57L+99

ცხრილში 3.7. მოცემულია რეგრესიის განტოლებები (მმ-ში), ე.ი. მოცემულია ორივე ჯგუფის ზომითი ნიშან-თვისებისათვის ტერფის სიგანისა და შემოხვევის 0,68/0,72L კვეთაში ზომების ტერფის სიგრძესთან წრფივი დამოკიდებულების განტოლებები.

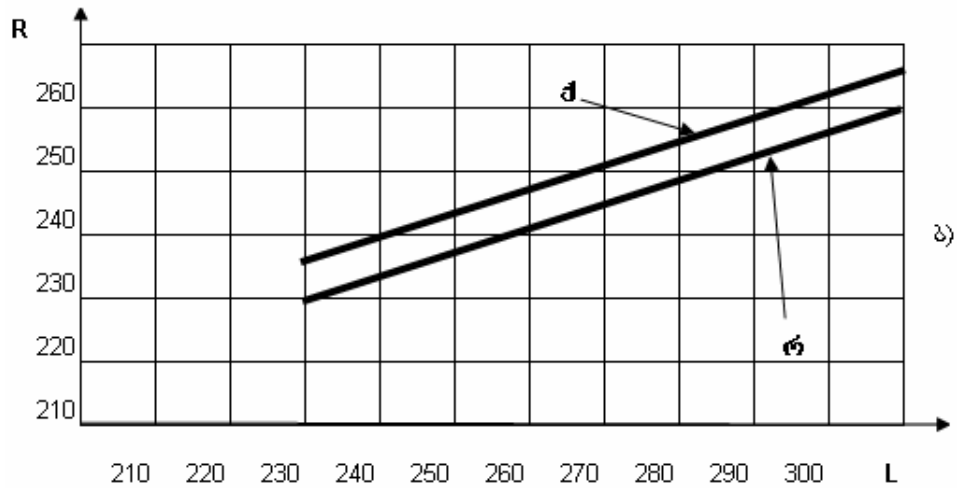
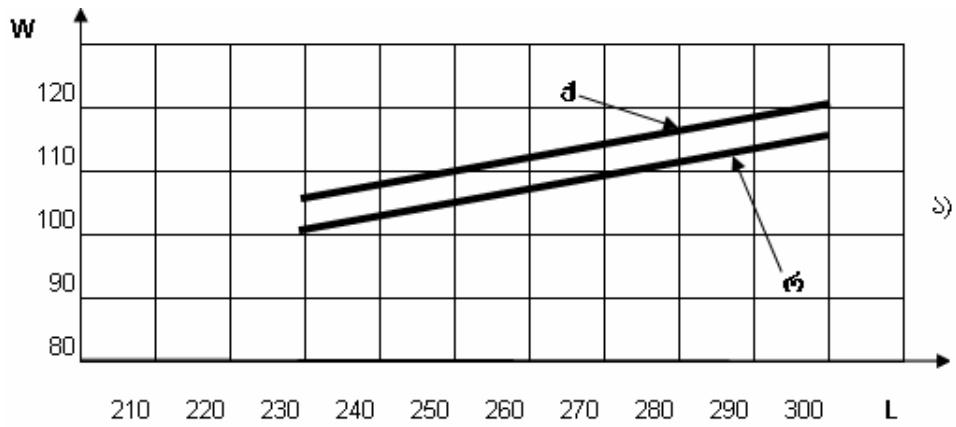
რეგრესიის კოეფიციენტებს R(y/x) შორის სხვაობას აქვს მცირე სვედრითი მნიშვნელობა, მაგრამ ყველა შემთხვევაში $R(y/x)_ქ > R(y/x)_რ$. აქედან გამომდინარე ტერფის სიგრძის ზომის ზრდის დროს ქართულ ჯგუფებში შეიმჩნევა კონათა ნაწილში შემოხვევისა და სიგანის უფრო ინტენსიური ზრდა, ვიდრე რუსულ ჯგუფებში.

უფრო თვალსაჩინო წარმოდგენას ქართველი და რუსი მოსახლეობის ტერფების ზომით ნიშან-თვისებებს შორის დამოკიდებულების შესახებ ძირითადი ზომის- ტერფის სიგრძის

სხვადასხვა მნიშვნელობის დროს იძლევა კოორდინატთა სისტემაში აგებული რეგრესიის წრფეები. (სურათი 3.5.)

როგორც სურათი 3.5.-დან ჩანს პირველი (ქართული) ჯგუფის რეგრესიის წრფე დევს უფრო ზემოთ, ვიდრე მეორე (რუსული)¹ ჯგუფის. წრფეებს შორის სხვაობა ახლოა ტერფის სიგრძეების საშუალო არითმეტიკულ მნიშვნელობებს შორის არსებული სხვაობისა - 2,65 მმ (სურ. 3.5. ა.) და 6,3 მმ (სურ. 3.5. ბ). ტერფის სიგრძის მაქსიმალური მნიშვნელობის დროს ეს სხვაობა იზრდება, მინიმალურის დროს კი მცირდება. რეგრესიის წრფეების განლაგების ეს განსხვავებები ნიშნავს, რომ ტერფის სიგრძის ერთი და იგივე მნიშვნელობის დროს პირველ ჯგუფს საშუალოდ აქვს უფრო დიდი შემოხვევა და სიგანე გარე კონათა ნაწილში.

ამგვარად, პირველი ჯგუფის ტერფების ანთროპომეტრიული თავისებურებების გამოვლენის მიზნით ჩატარდა ქართველი და რუსი მოსახლეობის ტერფების ძირითადი ზომითი ნიშან-თვისებების შედარებითი ანალიზი.



სურათი 3.5. ქართველი და რუსი მოსახლეობის ტერფების ძირითად ზომებს შორის რეგრესიული დამოკიდებულება

შედარება ჩატარდა:

- ა) საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობების განსხვავებაზე, ამ განსხვავების რეალურობის შეფასებისათვის;
- ბ) განაწილების გაბნევის დახასიათებაზე; საშუალო კვადრატული გადახრა და ვარიაციის კოეფიციენტით;
- გ) პარამეტრზე, რომელიც ახასიათებს ჯგუფებში ზომით ნიშან-თვისებებს შორის დამოკიდებულებას კორელაციის კოეფიციენტით;
- დ) რეგრესიის წრფეებზე.

ზომით ნიშან-თვისებებს შორის პირველი და მეორე ჯგუფის ცალკეული სტატისტიკური მახასიათებლებით საგრძნობი განსხვავება არ შეინიშნება, გარდა საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობისა. რაც

შეეხება საშუალო არითმეტიკულ მნიშვნელობას პირველი და მეორე ჯგუფის შედარებიდან ჩანს, რომ ქართველი მოსახლეობის ტერფებს რუს მოსახლეობასთან შედარებით ერთი და იგივე სიგრძის (განუსაზღვრელობის ინტერვალში ისინი ტოლებია) დროს აქვს შემდეგი ანთროპომეტრიული თავისებურებანი:

1. ტერფის სიგანე W_{ϕ} მეტია: -1,3 მმ-ით;
2. ტერფის შემოხვევა R_{ϕ} მეტია: -6,8 მმ-ით;
3. ქუსლის სიგანე W_{ψ} მეტია: -2,3 მმ-ით;

დამატებითი ზომების (ტერფის სიგანე W_{ϕ} , შემოხვევა R_{ϕ} და ქუსლის სიგანე W_{ψ}) განაწილების პოლიგონი ტერფის სიგრძის ერთი და იგივე მნიშვნელობის დროს ფეხსაცმლის მრეწველობის პრაქტიკაში მოიცავს ფეხსაცმლის რამოდენიმე სისრულით გამოშვების სისტემას.

მომქმედი სტანდარტით 3927-88, IX ჯგუფისათვის ფეხსაცმლის კალაპოტზე დადგენილია სისრულეთა შორის შემდეგი ინტერვალები:

1. კონათა ნაწილში დაბაშის სიგანეზე W_{ϕ} ----- 1,5 მმ;
2. კონათა ნაწილში შემოხვევაზე R_{ϕ} ----- 4,0 მმ;
3. ქუსლის ნაწილში დაბაშის სიგანეზე W_{ψ} ----- 1,0 მმ.

საშუალო ტიპურ ტერფებს შორის სხვაობა პირველ და მეორე ჯგუფებს შორის ყველა ჩამოთვლილ ნიშან-თვისებებს შორის შეესაბამება.

აქედან გამომდინარე, პირველი ჯგუფის მოსახლეობის მოხერხებული ფეხსაცმლით დაკმაყოფილებისათვის აუცილებელია შეიცვალოს ფეხსაცმლის დამზადების სისრულითი ასორტიმენტი და საშუალო სისრულე ავიღოთ არა 4 (როგორც დღემდე იყო მიხნეული საქართველოსათვის, ისე როგორც რუსეთისათვის), არამედ 5. დარჩენილი მცირე სხვაობა შეიძლება გამოისახოს სისრულითი განაწილების პროცენტებში.

პირველ და მეორე ჯგუფების ცალკეულ ანთროპომეტრიულ ნიშან-თვისებებს შორის სხვაობის საკითხის საბოლოოდ გადაწყვეტისათვის

აუცილებელია რამოდენიმე ნიშან-თვისების ერთობლიობაში ჯგუფებს შორის განსხვავების რეალობის უფრო ზუსტი შეფასება, განაწილების დამახასიათებელი ძირითადი სტატისტიკური პარამეტრების გათვალისწინებით. შესაბამისად, აუცილებელია ნათელი მოვფინოთ ჩვენი ჯგუფების რეალურ განსხვავებას რამოდენიმე ანთროპომეტრიული ნიშან-თვისების მიხედვით. შედარებისათვის ჩვენს მიერ ასეთ ნიშან-თვისებად აღებული იქნა: ტერფის სიგრძე, 0,68/0,72L კვეთაში ტერფის შემოხვევა და სიგანე, ტერფის სიგანე ქუსლის ნაწილში, რადგან ეს ზომები ძირითადი პარამეტრებებია სტანდარტში 3927-88 „ფეხსაცმლის კალაპოტები“. ამდენად მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ ჩაგვეტარებინა საკითხის მათემატიკური განზოგადება.

კვლევას დავიწყებთ ქართველი და რუსი მოზრდილი მოსახლეობის ტერფების ზომითი ნიშან-თვისებების განაწილების ცენტრებისა და დისპერსიების შედარებით. თუ ძირითადი ზომითი ნიშან-თვისებების განაწილების ცენტრები დაემთხვა, მაშინ ზომითი ასორტიმეტი ორივე ჯგუფისათვის იქნება მსგავსი. თუ ამ ნიშან-თვისებების თანმთხვევა არ მიიღება, მაშინ უნდა ვეძებოთ ქართველი მოსახლეობის დაკმაყოფილების გზები ისე, რომ არ დაირღვეს სტანდარტის მოთხოვნები.

განაწილების ორივე ცენტრების ტოლობის ჰიპოთეზის შემოწმებას აქვს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა. მართლაც, ზოგჯერ ჩანს, რომ ერთი სერიის ექსპერიმენტის საშუალო შედეგი შესამჩნევად განსხვავდება მეორე სერიის საშუალო შედეგიდან. ასეთ დროს ისმის კითხვა, შეიძლება თუ არა ავსხნათ რომ საშუალო მნიშვნელობებს შორის აღმოჩენილი განსხვავება არის ექსპერიმენტის შემთხვევითი ცდომილება? თუ ეს გამოწვეულია რომელიმე შეუმჩნეველი ან უცნობი კანონზომიერებით?

განაწილების ორი ცენტრის შედარების ამოცანას ფორმულირება გავუკეთოთ საერთო სახით. განვიხილოთ ორი შემთხვევითი სიდიდე X

და Y, რომლებიც ცალკე-ცალკე ემთხვევიან ნორმალური განაწილების კანონს. ვთქვათ გვაქვს ორი დამოუკიდებელი შერჩევა (ჯგუფი) მოცულობით n_1 და n_2 , რომლებიც მიღებულია x და y გენერალურ ერთობლიობებიდან. აუცილებელია შემოწმდეს ნულოვანი ჰიპოთეზა (H_0), რომელიც ასკვნის, რომ $M_{(x)}=M_{(y)}$, მასთან შედარებით ალტერნატიული ჰიპოთეზა H_0 , გვიჩვენებს, რომ $M_{(x)}-M_{(y)}>0$.

შედარების მეთოდი განსხვავდება და დამოკიდებულია, ცნობილია თუ არა გენერალური ერთობლიობისათვის დისპერსიის σ -ს მნიშვნელობა. ჩვენს შემთხვევაში ცნობილია შერჩევის დისპერსია, გენერალური ერთობლიობის დისპერსია კი რჩება უცნობი. ჩავთვალოთ, რომ ორივე გენერალური ერთობლიობის დისპერსია ტოლია (ქვემოთ ეს მტკიცდება).

გენერალური საშუალოებიდან $M_{(x)}$ და $M_{(y)}$ შეფასებისათვის გამოიყენება მათი საუკეთესო შეფასებები X და Y შერჩევებიდან, ხოლო σ -ს შეფასებისათვის გამოიყენება შერჩევითი შეფასებები [64]:

$$\hat{\sigma}_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x})^2 \quad \text{და} \quad \hat{\sigma}_y^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n_2} (y_i - \bar{y})^2$$

მნიშვნელში მოცემულ ცდების რიცხვს n ერთი ერთეულით არ ვამცირებთ (ბესელის შესწორება) იმიტომ, რომ თუ ცდების რაოდენობა მეტია 50-ზე, მაშინ $\frac{1}{n}$ და $\frac{1}{n-1}$ პრაქტიკულად ტოლია. ჩვენს შემთხვევაში კი $n_1=1000$, $n_2=1000$.

ვინაიდან გენერალურ ერთობლიობებს X და Y აქვთ ერთნაირი დისპერსია, ამიტომ შეფასებისათვის მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ ორივე შერჩევის შედეგები. მათემატიკურ სტატისტიკაში მტკიცდება, რომ σ^2 -ისათვის საუკეთესო შეფასებად ამ შემთხვევაში ითვლება:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{n_1 \hat{\sigma}_x^2 + n_2 \hat{\sigma}_y^2}{n_1 + n_2}$$

თუ H_0 ჰიპოთეზა სამართლიანია, მაშინ:

$$M_{(x-y)} = M_{(x)} - M_{(y)} = 0$$

$$\sigma(\bar{x} - \bar{y}) = \sigma^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)$$

მაგრამ σ^2 სიდიდე უცნობია, ამიტომ შერჩევით შეფასებად $D(\bar{x} - \bar{y})$

ჩვეულებრივად იღებენ შეფასებას:

$$\hat{\sigma}_{\bar{x}-\bar{y}}^2 = \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \hat{\sigma}^2$$

მათემატიკურ სტატისტიკაში ცნობილია, რომ თუ შემთხვევითი სიდიდეები $(\bar{x} - \bar{y})$ ემორჩილებიან ნორმალური განაწილების კანონს, მაშინ სტატისტიკას

$$t = \frac{(\bar{x} - \bar{y}) - M(\bar{x} - \bar{y})}{\hat{\sigma}(\bar{x} - \bar{y})} = \frac{(\bar{x} - \bar{y}) - M(\bar{x} - \bar{y})}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \frac{n_1 \hat{\sigma}_x^2 + n_2 \hat{\sigma}_y^2}{n_1 + n_2}}}$$

აქვს სტიუდენტის განაწილების სახე თავისუფლების ხარისხით (თუ n_1 და n_2 მეტია 50-ზე, მაშინ $k = n_1 + n_2$, თუ n_1 და n_2 ნაკლებია 50-ზე, მაშინ შერჩევითი დისპერსიის გაანგარიშების დროს უნდა გავითვალისწინოთ ბესელის შესწორება, ბოლო ფორმულა რადენაღმე შეიცვლება და $k = n_1 + n_2$)

თუ H_0 ჰიპოთეზა სამართლიანია, მაშინ t მიიღებს სახეს:

$$t = \frac{(\bar{x} - \bar{y})}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \frac{n_1 \sigma_x^2 + n_2 \sigma_y^2}{n_1 + n_2}}}$$

თუ ავიღებთ ალბათობას $P=1-\alpha$, შესაძლებელია განაწილების t ცხრილში ვიპოვოთ კრიტიკული $t_{n_1+n_2}$, რომლისთვისაც $P[|t| \leq t_{n_1+n_2}] = \alpha$, თუ $|t| \leq t_{n_1+n_2}$, მაშინ $P=1-\alpha$, საიმედოობით შეიძლება ჩავთვალოთ საშუალო მნიშვნელობების განსხვავება არაშემთხვევითად.

დისპერსიების შედარებას დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგან ძირითადი ზომითი ნიშან-თვისების გაბნევა განაპირობებს ზომასისრულთი ასორტიმენტის აგებას.

განვიხილოთ ორი შემთხვევითი სიდიდე x და y , რომლებიც ემორჩილებიან განაწილების ნორმალურ კანონს, დისპერსიებით: σ_x^2 და σ_y^2 . დავუშვათ, რომ x და y გენერალური ერთობლიობებიდან ამოღებულია ორი დამოუკიდებელი შერჩევა n_1 და n_2 მოცულობებით. H_0 ჰიპოთეზის შემოწმებისათვის საჭიროა გამოვიკვლიოთ ერთობლივი განაწილების კანონი შეფასებაში $\sigma_x^2 = \sigma_y^2$ (შერჩევითი დისპერსიები).

ასეთ ერთობლივ განაწილების კანონად ითვლება განაწილება, რომელსაც ეწოდება ფიშერ-სნედსკარის განაწილება: $F = \frac{\sigma_x^2}{\sigma_y^2}$

ფიშერ-სნედსკარის კანონით განაწილებაში σ_x და σ_y შეიძლება წარმოვადგინოთ ისე, რომ $F \geq 1$. F მნიშვნელობის გამოთვლის შემდეგ ფიშერ-სნედსკარის ცხრილებით მნიშვნელობის დონის გათვალისწინებით ვპოულობთ $F(k_1, k_2)$ კრიტიკულ მნიშვნელობას, სადაც $k_1 = n_1 - 1$, $k_2 = n_2 - 1$, თუ $F \leq F_{კრიტ.}(k_1, k_2)$, მაშინ H_0 ჰიპოთეზა შეიძლება ჩაითვალოს მისაღებად.

ზემოთ აღწერილი მეთოდით ვაწარმოებთ ქართველი და რუსი მოსახლეობის ტერფების სიგრძის განაწილების ცენტრების შედარებას (ცხრილი 3.8.).

ცხრილების მიხედვით $\alpha = 0,01$ დონისათვის $t_{1000} = 2,58$, რადგან $|t| < t_{კრიტ.}$, განსხვავება შეიძლება ჩაითვალოს შემთხვევითად და H_0 ჰიპოთეზა მასზედ, რომ ქართველი და რუსი მოსახლეობის ტერფის სიგრძეების განაწილების ცენტრები ერთხვევიან, მისაღებად.

ცხრილი 3.8.

ტერფების სიგრძის განაწილების ცენტრები

მოსახლეობის ჯგუფი	არჩევის საშუალო მნიშვნელობა M , მმ	არჩევის დისპერსია σ , მმ	Γაკვრივების რიცხვი
ქართველი	$\bar{x} = 265$	$\sigma_x = 11,8$	1000
რუსი	$\bar{y} = 264$	$\sigma_y = 11,7$	1000

დისპერსიების σ_x და σ_y შედარებას შევასრულებთ ფიშერ-სნედსკარის მეთოდის გამოყენებით: $F = \frac{\sigma_x^2}{\sigma_y^2} = 1,0171$

ცხრილებიდან 0,05 მნიშვნელობის განტოლებისათვის ვპოულობთ $F|999; 999| = 1,03$ კრიტიკულ მნიშვნელობას. რადგან $F = F_{კრიტ}|999; 999|$, დისპერსიები ტოლია (ცხრილი 3.9).

ცხრილი 3.9.

შემთხვევითი ზომების განაწილების შედარება

მოსახლეობის ჯგუფი	არჩევის საშუალო მნიშვნელობა M, მმ	არჩევის დისპერსია σ , მმ	დაკვრივების რიცხვი
ქართველი	256,2	12,25	1000
რუსი	249,4	11,57	1000

ცხრილის მონაცემების მიხედვით $t = 13,4$. საშუალო მნიშვნელობების განსხვავება შემთხვევითი არ არის: $t_{კრიტ} = 2,58$, $|t| > t_{კრიტ}$

$$F = \frac{\sigma_x^2}{\sigma_y^2} = 1,12, \quad F(1000-1000) = 1,03$$

$$F = F_{კრიტ}$$

საფუძველი არა გვაქვს რომ ჩავთვალოთ დისპერსიების უთანაბრობა.

ცხრილი 3.10.

განივი ზომების განაწილების შედარება

მოსახლეობის ჯგუფი	არჩევის საშუალო მნიშვნელობა M, მმ	არჩევის დისპერსია σ , მმ	დაკვრივების რიცხვი
ქართველი	99,0	5,2	1000
რუსი	100,92	5,27	1000

ვინაიდან $t_{კრიტ} = 2,58$, ხოლო $|t| > t_{კრიტ}$, სხვაობა შემთხვევითი არ არის:

$$F = \frac{\sigma_x^2}{\sigma_y^2} = 1,027$$

$F_{კრიტ} = 1,03 > 1,02$, ამიტომ დისპერსიების ტოლობის ჰიპოთეზა უგულვებელყოფილი არ არის.

შედარებითი ანალიზის საფუძველზე შეიძლება გავაკეთოთ დასვნა, რომ ქართველი და რუსი მოსახლეობის ტერფების სიგრძეების განაწილების ცენტრები ერთმანეთს ემთხვევიან. ამიტომ ამ ჯგუფებისათვის ზომითი ასორტიმენტის საშუალო მნიშვნელობა ერთნაირია, ერთნაირია აგრეთვე ზომითი ასორტიმენტის საზღვრები, რადგან ქართველი და რუსი მოსახლეობის ტერფის სიგრძეების დისპერსიები ერთმანეთს ემთხვევა.

სხვაგვარი მდგომარეობა გვაქვს სისრულით ასორტიმენტში, რადგან კონათა ნაწილში შემოხვევის განაწილების ცენტრები ამ ჯგუფებში არ ემთხვევა, ხოლო დისპერსიები კი ერთნაირია. სისრულის ზომების საშუალო მნიშვნელობები ყოველი ზომისათვის (ნომრისათვის) უნდა გადავწიოთ, ხოლო სისრულის საზღვრების გასაქანი დავტოვოთ იგივე.

ამდენად შეიძლება დავასკვნათ:

1. დადგინდა ნიშან-თვისებების სტატისტიკური მახასიათებლები და მათი განაწილების კანონზომიერებები;
2. ჩატარდა ქართველი და რუსი მოსახლეობის ტერფის ზომების შედარებითი ანალიზი, რის შედეგად დადგინდა:
 - ა) ტერფის სიგრძეებს შორის უმნიშვნელო სხვაობა;
 - ბ) განსხვავება ნება-ფალანგთა შენაწევრების შემთხვევაში ტერფის სიგანეში, ქუსლის სიგანეში, ირიბ შემოხვევაში, წვივის შემოხვევაში და წვივის სიმაღლეში საგრძნობია და სტატისტიკურად რეალურია, ამასთან ტერფის ყველა საშუალო კვადრატული ზომები ქართველი მოსახლეობისათვის მეტია, ვიდრე რუსი მოსახლეობის ანალოგიური ზომები.

გ) ორივე ჯგუფის ტერფების ყველა ზომითი ნიშან-თვისებების განაწილება იდენტური ხასიათისაა, ვინაიდან ნორმალური განაწილების გაბნევის ხასიათში განსხვავება (σ, V) უმნიშვნელოა;

დ) ქართველი და რუსი მოსახლეობის ტერფების ჯგუფების ზომებს შორის მჭიდრო კორელაციური კავშირი და უმნიშვნელო სხვაობა კორელაციურ კოეფიციენტებს შორის;

ე) ტერფის სიგრძეებიდან სხვა ზომითი ნიშან-თვისებების რეგრესიის განტოლებები განსხვავებულია ქართული და რუსი მოსახლეობის ჯგუფებისათვის;

ვ) ტერფის სიგრძის სხვა ზომით ნიშან-თვისებებთან რეგრესიის წრფეები ქართულ ჯგუფში განაწილების პოლიგონის გასწვრივ მთლიანად დევს უფრო ზემოთ, ვიდრე რუსული ჯგუფის ანალოგიური რეგრესიის წრფეები;

ზ) ქართული მოზრდილი მოსახლეობის ტერფების ანთროპომეტრიული თავისებურებები, ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის აგების დროს ითვლება არსებითად, როგორც თეორიული, ასევე პრაქტიკული თვალსაზრისით და აუცილებლად მოითხოვს გაიზარდოს სისრულე და ფეხსაცმელი დამზადდეს ქართული მოსახლეობის ჯგუფისათვის: ვიწრო მე-3, საშუალო მე-5 და ფართე მე-7 სისრულის.

თავი 4. სამხედრო ფეხსაცმლის ზომითი ასორტიმენტის ოპტიმიზაცია

4.1. ზომითი ასორტიმენტის აგების მათემატიკური მოდელის შემუშავება

ჯარისკაცის ფეხსაცმლის ოპტიმალური ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის შემუშავება დაკავშირებულია ორი ალტერნატიული ამოცანის გადაწყვეტასთან: პირველი- ყველა მომხმარებელი დაინტერესებულია, რათა მან შეიძინოს თავისი ტერფის შესატყვისი ზომების ფეხსაცმელი, (ითხოვს დიდი რაოდენობის ზომისა და სისრულის ფეხსაცმელს), და მეორე - მწარმოებელი კი ცდილობს, მაქსიმალურად შეამციროს დასამზადებელი ფეხსაცმლის ზომათა და სისრულეთა რაოდენობა (გააიოლოს შრომის ორგანიზაცია). ბუნებრივია ამ ამოცანების ერთადერთი ამონახსნი იქნება, როცა მოხერხებული ფეხსაცმლით დაკმაყოფილდება ჯარისკაცთა მაქსიმალური რაოდენობა, ზომათა და სისრულეთა იმ მინიმალური რაოდენობით, რომელიც მისაღები იქნება მეწარმეთათვის, ამოცანა მარტივი არ არის, მაგრამ ამოხსნადია.

ჯარისკაცთა ფეხსაცმლის, სხვადასხვა ზომებისა და ამ ზომების პროცენტული გადანაწილებით მიღებულ ფეხსაცმელების ჯგუფს ეწოდება ზომითი ასორტიმენტი. ბოლო პერიოდამდე ფეხსაცმლის ასორტიმენტის ძირითად მაჩვენებლად ითვლებოდა ზომა (ნომერი). ფეხსაცმლის ასორტიმენტის აგების საფუძველი გახდა ტერფის სიგრძის მიხედვით განაწილების კანონზომიერება, რომელიც გამოისახება ნორმალური განაწილების მრუდით. ასორტიმენტის გაანგარიშების დროს ამ განაწილების გამოყენებისათვის აუცილებელია ვიცოდეთ საქართველოს ჯარისკაცების ტერფის საშუალო სიგრძე (L) და ამ ნიშან-თვისების საშუალო კვადრატული გადახრის სიდიდე (σ_L). მრავალრიცხოვანმა ანთროპომეტრიულმა გამოკვლევებმა აჩვენეს, რომ

σ_L -ს მნიშვნელობა მერყეობს 10,3-12,2 მმ [62], ამიტომ ტერფის სიგრძის მიხედვით განაწილების გამოთვლის დროს ხშირად σ_L -ს მნიშვნელობას მოზრდილი მოსახლეობისათვის იღებენ 11 მმ-ის ტოლს, ანუ თვლიან, რომ განაწილების გაქანება არის მუდმივი და მხოლოდ შერჩეული რეგიონის მოსახლეობის ტერფის საშუალო სიგრძიდან (L) გამომდინარე, მთელი ერთობლიობა გადაინაცვლებს ტერფის სიგრძის საშუალოთა შორის საშუალო მნიშვნელობიდან მარჯვნივ ან მარცხნივ. ხშირად დიდ ქვეყნებში თვითოეული რეგიონისათვის რომ არ ააგონ ინდივიდუალური ზომითი ასორტიმენტები, იმ რეგიონებს, რომლებსაც აქვთ ერთნაირი საშუალო ტერფის სიგრძე $\pm 1,5$ მმ-ის ფარგლებში, აერთიანებენ ერთ ჯგუფში.

ერთი ნიშან-თვისებით, ამ შემთხვევაში ტერფის სიგრძის მიხედვით რაგინდ სრულყოფილი ასორტიმენტიც არ უნდა ავაგოთ, იგი მაინც ვერ უზრუნველყოფს ფეხსაცმლის ოპტიმალურ ასორტიმენტს, რადგან სხვა ზომითი ნიშან-თვისებების მიხედვით ტერფების განაწილების პოლიგონი საკმაოდ დიდია. ასე მაგალითად: ზომითი ასორტიმენტით, ე.ი. სხვადასხვა სიგრძით, მაგრამ ერთი საშუალო სისრულით დამზადებული ფეხსაცმელებით ჩვენი გაანგარიშებით დაკმაყოფილდება საქართველოს ჯარისკაცთა მხოლოდ 39%. ჯარისკაცთა დანარჩენ ნაწილს სისრულის მიხედვით ფეხსაცმელი ექნება მოუხერხებელი, ვიწრო, ან სრული.

ამიტომ სპეცფეხსაცმლის ოპტიმალური ასორტიმენტის შემუშავებისათვის უნდა გამოვავლინოთ ჯარისკაცთა ტერფების ტიპებისა და ქვეტიპების რიცხოვრივი განაწილება არა მარტო სიგრძის (ზომის), არამედ კონათა ნაწილში შემოხვევის (სისრულის) მიხედვითაც.

ამ მიმართულებით ჩატარებული კვლევითი სამუშაოებიდან აღსანიშნავია, ტიპური ტერფების გამოყოფით ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის აგების მეთოდი, რომელიც მოცემულია ო. ფარნეევას

შრომაში [112], რომელშიც იგი ჯერ განსაზღვრავს ტიპური ტერფების განაწილებას სიგრძის მიხედვით, დამატებითი ქვეტიპების (განივი ზომების) განაწილების გათვალისწინების გარეშე. ასორტიმეტის გაანგარიშებისათვის იგი იყენებს ალბათობის ინტეგრალის ცხრილს, რომელიც არსებობს მათემატიკური სტატისტიკის ყველა სახელმძღვანელოში. ან იყენებს მიახლოებით მეთოდს, კერძოდ მ. იგნატიევის ნომოგრამას [66], რომელიც ავტორის მიერ შემუშავებულია მხოლოდ ამ მიზნისათვის. შემდეგ ტერფის სიგრძის მიხედვით გამოთვლილ ყოველ რიცხვს ჰყოფს სისრულის მიხედვით განაწილების რიცხვებად, ამასთან იყენებს იგივე ნომოგრამას.

ზომა-სისრულითი ასორტიმენტთან დაკავშირებულ პრობლემებს თავიანთ შრომებში განიხილავენ ა. კედრინი [76-78, 90], ა. პავლინი [99] და სხვა მკვლევარები [96, 121]. არ შეიძლება არ დაეთანხმო პროფესორ ა. პავლინის დასკვნას [98], რომელშიც იგი წერს: „ეს პრობლემა ატარებს ისეთ ხასიათს, რომ მისი გადაწყვეტა ითხოვს დიდ და ხანგრძლივ მუშაობას...“

ამ სამუშაოში ჩვენ შევეცადეთ დღევანდელი შესაძლებლობის ზღვარზე ქართველ ჯარისკაცთა ტერფების შესწავლის საფუძველზე ჩვენი წვლილი შეგვეტანა ამ პრობლემის გადაწყვეტაში.

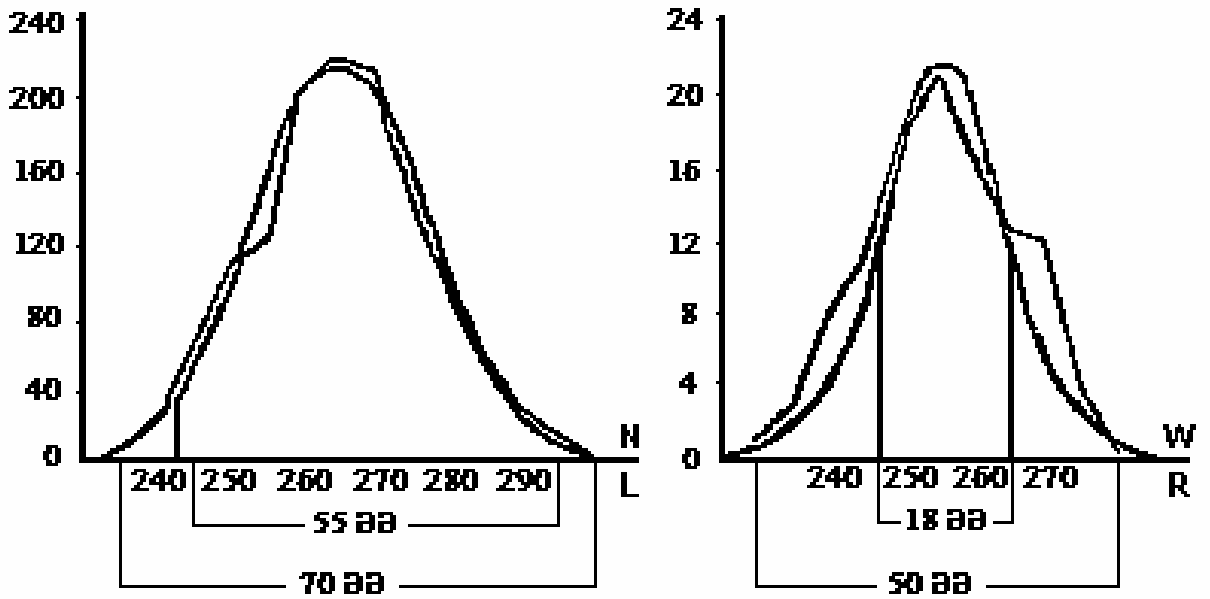
ყველა ზემოთ აღნიშნულ სამუშაოებში ავტორები გვთავაზობენ ფესსაცმლის ასორტიმეტი ავაგოთ და გავიანგარიშოთ ძირითადი ზომითი ნიშან-თვისების ე.ი. ტერფის სიგრძის მიხედვით, და მხოლოდ შემდეგ გამოვყოთ დამატებითი ქვეტიპები, ე.ი. სისრულეების მიხედვით. ზომითი ასორტიმეტის დაყოფა ძირითად და დამატებით ნიშან-თვისებებად მიგვიყვანა იქამდე, რომ ბოლო პერიოდამდე თითქმის არცერთი მეწარმე არ ამზადებდა სპეცფესსაცმელს „დამატებითი“ ნიშან-თვისების ანუ სისრულის მიხედვით.

მეცნიერების მიერ შესწავლილი იქნა მომხმარებელთა ფეხსაცმლის მოთხოვნა ზომებითა და სისრულეების მიხედვით. მათ მიღებული მონაცემების სტატისტიკური მეთოდებით დამუშავების შედეგად დაამტკიცეს, რომ ზომების მიხედვით ფეხსაცმელზე მოთხოვნა არ არის სტიქიური, არამედ გამოისახება იგივე ნორმალური განაწილების კანონით. რაც ერთხელ კიდევ ადასტურებს განაწილების ამ კანონზომიერების აუცილებელ გამოყენებას ასორტიმენტის აგებისა და გაანგარიშების დროს. ე.ი. ოპტიმალური ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის გაანგარიშებისადმი სერიოზულ მიდგომას, რათა ჯერ ერთი სრულყოფილად დააკმაყოფილოთ სამხედრო მოსამსახურეები მოხერხებული ფეხსაცმელით და მეორეს მხრივ შესაბამისად გავაუმჯობესოთ ასეთ სპეცფეხსაცმელზე მოთხოვნა. ამიტომ არის, რომ მთელი მსოფლიოს მეცნიერები [9,10,72, 73, 132] მუშაობენ ამ საკითხებზე.

ქართველი ჯარისკაცთა ტერფების მასიური გაზომვის შედეგებმა გვიჩვენეს, რომ მათი ზომები, როგორც ზემოთ ვაჩვენეთ, ძირითადი პარამეტრების მიხედვით მერყეობენ საზღვრებში- ცხრილი 3.4.

ცხრილიდან ნათლად სჩანს, რომ ჯარისკაცთა ტერფებისათვის ძირითადი განივი ზომების გაქანება $\pm 3\sigma$ -ს საზღვრებში გაცილებით მეტია, ვიდრე გრძივი ზომების.

სურათი 4.1. ილუსტრირებას უკეთებს ჩვენს მიერ ზემოთ გამოთქმულ აზრს იმის შესახებ, რომ სპეცფეხსაცმელი უნდა დამზადდეს არა მარტო სხვადასხვა ზომის, არამედ სხვადასხვა სისრულითაც, რომ ორივე ეს სიდიდე ტოლფასოვანია და რომელიმე მოთხოვნის შეუსრულებლობა იწვევს ჯარისკაცთა მოხერხებული ფეხსაცმელით დაკმაყოფილების უგულებელყოფას. ამიტომ ორივე ნიშან-თვისების მიხედვით თანაბარძალოვანი მოთხოვნით უნდა იყოს აგებული სპეცფეხსაცმლის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტი.



სურათი 4.1. საქართველოს ჯარისკაცთა ტერფის ძირითადი ზომების განაწილების, სტანდარტ 3927-88-სთან შედარება.

სპეცფეხსაცმლის სისრულეების მიხედვით პროცენტული გადანაწილება აღნიშნული სტანდარტის მიხედვით ყველა რეგიონისათვის აიღება მუდმივი, რაც ეწინააღმდეგება ტერფების ფაქტიურ განაწილებას. მოქმედი სტანდარტი ითვალისწინებს სისრულეების განაწილებას შემდეგ თანაფარდობას: ვიწრო - 10%; საშუალო - 65%; ფართე - 25%. სისრულეების არათანაბარი განაწილება სტანდარტის მიხედვით ალბათ დადგენილია იმის გამო, რომ რუსი ჯარისკაცების (სტანდარტი შედგენილია მათი ტერფების ზომების მიხედვით) საშუალო ტიპური ტერფის ზომა ზუსტად არ შეესაბამება სტანდარტში მოცემული კალაპოტის საშუალო ზომისა და საშუალო სისრულის განზომილებას. უნდა აღინიშნოს, რომ ფაქტიურად დღემდე არც ერთი მეწარმე ფეხსაცმელს არ ამზადებს სტანდარტის ამ მოთხოვნის შესაბამისად. არ ამზადებენ სპეცფეხსაცმელს მეცნიერულად დასაბუთებული ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის მიხედვით, ამას კი როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ დიდი მნიშვნელობა აქვს

ჯარისკაცების მოხერხებული ფეხსაცმელით დაკმაყოფილებისათვის და შესაბამისად პროდუქციის შერჩევის გაუმჯობესებისათვის. ამიტომ ეს საკითხი მოითხოვს სწრაფ გადაწყვეტას.

მოცემულ შრომაში ჩვენ პირველად შევეცადეთ უარვესოთ სპეცფეხსაცმლის ზომების მთავარ და დამატებით ნიშან-თვისებებად დაყოფა და ისინი ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის აგების დროს სიგრძე (ზომა) და შემოხვევა (სისრულე) ჩავთვალეთ თანაბარზომიერ ნიშან-თვისებად, რადგან ფეხსაცმლის ტერფთან შეუსაბამობა, როგორც სიგრძეში, ასევე სისრულეში ერთნაირად იწვევს ფეხსაცმლის მოუხერხებულობას და შესაბამისად ტერფის პათოლოგიას.

ახალი მეთოდის თავისებურება ფეხსაცმლის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის მათემატიკური მოდელირების მეთოდია. ახალი მეთოდით ტერფის ზომების პარამეტრების გაზომვის საფუძველზე იგება მათემატიკური მოდელი, რომლის საშუალებით შეიძლება მივიღოთ სპეცფეხსაცმლის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის თითქმის ყველა პარამეტრი. ვადგენთ მის ზომა-სისრულით ასორტიმენტს და ამასთან ერთად ასორტიმენტში სპეცფეხსაცმლის პროცენტულ გადანაწილებას, როგორც ზომის, ასევე სისრულის მიხედვით. გარდა ამისა, გაანგარიშების ახალი მეთოდი საშუალებას იძლევა სისრულითი ინტერვალის (12 მმ) ცვლილების დროს გამოვთვალოთ ცალკეული ზომების პროცენტული გადანაწილება ან ვცვალოთ ასორტიმენტში ზომათა და სისრულეთა რაოდენობა. ახალი მეთოდი გამოსაყენებლად მარტივი და ზუსტია ნებისმიერი რეგიონის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის განსაზღვრისათვის. რისთვისაც სრულიად საკმარისია ვიცოდეთ ამ რეგიონის ჯარისკაცთა ტერფის სიგრძის და კონათა ნაწილში შემოხვევის საშუალო მნიშვნელობები L და R , მათი საშუალო კვადრატული გადახრები σ_L და σ_R და კორელაციის კოეფიციენტი $r_{L,R}$.

გაგანაღიზოთ ოპტიმალური ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის აგებისა და გაანგარიშების ძირითადი მომენტები, რისთვისაც ჩვენს მიერ შემუშავებული იქნა ასორტიმენტის აგების მათემატიკური მოდელირების მეთოდი.

ორი ნიშან-თვისების სისშირის ერთდროული განაწილება ჩვენს შემთხვევაში L და R რომელიც ცალკე-ცალკე ემორჩილება ნორმალურ განაწილებას და როცა მათ შორის არსებობს კარგი კორელაციური კავშირი (რაც დავამტკიცეთ ზემოთ), გამოისახება ორმაგი ნორმალური განაწილების კანონით. გამოვიყენებთ რა ამ ამოცანის ამოხსნის ცნობილ წესს [48] შეიძლება დავწეროთ შემდეგი ზოგადი გამოსახულება:

$$100 \int_{L_{\min}}^{L_{\max}} dL \int f(L, R) dR$$

სადაც: L- ტერფის სიგრძის მაჩვენებელი ცვლადი სიდიდეა;

R-ტერფის კონათა ნაწილში შემოხვევის ცვლადი სიდიდეა;

f(L,R)- განაწილების სიმკვრივეა და იგი გამოისახება ფორმულით:

$$f(L, R) = \frac{1}{2\pi\sigma_L\sigma_R\sqrt{1-r_{L,R}^2}} e^{-\frac{\lambda^2}{2}}$$

$$\lambda^2 = \frac{1}{1-r_{L,R}^2} \left[\frac{(L-\bar{L})^2}{\sigma_L^2} - 2r_{L,R} \frac{(L-\bar{L})(R-\bar{R})}{\sigma_L\sigma_R} + \frac{(R-\bar{R})^2}{\sigma_R^2} \right]$$

სიმკვრივის განაწილების ხასიათიდან გამომდინარეობს:

$$P[(L_{\min} \leq L \leq L_{\max}) \wedge (R_{\min} \leq R \leq R_{\max})] = \int_{L_{\min}}^{L_{\max}} dL \int_{R_{\min}}^{R_{\max}} \frac{1}{2\pi\sigma_L\sigma_R\sqrt{1-r_{L,R}^2}} e^{-\frac{\lambda^2}{2(1-r_{L,R}^2)}} \left[\frac{(L-\bar{L})^2}{\sigma_L^2} - 2r_{L,R} \frac{(L-\bar{L})(R-\bar{R})}{\sigma_L\sigma_R} + \frac{(R-\bar{R})^2}{\sigma_R^2} \right] dR$$

ტერფების პროცენტული განაწილების განსაზღვრისათვის საჭიროა

$$P[(L_{\min} \leq L \leq L_{\max}) \wedge (R_{\min} \leq R \leq R_{\max})]$$

მნიშვნელობა გავამრავლოთ 100-ზე.

ზემოთ ნახვენები ორჯერადი ინტეგრალის ამოხსნის სიძნელე ცნობილია, ელემენტარული საშუალებებით იგი არ იხსნება და ამიტომ უფრო რაციონალური იქნება მისი ამოხსნისათვის ვისარგებლოთ რიცხვითი ინტეგრირების მეთოდით. ამ მიზნით ჩვენ გამოვიყენეთ სიმპსონის ფორმულა [64], რომელსაც აქვს შემდეგი სახე:

$$\begin{aligned} \int_{L_{\min}}^{L_{\max}} \int_{R_{\min}}^{R_{\max}} f(L, R) dL dR &= \int_{L_{\min}}^{L_{\max}} dL \int_{R_{\min}}^{R_{\max}} f(L, R) dR = \\ &= \frac{L_{\max} - L_{\min}}{3n_1} [F_1(L_1, R) + 4F_2(L_2, R) + 2F_3(L_3, R) + \Lambda + 4F_{n-1}(L_{n-1}, R) + F_n(L_n, R)] = \\ &= \frac{L_{\max} - L_{\min}}{3n_1} \sum K_i F_i(L_i, R) \end{aligned}$$

სადაც $i = 1, 2, 3, \Lambda$
 $K_1 = 1; K_2 = 4; K_3 = 2; \Lambda; K_{n-1} = 1.$

$$F_i(L_i, R) = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{3n_2} [f(L_i, R_1) + 4f(L_i, R_2) + 2f(L_i, R_3) + \Lambda + 4f(L_i, R_{n-1}) + f(L_i, R_n)]$$

$$R_1 = R_{\min}; R_i = R_i + \Delta R; \Delta R = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{n_2}.$$

სადაც n_1 და n_2 - L და R მიხედვით თანმიმდევრული დაყოფის რიცხვებია. ის აიღება წყვილი რიცხვი და რაც უფრო მეტია n_1 და n_2 , მით მეტი იქნება სიზუსტე.

მითითებული ფორმულის მიხედვით ამოცანის ამოხსნისათვის ჩვენს მიერ გამოყენებული იქნა პერსონალური კომპიუტერი. გაანგარიშებისათვის აუცილებელია შემდეგი მონაცემები:

L - ტერფის სიგრძის საშუალო მნიშვნელობა;

R - ტერფის შემოხვევის საშუალო მნიშვნელობა;

σ_L და σ_R - შესაბამისად მათი საშუალო კვადრატული გადახრებია;

$r_{L,R}$ - კორელაციის კოეფიციენტი.

ბუნებრივია, ამ მეთოდით გამოითვლება ჯარისკაცთა ტერფების სიგრძისა და შემოხვევების მიხედვით განაწილების თეორიული მნიშვნელობები. მათ შორის სხვაობა უმნიშვნელოა და პრაქტიკული მიზნებისათვის ეს სხვაობა შესაძლებელია უგულველყოთ. ამგვარად

შეიძლება დავასკვნათ, რომ ორი ძირითადი ნიშანთვისებით ტერფების განაწილება ემთხვევა ორმაგ ნორმალურ განაწილებას. მათ შორის სხვაობა უმნიშვნელოა და პრაქტიკული მიზნისათვის ეს სხვაობა შეიძლება უგულებელვყოთ. ამგვარად შეიძლება დავასკვნათ, რომ აღნიშნული ორი ნიშან-თვისების მიხედვით ტერფების განაწილება ემთხვევა ორმაგ ნორმალურ განაწილებას.

აღნიშნული პროგრამის გამოყენება რა თქმა უნდა შესაძლებელია არა მარტო სპეცფექსაცმლის არამედ ნებისმიერი რეგიონის და ასაკობრივი ჯგუფის მოსახლეობის ფექსაცმლის ზომასისრულითი ასორტიმენტის აგებისა და გაანგარიშებისათვის, ასევე შესაძლებელია ვცვალოთ როგორც ზომითი, ასევე სისრულითი ინტერვალი და ზოგადად ზომათა რაოდენობებიც. ამისათვის საჭიროა პროგრამაში შევიტანოთ: ფექსაცმლის ზომის საწყისი მნიშვნელობა - L_{min} , ზომითი ინტერვალი h_L , სისრულის საწყისი მნიშვნელობა - R , სისრულითი ინტერვალი h_R , ზომათა რაოდენობა $-n_L$.

4.2. ტერფისა და ფექსაცმლის შიგა ზომების რაციონალური შეფარდების გამოკვლევა

ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის აგების სრულყოფისათვის და ფექსაცმლის მოხერხებულობის პრობლემის სხვა საკითხების გადაჭრისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია ტერფისა და ფექსაცმლის შიგა ზომების რაციონალური შეფარდების გადაწყვეტა. ამ საკითხის შესწავლას მიუძღვნა მრავალი სამეცნიერო და პრაქტიკული საკითხები: ნამეტის სიდიდის განსაზღვრა, ტერფის ფორმისა და ზომიდან კალაპოტის ფორმისა და ზომაზე გადასვლა, კალაპოტების სტანდარტიზაცია და მათი დანომვრა, კალაპოტების დაგეგმარება და

კომპიუტერის გამოყენება, მოხერხებული ფეხსაცმლის შერჩევა მისი შეძენის დროს და ა.შ.

ტერფების ზომების განაწილებიდან ფეხსაცმლის განაწილებაზე და მისი შესატყვისი ზომა-სისრულით ასორტიმენტზე გადასვლისათვის აუცილებელია ვიცოდეთ 0,68/0,72L კვეთაში ტერფის ზომებისა და ფეხსაცმლის შიგა ზომების რაციონალური შეფარდება.

ტერფისა და ფეხსაცმლის აღნიშნულ შემოხვევაზე ოპტიმალური შეფარდება დამოკიდებულია ფეხსაცმლით ტერფის დასაშვები მოჭერის სიდიდეზე. ტერფზე დასაშვები მოჭერის სიდიდის განსაზღვრისათვის ჩატარდა მნიშვნელოვანი სამუშაო [51]. განისაზღვრა ტერფზე დასაშვები მოჭერის (დაწნევის) სიდიდე სამ მდგომარეობაში. ტერფის სტატიკური დატვირთვის და განტვირთვის დროს: ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში 87 ± 10 გ/სმ²; ორივე ტერფზე დაყრდნობის დროს 185 ± 9 გ/სმ²; 188 ± 9 გ/სმ².

ეს სიდიდეები მნიშვნელოვნად სჭარბობს პროფესორ ტ. ივანოვის [63] თავის დროზე მიღებულ მონაცემებს (10 გ/სმ²). თუმცა საბოლოო მონაცემები ტერფის შემოხვევითი ზომების ცვლილების შესაძლებლობის შესახებ ჯერ კიდევ არ არსებობს და მისი ოპტიმალური სიდიდის დადგენა დღემდე ღიად რჩება. ნაშრომში [113] მოცემულია ტერფისა და ფეხსაცმლის ზომებს შორის სხვაობა 3 მმ. რაც აშკარად შემცირებულია და გაუმართლებელია. იგივე პრობლემაზე დიდი მუშაობა ჩატარა პროფესორმა ა. პავლინმა [100] და სხვა მკვლევარებმა [91, 135]. ამ შრომებში გაკეთდა მცდელობები, განესაზღვრათ ტერფისა და ფეხსაცმლის შესაბამის ზომებს შორის რაციონალური შეფარდება ემპირიული გზით. ამ მიზნით ჩატარდა ფსიქოფიზიოლოგიური ექსპერიმენტების სერია, ფეხსაცმლის ზომების თანდათანობით შემცირებაზე ადამიანის რეაქციის შესწავლით.

დ. მედზერიანმა [91] ტერფისა და ფეხსაცმლის შემოხვევას შორის დაადგინა სხვაობა დახურული ფეხსაცმელისათვის 10 მმ, ხოლო ღია საზაფხულო ფეხსაცმელებისათვის და ნახევარწადისათვის 9,3 მმ.

გარკვეულ ინტერესს იწვევს მოსკოვის დიზაინისა და ტექნოლოგიის უნივერსიტეტში ჩატარებული სამუშაო [82], რომელშიც გამოკვლეულია შიგა ფეხსაცმლის (წინდები და ა.შ.) გავლენა ფეხისა და ფეხსაცმლის ზომების შეფარდებაზე, რადგან ტერფის ზომის ქვეშ ყოველთვის იგულისხმება შიშველი ტერფი.

ვინაიდან ზემოთ აღნიშნულ პრობლემაზე საბოლოო პასუხი გაცემული არ არის, ქუთაისის ტექნიკურ უნივერსიტეტში ჩატარდა კვლევა [74], რომელიც მდგომარეობს ერთი და იგივე ზომის, მაგრამ სხვადასხვა სისრულის ფეხსაცმელების მასიურ მორგებაზე, რათა დადგენილიყო, თუ როგორ შეიგრძნობენ ადამიანები ფეხსაცმლის სისრულის ცვლილებას ტერფი-ფეხსაცმლის რეალური შეფარდების დროს.

სპეციალურად ამ მიზნით დამზადებული იქნა მამაკაცის კალაპოტები, ფასონი Φ 912219 L 265, კონათა ნაწილის კვეთაში- $R_{0,68/0,72L}$, სხვადასხვა სისრულით ინტერვალით: 235, 240, 245, 250, 255, 260 მმ. (ასეთი არასტანდარტული კალაპოტების დამზადების სირთულიდან გამომდინარე ისინი დამზადდა სხვადასხვა სისრულით და მხოლოდ ერთი ზომით -265 მმ).

ექსპერიმენტში მონაწილეობა მიიღო 158 ადამიანმა (316 ტერფი). მიღებული შედეგების მიხედვით აიგო ჰისტოგრამა (სურათი 4.2.). როგორც ნახაზიდან ჩანს, ტერფსა და კალაპოტს შორის სხვაობა $R_{0,68/0,72L}$ კვეთაში მერყეობს 1-დან 19 მმ-მდე და შემთხვევების სიხშირეთა გრაფიკი ახლოა ნორმალური განაწილების კანონთან. ამ ჰისტოგრამის მწვერვალი მდებარეობს 10 მმ-ის მახლობლად. აღნიშნული სხვაობისა და განაწილე-

ბის კანონზომიერების უფრო ზუსტად დადგენისათვის გამოყენებული იყო მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდები.

ექსპერიმენტით დადგინდა ტერფსა და ფეხსაცმლის შემოხვევით ზომებს შორის არსებული თანაფარდობა $R_{0,68/0,72L}$ კვეთაში. ეს შეფარდება ემორჩილება ნორმალური განაწილების კანონს და მათ შორის სხვაობა მამაკაცის ნახევარწადის მაგალითზე შეადგენს $9,84 \text{ მმ} \approx 10 \text{ მმ}$. ეს სხვაობა აუცილებლად უნდა იქნას გავითვალისწინებული ფეხსაცმლის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის გაანგარიშების დროს. კერძოდ, როდესაც ჯარისკაცთა სპეცფეხსაცმლისათვის ვაგებთ ოპტიმალურ ზომა-სისრულით ასორტიმენტს, სისრულითი ასორტიმენტის ზომის საშუალო მნიშვნელობად უნდა ავიღოთ სიდიდე - კონათა ნაწილში შემოხვევის საშუალო მნიშვნელობას გამოკლებული 10 მმ.

4.3. ჯარისკაცთა სპეცფეხსაცმლის რაციონალური ასორტიმენტის გაანგარიშება

შერჩეული ოპტიმალური სხვაობის შერჩევის შემდეგ შესაძლებელი ხდება გავიანგარიშოთ სპეცფეხსაცმლის რაციონალური ზომა-სისრულითი ასორტიმენტი, რისთვისაც ჩვენს მიერ შემუშავებული იქნა პროგრამა (დანართი 4.1.).

ასორტიმენტის გაანგარიშებისათვის აუცილებელია შემდეგი პროგრამული ინფორმაციის მონაცემები:

L_1 - მთელ ერთობლიობაში ტერფის მინიმალური მნიშვნელობა;

R_1 - $0,68/0,72L$ კვეთაში კალაპოტის შემოხვევის მინიმალური მნიშვნელობა;

h_R - სისრულითი ინტერვალი;

n_n - თვითოეულ ზომაზე სისრულეთა რაოდენობა;

n_L და n_R - L და R-ს მიხედვით განაწილების რიცხვი (ეს სიდიდე საჭიროა სიმპსონის ფორმულის გამოთვლისათვის, ჩვენთან ის აიღება 10-ის ტოლი);

L - ტერფის სიგრძის საშუალო არითმეტიკული სიდიდე;

R - კონათა ნაწილში შემოსევის საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობა;

σ_L - ტერფის ზომის საშუალო კვადრატული გადახრა;

σ_R - კონათა ნაწილში შემოსევის სიდიდის საშუალო კვადრატული გადახრა;

$r_{L,R}$ - კორელაციის კოეფიციენტი;

n_N - ფეხსაცმლის ზომათა რაოდენობა.

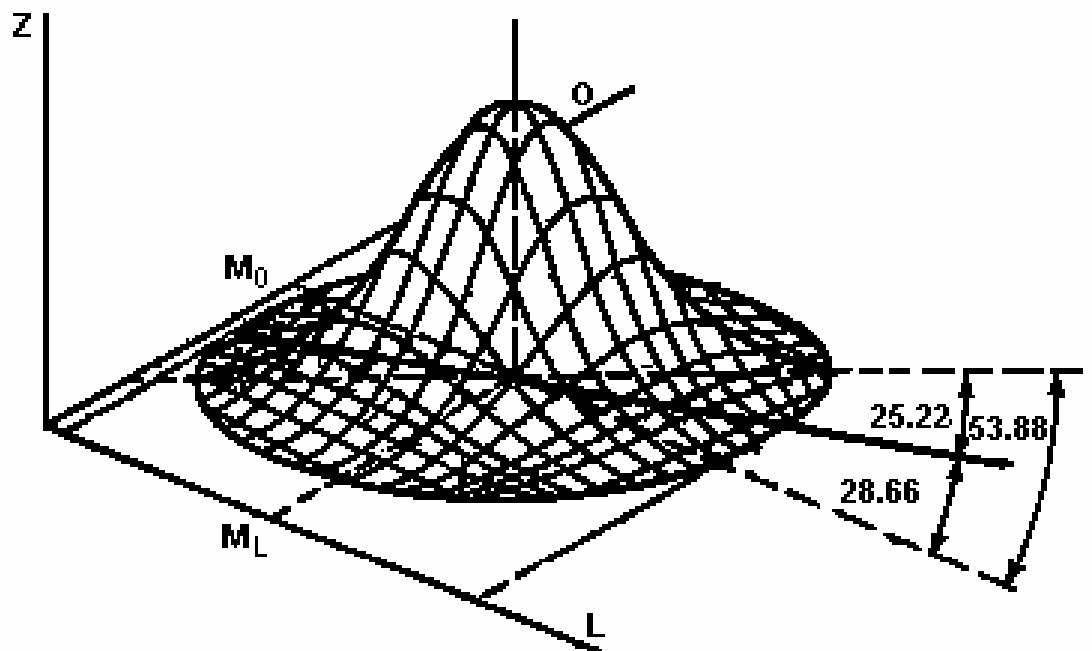
საჭიროა კონათა ნაწილში აღებული სხვაობა ΔR ტერფსა და ფეხსაცმელს შორის .

მაგალითისათვის ცხრილი 4.1. მოცემულია ქართველი ჯარისკაცთა სპეცფეხსაცმლის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის გაანგარიშებისათვის საჭირო პროგრამული ინფორმაციის მონაცემები.

ცხრილი 4.1.

№	პროგრამული ინფორმაციის უზრუნველყოფისათვის საჭირო მონაცემები	ინფორმაციის სიდიდე
1	L_1	243
2	R_1	201
3	h_R	12
4	n_n	3
5	n_L	10
6	n_R	10
7	L	262,1 მმ
8	R	243,2 მმ
9	σ_L	11,9 მმ
10	σ_R	12,3 მმ
11	$r_{L,R}$	0,57
12	n_N	6
13	ΔR	12 მმ

როგორც ავღნიშნეთ ორი ძირითადი ნიშნით ტერფების ზომების განაწილება ემთხვევა ორმაგ ნორმალურ განაწილებას [58], რომლის ფუძე არის ელიფსის ფორმის, მაგრამ დღემდე ამ ელიფსის დიდ დიამეტრს აიგივებენ ამ ორ ძირითად ნიშან-თვისებას შორის არსებულ რეგრესიის წრფესთან. ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის პრაქტიკული აგების დროს ჩვენ წინააღმდეგობაში აღმოვჩნდით და ეჭვი შეგვეპარა დიამეტრისა და რეგრესიის ხაზის თანმთხვევაზე. ამიტომ ჩავატარეთ ანალიტიკური მეთოდით ამ საკითხის გამოკვლევა (ნახ. 4.2).



ნახ 4.2. ელიფსის დიამეტრსა და რეგრესიის წრფეს შორის კუთხური სხვაობა.

გაგანალიზეთ რა კომპიუტერზე აგებული სპეცფექსაცმლის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტი, მივედით დასკვნამდე, რომ ორი ზომითი ნიშნით მიღებული ორმაგი ნორმალური განაწილების ფუძის ელიფსის (განაწილების პოლიგონის) დიდი დიამეტრი არ ემთხვევა ამ ორი ნიშნის დამოკიდებულების რეგრესიის წრფეს, როგორც ამას დღემდე

ფიქრობდნენ და მათ შორის აუცილებლად არსებობს კუთხე და ეს წრეწევები (რეგრესიის და დიაგონალის) იკვეთებიან აღნიშნულიელიფსი ცენტრში - წერტილში, რომელიც შეესაბამებიათ აღებული ძირითადი ნიშან-თვისებების საშუალო კოორდინატებს M_X და M_Y , რაც მტკიცდება იგივე ანალიტიკური მეთოდით.

როგორც ავღნიშნეთ, ორმაგი ნორმალური განაწილების კვეთის პროექცია XOY სიბრტყეზე გვაძლევს ელიფსს, რომელიც ითვლება მოცემული დონის ელიფსად. ორმაგი განაწილების განტოლებიდან იოლად შეიძლება განვსაზღვროთ ამ ელიფსის განტოლება, რომელსაც ექნება სახე:

$$\frac{(x - M_x)^2}{\sigma_x^2} - 2r_{x,y} \frac{(x - M_x)(y - M_y)}{\sigma_x \sigma_y} + \frac{(y - M_y)^2}{\sigma_y^2} = t^2 \quad 4.1.$$

სადაც: t^2 - მუდმივია და დამოკიდებულია კვეთის სიბრტყის განტოლებაზე.

ანალიტიკური მეთოდით ვიპოვოთ მოცემული ელიფსის დიამეტრის განტოლება. ამისათვის განტოლებას 4.1. გარდაექმნით ზოგად ფორმაში:

$$\frac{x^2 - 2xX_0 + x_0^2}{a^2} - \frac{2r(xy - xy_0 - x_0y + x_0y_0)}{ab} + \frac{y^2 - 2yY_0 + y_0^2}{b^2} - t^2 = 0$$

$$\frac{1}{a^2}x^2 - 2\frac{r}{ab}xy + \frac{1}{b^2}y^2 + 2\left(\frac{ry_0}{ab} - \frac{x_0}{a^2}\right)x + 2\left(\frac{rx_0}{ab} - \frac{y_0}{b^2}\right)y + \frac{x_0^2}{a^2} - \frac{2rx_0y_0}{ab} + \frac{y_0^2}{b^2} - t^2 = 0 \quad 4.2.$$

$$x_0 = M_x \quad y_0 = M_y$$

$$a = \sigma_x$$

$$b = \sigma_y$$

ცნობილია, რომ მეორე რიგის მრუდისათვის როგორცაა:

$$Ax^2 + 2B_{x,y} + C^2 + 2D_x + 2E_y + F = 0$$

ცენტრი შეიძლება ვიპოვოთ შემდეგი სისტემის ამოხსნით:

$$\begin{cases} Ax + By + D = 0 \\ Cx + By + E = 0 \end{cases} \quad 4.3.$$

ხოლო ელიფსის დიამეტრს ექნება სახე:

$$y - y_0 = K(x - x_0)$$

სადაც K - დიამეტრის კოეფიციენტი, ხოლო x_0 და y_0 ცენტრის კოორდინატებია. K შეიძლება ვიპოვოთ ფორმულით:

$$K = \operatorname{tg} \alpha = \frac{B}{K_1 - C} \quad 4.4.$$

სადაც: K - არის შემდეგი კვადრატული განტოლების ფესვი:

$$K^2 - (A + C)K + AC + B = 0 \quad 4.5.$$

$$K\text{- მეორე დიამეტრისათვის ტოლია: } K = \operatorname{tg} \alpha = \frac{B}{K_2 - C} \quad 4.6.$$

4.2. განტოლებაში ჩვენი რიცხვითი მნიშვნელობების შეტანის შემდეგ მიღებული მნიშვნელობების სისტემაში 4.3. ჩასმით ვიპოვით ცენტრს, ხოლო კოეფიციენტების მნიშვნელობების 4.4., 4.5. გამოსახულებაში ჩასმით ძნელი არ იქნება მივიღოთ დიამეტრის კოეფიციენტების პირობითი მნიშვნელობები $K = \operatorname{tg} \alpha = 1,388$. აქედან კუთხის მთავარი მნიშვნელობა $\alpha = 53,88^\circ$. თუ ამ მნიშვნელობას შევადარებთ რეგრესიის წრფის დახრის კუთხის მნიშვნელობას $28,66^\circ$, მივიღებთ, რომ ელიფსის დიამეტრისა და რეგრესიის წრფეს შორის კუთხე ჩვენ შემთხვევაში შეადგენს $25,22^\circ$.

ამგვარად ორ ნიშან-თვისებას შორის დამოკიდებულების გრაფიკულ გამოსახვაში უშვებდნენ შეცდომას, როდესაც ელიფსის დიდ დიამეტრს აიგივებენ რეგრესიის წრფესთან, რადგან ასეთ შემთხვევაში გარდა ელიფსის ცენტრისა (საშუალო მნიშვნელობების) სისრულითი ასორტიმენტისათვის ვერავითარ შემთხვევაში ვერ ავაგებდით ნორმალური განაწილების მრუდებს, განსაკუთრებით აბსურდულ სახეს იღებდა იგი კიდურა (ძალიან მცირე და დიდი) ზომების შემთხვევაში, როდესაც დიამეტრის ბოლო წერტილები არ იყო განაწილების პოლიგონის ბოლო წერტილები, რაც სინამდვილეს არ შეესაბამება, თუ ის ითვლება რეგრესიის წრფედ.

საკითხის ასე დაწვრილებით გაშუქება წარმოებს იმის გამო, რომ ასორტიმენტის აგების ახალ მეთოდში განაწილების პოლიგონზე რეგრესიის წრფის ზუსტ განსაზღვრას არსებითი მნიშვნელობა ენიჭება.

საზღვარგარეთის მრავალ ქვეყნებში მიმდინარეობს ექსპერიმენტები სისრულითი ასორტიმენტის აგების დროს ინტერვალის საყოფაცხოვრებო ფეხსაცმელშიც კი 10 მმ-მდე გაზრდის შესახებ [127, 134].

სისრულითი ინტერვალის გაზრდით მნიშვნელოვნად იზრდება მოსახლეობის მოხერხებული ფეხსაცმლით უზრუნველყოფის საკითხი, ნაშრომში [75] ნაჩვენებია თუ როგორ იზრდება სისრულითი ინტერვალის გაზრდით მოსახლეობის დაკმაყოფილების პროცენტი საყოფაცხოვრებო ფეხსაცმლის შემთხვევაში (ცხრილი 4.2.)

ცხრილი 4.2.

მოსახლეობის მოხერხებული ფეხსაცმლით უზრუნველყოფის პროცენტი

№	სისრულის ინტერვალი	სისრულეთა რაოდენობა	
		1	3
1	8	30,1	75,4
2	10	37,9	86,1

$\Delta R=10$ მმ-იანი სისრულით ინტერვალთ ფეხსაცმლის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტით ქართველი მამაკაცი მოსახლეობის მოხერხებული ფეხსაცმლით დაკმაყოფილება 10,7%-ით იზრდება ვიდრე $\Delta R=8$ მმ ინტერვალის შემთხვევაში და მიაღწევს 86,1 %. მოსახლეობის დანარჩენი ნაწილისათვის ეს ფეხსაცმელი არ იქნება მათი ტერფების ზომების შესატყვისი და ისინი იქნებიან ან ვიწრო (ფართო ტერფებისათვის) ან სრული (ვიწრო ტერფებისათვის). როგორც პრაქტიკა აჩვენებს, მიუხედავად ამისა მოსახლეობის გარკვეული ნაწილი მაინც

იქნეს მათი ტერფის ზომებთან ახლო მდგომ ზომების ფეხსაცმელს. ამიტომ ზომა-სისრულით ასორტიმენტში ფეხსაცმელების პროცენტულ გადანაწილებას რამდენადმე ცვლიან.

დაკვირვებით დაუადგინეთ, რომ საყოფაცხოვრებო ფეხსაცმლის შერჩევის დროს ადამიანები, რომლებსაც აქვთ ტერფი, მაგალითად 260 მმ ზომის და მაღალი სისრულის R_{+2} ფეხსაცმლის სამი სისრულით (R_{-1} , R , R_{+1}) დამზადების შემთხვევაში აუცილებლად აიღებს ერთი ზომით მეტს (265 მმ) მაგრამ ერთი სისრულით ნაკლებს (R_{+1}) რომელსაც სტანდარტი ითვალისწინებს. მართალია ამ შემთხვევაში ფეხსაცმელი 5 მმ-ით მეტი იქნება სიგრძეში, მაგრამ შემთხვევითი ზომა სრულიად დააკმაყოფილებს ტერფის მოთხოვნას. ფეხსაცმლის შერჩევის ასეთი წესი, როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ, ხშირად გვხვდება ეხლაც, როდესაც ფეხსაცმელი მზადდება მხოლოდ ერთი სისრულით. მოსახლეობის ის ნაწილი, რომლებსაც აქვთ ვიწრო ან სრული ტერფი, ასეთი წესით ირგებს თავიანთ ტერფებზე საშუალო სისრულის და სხვადასხვა ზომით დამზადებულ ფეხსაცმელებს.

შესაბამისად ასორტიმენტში დამზადებული ფეხსაცმლის პროცენტული თანაფარდობა, ვიწრო და სრული სისრულის ფეხსაცმელების მოთხოვნის პროცენტული გაზრდით რადენადმე შეიცვლება, რაც შესაბამისად გაზრდის მოსახლეობის სრული დაკმაყოფილების პროცენტს.

სამხედრო მოსამსახურეთა ფეხსაცმლის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის აგება საჭიროებს განსაკუთრებულ მიდგომას. მართალია ძირითადი პრინციპები აქაც იგივეა, მაგრამ არის ზოგიერთი თავისებური მიდგომები. მაგალითად, ასეთ კალაპოტებში ზომებს შორის ინტერვალი საშუალოდ 7,5 მმ-ია (7-8 მმ), სისრულითი ინტერვალი კი აიღება 12 მმ. ზომიდან ზომაზე გადასვლის ინტერვალის გაზრდა იწვევს სისრულითი ინტერვალის გაზრდასაც 1,5 მმ-ით, რაც ფაქტიურად ნაცვლად 3 მმ-ისა (საყოფაცხოვრებო ფეხსაცმელების კალაპოტებისათვის) ხდება 4,5 მმ სპეცფეხ-

საცმელებისათვის. სტანდარტში [52] სპეცფეხსაცმელების კალაპოტებს არ გააჩნია სისრულითი ნუმერაცია. ანალიზით დავადგინეთ, რომ ეს ასაკობრივი ჯგუფი მიეკუთვნება მე-5 სისრულის ჯგუფს. ამ ფეხსაცმლის სპეციალური დანიშნულებიდან გამომდინარე, გამოიყენება წინდის ნაცვლად ფეხსახვევი, რომლის სისქე წინდასთან შედარებით დიდია. ეს კი იწვევს დანამატის აუცილებლობას, განსაკუთრებით კონათა ნაწილში. ფეხსახვევის ზომები განსაზღვრულია და იგი შეადგენს 700×300 მმ-ს. მისი შემოხვევა ხორციელდება უშუალოდ ტერფზე, მოხრის უბნამდე და არ მოიცავს წვივს. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ფეხსახვევები გამოიყენება მხოლოდ იუფტის ჩექმებში, ხოლო წაღებში და ნ/ჩექმებში (ამერიკული და თურქული სპეცფეხსაცმელები) იყენებენ წინდებს. გარდა ფეხსახვევისა, დანამატის სიდიდეს ზრდის ჩასაფენი ღაბაშის სისქე, რომელიც სტანდარტით 1937-73 შეადგენს 2,1-2,3 მმ-ს, რაც საყოფაცხოვრებო ფეხსაცმლის ჩასაფენი ღაბაშის სისქეზე 0,8-1,4 მმ-ით მეტია სტანდარტი 941-78.

სპეცფეხსაცმელების ეს თავისებურებები გარკვეულ გავლენას ახდენს განაწილების პოლიგონზე რეგრესიის წრფეების მდებარეობაზე, მაგრამ იგი უმნიშვნელო ძვრადობაა და პრაქტიკულად არ აისახება ასორტიმენტზე. გავითვალისწინეთ რა სამხედრო მოსამსახურეთა ტერფების ძირითადი ზომების მოლოდინები L-262 მმ და R- 243,2 მმ (ზემოთ განხილული მიზეზების გათვალისწინებით) მივიღეთ შემდეგი განაწილება – ნახ 4.3.

როგორც ნახ. 4.3.-დან ჩანს, 5 სისრულით ასორტიმენტის აგება უზრუნველყოფს სამხედრო მოსამსახურეთა 94,72%-ით დაკმაყოფილებას. მაგრამ სტანდარტით გათვალისწინებულია ფეხსაცმლის მხოლოდ 3 სისრულით დამზადება. ასეთ შემთხვევაში თუ გავითვალისწინებთ იგივე დაშვებებს, როგორც ეს კეთდება საყოფაცხოვრებო ფეხსაცმელების ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის აგების დროს (იხ. ნახ. 5.6.) და რამდენადმე დავამრგვალებთ,

სპეცფესსაცმელებისათვის ოპტიმალური ზომა-სისრულითი ასორტიმენტი მიიღებს სახეს: ცხრილი 4.3.

ამგვარად დიდი ალბათობით ასეთი ზომა-სისრულითი ასორტიმენტი უახლოესი 5 წლის განმავლობაში სრულიად დააკმაყოფილებს ქართველ სამხედრო მოსამსახურეებს ერგონომიული სპეცფესსაცმლით.

სამხედრო მოსამსახურეთა სპეცფეხსაცმლის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტი

ზომა სისრულე	247	255	262	270	277	285	%
ვიწრო (3)	1	5	10	6	3	1	26
საშუალო (5)	3	9	13	9	4	1	39
სრული (7)	3	9	11	7	4	1	35

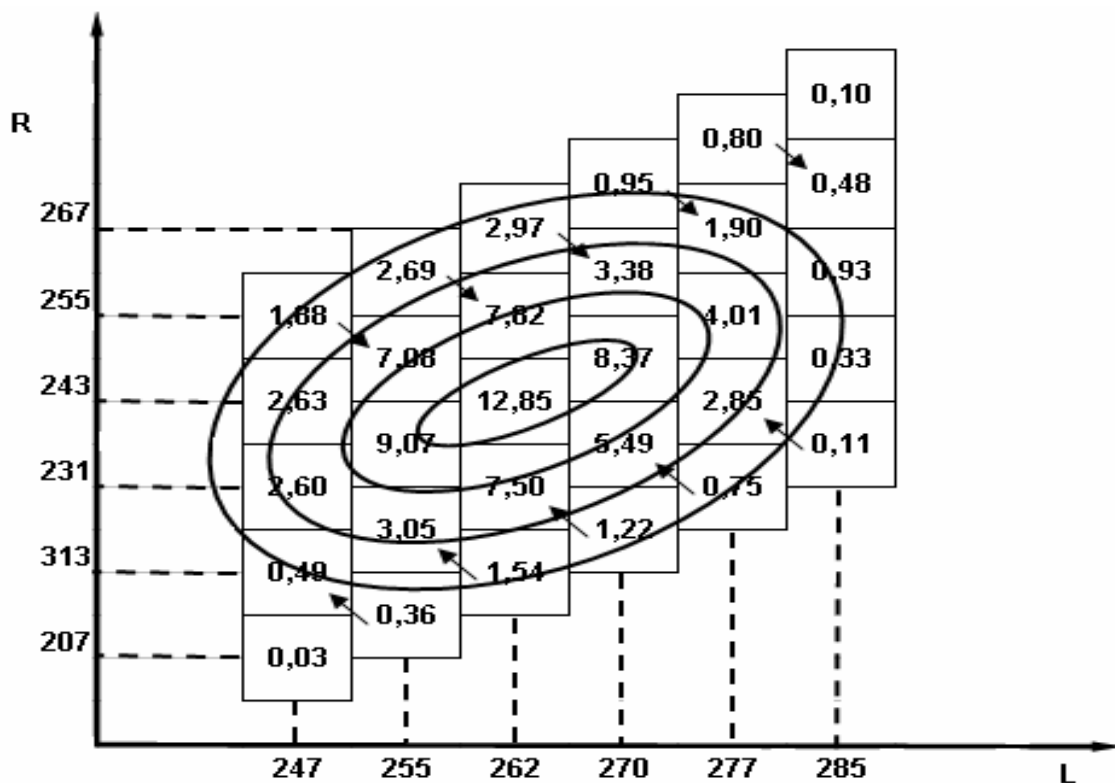
Σ=100%

ოპტიმალური ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის აგებას ახალ საბაზრო ურთიერთობების პირობებში სხვაგვარი მიდგომა სჭირდება, ეხლა ქვეყანაში ჯერჯერობით თითქმის არ ფუნქციონირებენ ის „გიგანტი“ საწარმოები, როგორც იყო თბილისში ფეხსაცმლის საწარმოო გაერთიანება „ისანი“, ქუთაისის, ბათუმის და სოხუმის ტყავფეხსაცმლის კომბინატები და ა.შ. მათ ნაცვლად შეიქმნა უამრავი მცირე საწარმოები და ინდემწარმეები, რომლებიც ხშირ შემთხვევაში სრული ზომითი ასორტიმენტით ვერ მუშაობენ ეკონომიკური დანახარჯების შემცირების მიზნით (კალაპოტები, ფორმირებული დეტალები და სხვა). ამიტომ, თითოეული მეწარმე ირჩევს მისთვის მისაღებ ზომებს, რომლის რეალიზაციას იგი რადენაღმე უფრო სწრაფად ახერხებს ვიდრე სხვა ზომებსა და სისრულეებს. ამგვარად დგება ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის კიდევ უფრო დაკონკრეტების, მეწარმის მიერ მისთვის ოპტიმუმის მოძებნის მიზნით. ე.ი. მეწარმემ მისთვის ხელსაყრელი სეგმენტი უნდა მოძებნოს ბაზრის მთელ წრეში, რათა ხელი შეუწყოს მისი ფეხსაცმლის რეალიზაციას.

აქედან გამომდინარე ჩვენი ამოცანაც დაკონკრეტდა, ე.ი. ჩვენს მიერ აგებულ ასორტიმენტში უფრო კონკრეტულად უნდა გამოჩენილიყო ამა თუ იმ ზომისა და სისრულის პროცენტული რაოდენობა მთელ ერთობლიობაში.

ისე როგორც წინა შემთხვევებში სამაგალითოდ სტატისტიკურ ინფორმაციად ავიღეთ საქართველოს ჯარისკაცთა ანთროპომეტრიული

მონაცემები. მათი უფრო ვრცლად მოცვის მიზნით სისრულეთა რაოდენობა ავიღეთ 5 და არა 3, როგორც ამას სტანდარტი ითვალისწინებს. ამ მონაცემებით ავაგეთ ტერფების ზომების პროცენტული განაწილების ელიფსის სახის პოლიგონი - ნახ. 4.4.



ნახ. 4.4. დონის წირებით აგებული ფეხსაცმლის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის პოლიგონი.

ფეხსაცმლის ოპტიმალური ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის განსაზღვრისათვის ვიყენებთ მიღებულ პოლიგონს, რომელიც მოცემულ შემთხვევაში წარმოადგენს დისკრეტულ ძალოვან ველს, რომლებიც გატარებულია დონის წირებით და რომლებიც ჩვენს შემთხვევაში წარმოადგენენ ელიფსების ოჯახს.

კოორდინატთა სისტემაში დაკმაყოფილების (დონის) ელიფსის აგებისათვის, ორდინატაზე ვიპოვიით ფეხსაცმლის ზომას, ხოლო

აბსცისაზე სისრულეთა რაოდენობას ($\Delta R=12$ მმ). ყოველ ზომით ინტერვალზე დაგვაქვს მართკუთხედის სახის ფართის ელემენტი. ფართის ყოველ ელემენტზე გათვლილია ტერფების რაოდენობა, რომლებიც შეესაბამება პირობითი სპეცფესსაცმლის ზომებს, რომლებიც მოთავსებულია ამ დიაპაზონში (დონეზე), ერთი და იგივე სიდიდის წერტილებს ვაერთებთ მრუდი წირებით და მივიღებთ ელიფსს. სხვა ელიფსები იქნება ამ ელიფსის კონცენტრული. ყველა ელიფსის ცენტრი მოთავსებული იქნება იქ, სადაც არის ტერფების (სპეცფესსაცმლის) განაწილების მაქსიმალური სიმკვრივე.

ზემოთ აღნიშნული ელიფსები საერთო სიმრავლიდან გამოყოფს იმ ზომებსა და სისრულეებს, რომლებიც უნდა აიღოს მეწარმემ მისი შესაძლებლობის ფარგლებში, რათა ოპტიმალურად დააკმაყოფილოს ჯარისკაცები მოხერხებული ფესსაცმლით. ზომისა და სისრულის მიკუთვნება ელიფსის სარტყეზე განისაზღვრება შემდეგნაირად: თუ ფართის ელემენტის ცენტრი, რომელიც პოლიგონზე შეესაბამება მოცემულ ზომასა და სისრულეს, მოთავსებულია ელიფსის შიგნით, მაშინ ის ითვლება ამ ელიფსის შემადგენლობაში.

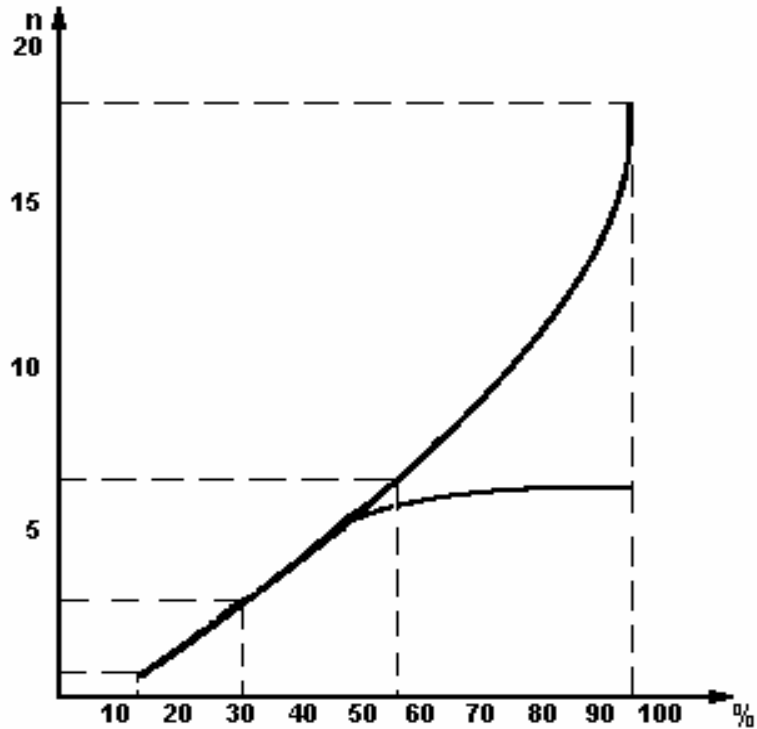
ეს ელიფსები (დონის წირები) საშუალებას იძლევა, ნებისმიერმა მეწარმემ ზომებისა და სისრულეების ოპტიმალური ვარიანტის შერჩევით მაქსიმალურად დააკმაყოფილოს ჯარისკაცები მოხერხებული ფესსაცმლით. მაგალითად სურათი 4.4. პირველი ელიფსი გვიჩვენებს, რომ ერთი ზომითა და ერთი სისრულით შესაძლებელია მოსახლეობის მხოლოდ 12,85 %-ის დაკმაყოფილება მოხერხებული ფესსაცმლით; მეორე ელიფსი 3 ზომით და ერთი სისრულით 30,29 %; მესამე ელიფსი 3 ზომით და სამი სისრულით – 58,09% და ა.შ. როგორც პროცენტული შეფარდება გვიჩვენებს, ეს ელიფსები განსაზღვრავენ იმ ზომებსა და სისრულეებს, რომლებიც უნდა ავიღოთ ზომებისა და სისრულეების შეზღუდული რაოდენობის შემთხვევაში. მაგალითად პირველი ელიფსის

შემთხვევაში ნაჩვენებია 1 ზომით (ერთი წყვილი კალაპოტით) საუკეთესო ზომები, მეორე ელიფსით 3 წყვილი კალაპოტით საუკეთესო ზომები მესამე ელიფსით 7 წყვილი კალაპოტით და ა.შ. აღნიშნული პოლიგონით მეწარმეს საშუალება ეძლევა (შედარებით სუსტ მეწარმეებს) შეირჩიონ პოლიგონის ის სეგმენტი, რომელიც სხვა მეწარმეებს (ძლიერ მეწარმეებს) ათვისებული არ აქვთ და ამგვარად შეავსოს მოთხოვნა კიდურა ზომების სპეცფიქსაციებით (არატიპიური ტერფებისათვის), რაც ძალიან ხშირად წარმატებულად მიმდინარეობს. ხშირად ის მეწარმეები, რომლებიც კმაყოფილდებიან მხოლოდ ერთი სისრულის ფიქსაციების დამზადებით, ზომით ასორტიმენტში შეჰყავთ მაგალითად 285 ზომა (საშუალო სისრულის) მოსახლეობაში კი ასეთი ზომის ტერფების რაოდენობა შეადგენს მხოლოდ 0,93 %-ს, მაშინ როდესაც 262 ზომის მაგრამ მაღალი სისრულის მქონე ტერფების რაოდენობა შეადგენს 7,8 %-ს, ანუ 8,4-ჯერ მეტს, ე.ი. ალბათობა იმისა, რომ ასეთი ზომების ფიქსაციის მსურველი გამოჩნდება - 8,4-ჯერ მეტია.

როგორც სურ. 4.4.-დან ჩანს 5 სისრულით ასორტიმენტის აგება უზრუნველყოფს სამხედრო მოსამსახურეთა 94,72 %-ით დაკმაყოფილებას, მაგრამ სტანდარტით გათვალისწინებულია ფიქსაციის მხოლოდ 3 სისრულით დამზადება. პრაქტიკაში დღესაც მიღებულია კიდურა სისრულებების მომიჯნავე სისრულებებზე გადატანა, რითაც მოიმატებს დაბალი და მაღალი სისრულებების სპეცფიქსაციებზე მოთხოვნა, მაშინ მივიღებთახალ პოლიგონს სამ სისრულეზე სურ. 4.5. ასეთ შემთხვევაში ზემოთ აღნიშნული 262 ზომის მაღალი სისრულის ხვედრითი წილი გაიზრდება არა 8-ჯერ არამედ 11-ჯერ მეტად, რაც მიუთითებს სპეცფიქსაციის სამი სისრულით დამზადების მნიშვნელოვან უპირატესობაზე. ნახ. 4.3.

მეწარმეები ფეხსაცმელების მხოლოდ ერთი სისრულით დამზადებას ხსნიან იმით, რომ სამი სისრულით მუშაობა ართულებს და აძვირებს პროდუქციის წარმოებას.

აღნიშნულის შესახებ ჩვენ დავამტკიცეთ, რომ ეს ასე არ არის, რომ შესაძლებელია ერთი სისრულის ნამზადით სამი სისრულის ფეხსაცმელების დამზადება სურათი 2.2. საიდანაც ნათლად ჩანს, თუ რამდენად ეფექტურია აღნიშნული მეთოდით ფეხსაცმელების დამზადება, ანუ ნახვენებია როგორ შეიძლება მინიმალური დანახარჯებით მაქსიმალური ეფექტის მიღწევა. მაგალითად, თუ მიღებული ელიფსების მიხედვით ავაგებთ გრაფიკს - სურათი 4.4., რომელიც დამოკიდებულებას ამყარებს ზომებისა და სისრულების მოსახლეობის მოხერხებული ფეხსაცმლით ოპტიმალურად დაკმაყოფილების პროცენტთან, ნათლად დავინახავთ, რომ მეოთხე ელიფსამდე ზომებისა და სისრულების გაზრდით ინტენსიურად იზრდება ჯარისკაცების დაკმაყოფილება მოხერხებული ფეხსაცმლით, ზომებისა და სისრულების შემდგომი გაზრდა უმნიშვნელოდ ზრდის დაკმაყოფილების პროცენტს, რაც უცხო მომხმარებელზე ფეხსაცმლის მიწოდებისათვის არარენტაბელურია. ამიტომ ჯარისკაცების დარჩენილი მასა სრული სტანდარტული ასორტიმენტის ზომების გამოკლებით ე.ი. მხოლოდ 5 %) ფეხსაცმელს იკერავს ინდივიდუალური წესით (არატიპური ტერფები). მეოთხე ელიფსის დონეზე ფეხსაცმელების დასამზადებლად საჭიროა 18 სხვადასხვა ზომის კალაპოტი და საჭრისების კომპლექტი, დაკმაყოფილება კი 95%-მდეა. ეს კი უცნობი მომხმარებლისათვის ფეხსაცმლით დასაკმაყოფილებლად საკმაოდ დიდი პროცენტია.



ნახ. 4.5. საჭრისების რაოდენობასა და დაკმაყოფილების პროცენტს შორის დამოკიდებულების გრაფიკი.

ფეხსაცმლის სამი სისრულით დამზადების რაციონალური მეთოდი მოცემულია 2.4 თავში. გრაფიკზე (სურათი 4.5) საკმაოდ თვალნათლივ ჩანს ამ მეთოდის ეკონომიკური ეფექტურობა. ამ მეთოდის მიხედვით ფეხსაცმლის 3 სისრულით დასამზადებლად ნაცვლად 18 კომპლექტი საჭრისებისა, იგივე 95 % მოსახლეობისა კმაყოფილდება 6 კომპლექტი საჭრისებით, რაც ჩვენი გათვლით ერთ საწარმოში წელიწადში 5 მოდელის ჩაშვების შემთხვევაშიც კი საჭრისების რაოდენობის და მათი შენახვის ხარჯების შემცირების გამო წელიწადში იძლევა მნიშვნელოვან ეკონომიას.

ცხრილის 4.3. კორექტირება აუცილებელია ანთროპომეტრიული კვლევების ჩატარებიდან ყოველ 10 წელიწადში, ვინაიდან ზომა-სისრულით ასორტიმენტზე გავლენას ახდენს აქსელერაციის პროცესი.

სპეცფეხსაცმლის ოპტიმალური ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის გაანგარიშების ჩვენს მიერ შემუშავებული მეთოდი პრაქტიკულად დაინერგა სამეცნიერო-სამეწარმეო წევრთა კავშირი

„ინტეგრატორის“ მცირე სიმძლავრის საწარმოებში. ჩატარებული კვლევების მონაცემების ბაზაზე დამზადებული ჯარისკაცის სპეცფესსაცმელების ქუთაისის საველე პირობებში გამოცდით დადასტურდა მათი უტილიტარული თვისებების პარამეტრების მნიშვნელოვანი გაუმჯობესება.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე შემუშავდა სტანდარტის პროექტი „სამხედრო მოსამსახურეთა სპეცფესსაცმლი“. იგი განსახილველად გადაეცა თავდაცვის სამინისტროს.

დასკვნები და რეკომენდაციები

1. სპეცფეხსაცმლის მოხერხებულობა განპირობებულია მრავალი ფაქტორით: ა) ფეხსაცმელში ტერფის საყრდენი ზედაპირის ფორმის ტერფის ფორმასთან შესაბამისობით; ბ) სპეცფეხსაცმლის ზომების ტერფის ზომებთან სწორი შეფარდებით; გ) ასეთი ზომების ჯარისკაცთა მიერ მოთხოვნის შესაბამისი ზომა-სისრულთი ასორტიმენტით დამზადებით; დ) ერგონომიული ფეხსაცმლის დამზადების ტექნოლოგიის მარტივი და ეკონომიური მეთოდის შემუშავებით და სხვა ფაქტორებით, რომლებიც ყველა შემთხვევაში დაფუძნებულია იგივე ჯარისკაცების ანთროპომეტრიული კვლევის მასალებზე;

2. გაანალიზებულია ტერფის ფუნქციები, ნორმიდან მათი შესაძლო გადახრები და ამ გადახრების შედეგები. პლანტოგრამების ზედდების მეთოდის გამოყენებით გამოვლენილი იქნა ჯარისკაცთა ტერფების საშუალო ტიპური ანაბეჭდები ზომების მიხედვით, რომლებიც საფუძველი გახდა ფეხსაცმლის ამონაგების კონსტრუქციის ასაგებად. მიღებული იქნა ამონაგების ჰორიზონტალური პროექციის ტიპური კონტურები;

შემუშავებული მეთოდიკით გამოვლინდა ქართულ ჯარში მომსახურე ჯარისკაცებს შორის I, II და III ხარისხის ბრტყელტერფიანობის არსებობა და მათი პროცენტული განაწილება;

3. დადგინდა, რომ ტერფის პათოლოგიური გადახრების არსებობის შემთხვევაში, აუცილებელია მომხმარებლის ფეხსაცმელი აღჭურვილი იყოს ორთოპედიული ელემენტებით, რომლებიც შეესაბამებიან ტერფის მდგომარეობას – ფორმას და უზრუნველყოფენ დაწნევის მაქსიმალურად თანაბარ განაწილებას ტერფზე. ამ მხრივ ყველაზე ეფექტურ ორთოპედიულ ელემენტს წარმოადგენს ინდივიდუალური წესით დამზადებული ორთოპედიული ჩასაფენი დაბაში ამონაგებით;

4. ცდით დადასტურდა, რომ ერგონომიული ფეხსაცმლის შემუშავების დროს, ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ნაწილის – საყრდენი ზედაპირის მოხერხებულობა სპეცდანიშნულების ფეხსაცმელებში შესაძლებელია მიღწეულ იქნეს მხოლოდ საფეიქრო ბოჭკოების ნახევრადმოთელილ მდგომარეობაში შემავსებლად გამოყენების შემთხვევაში. ამ მიზნით კარგ შედეგს იძლევა 24% მატყლის და 76% ბამბის ბოჭკოს ნაზავი. ასეთი შემავსებლით დამზადებული სპეცფეხსაცმლის დაბაშმა ტერფის კვალის სტერეოფორმა მიიღო ტარებიდან მესამე დღეს;

5. პლანტოგრამებისა და კალაპოტების ზომების ანალიზის საფუძველზე შემუშავდა ფეხსაცმლის სილუეტის განსაზღვრის K კოეფიციენტი, რომელიც ახასიათებს კალაპოტის კონათა ნაწილში კვალის სიგანის შემოხვევასთან შეფარდების დასაშვებ სიდიდეს;

6. ჩატარდა ანალიტიკური და ექპერიმენტალური კვლევები, რომლის შედეგად შემუშავდა და დაინერგა მხოლოდ საშუალო სისრულის ნამზადებით სპეცფეხსაცმელების სამი სისრულით დამზადების ახალი მეთოდი, რომელიც გამორიცხავს ორგანიზაციულ სირთულეებს და დამატებით მატერიალურ დანახარჯებს;

7. სამუშაოს ძირითადი ამოცანების მეცნიერულად დასაბუთებული გადაწყვეტის მიზნით საქართველოს ჯარისკაცთა მასიური ანთროპომეტრიული გამოკვლევის (სულ 1000 ტერფი) მასალები დამუშავდა მათემატიკური მეთოდების გამოყენებით თანამედროვე კომპიუტერზე, რომლის შედეგად დადგინდა ჯარისკაცების ტერფის ზომების ძირითადი სტატისტიკური პარამეტრები, მათი განაწილების კანონზომიერებები, ცალკეულ ზომით ნიშან-თვისებას შორის კავშირები (კორელაციური და რეგრესიული ანალიზი);

8. ტერფის ძირითადი ზომების ორმაგი ნორმალური განაწილების საფუძველზე შემუშავდა სპეცფეხსაცმლის ზომა-სისრულითი

ასორტიმენტის აგების ახალი მეთოდი, კომპიუტერის პროგრამული უზრუნველყოფით;

9. სამუშაოში მიღებული შედეგები და ახალი მეთოდები სპეცფესსაცმლის დამზადების დროს პრაქტიკულად დაინერგა სამეცნიერო-სამეწარმეო წევრთა კავშირის „ინტეგრატორის“ მცირე საწარმოებში.

10. ნაშრომში მოცემული სპეცფესსაცმლის უტილიტარული თვისებების გაუმჯობესების კვლევის შედეგები პრაქტიკულად საველე პირობებში შემოწმდა ქუთაისის სამხედრო ნაწილებში.

დანართი

დანართი 2. 1

კალაპოტის (ფ 912919) ზომის ცვლილებებით მიღებული გეოდეზიური საზღვრის
სიგრძის ექსპერიმენტალური მნიშვნელობები

250			260			270			280			290							
ფ	L მ		L მ	L მ		L მ	L მ		L მ	L მ		L მ	L მ						
	სიწმ	ფ		სიწმ	ფ		სიწმ	ფ		სიწმ	ფ		სიწმ	ფ	სიწმ	ფ			
293.6	1	294.1	2	305.9	3	306.2	4	317.3	2	317.9	1	329.9	2	330.2	3	341.7	2	342.3	3
293.5	2	294.0	3	305.8	4	306.1	4	317.2	2	317.8	2	329.8	3	330.1	2	341.5	3	342.1	2
293.4	4	293.9	2	305.7	4	306.0	5	317.1	4	317.7	3	329.7	4	330.0	3	341.4	4	342.0	3
293.3	3	293.8	3	305.6	4	305.9	2	317.0	4	317.5	3	329.6	2	329.9	3	341.3	2	341.9	3
293.2	4	293.7	4	305.5	3	305.8	3	316.9	3	317.4	2	329.5	2	329.8	2	341.2	2	341.8	2
293.1	4	293.6	3	305.4	1	305.7	1	316.8	2	317.3	3	329.4	3	329.7	3	341.1	3	341.7	3
293	2	293.5	1	305.3	1	305.6	1	316.7	2	317.2	4	329.3	1	329.6	2	341.0	1	341.6	2
-	-	293.4	2	-	-	305.5	1	316.6	1	317.1	1	329.2	2	329.5	1	340.9	2	341.5	1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	317.0	1	329.1	1	329.4	1	-	-	-	-
L მ = 293,3 L მ = 293,8			L მ = 305,7 L მ = 306,0			L მ = 316,9 L მ = 317,4			L მ = 329,6 L მ = 329,8			L მ = 341,2 L მ = 341,9							
L = 293,6			L = 305,9			L = 317,2			L = 329,7			L = 341,6							
o = 0,33			o = 0,25			o = 0,32			o = 0,29			o = 0,36							
m = 0,05			m = 0,04			m = 0,05			m = 0,04			m = 0,06							

კალაპოტის (ფ 912258) სისრულით ინტერვალის ცვლილების დროს მიღებული გეოდეზიური ხაზების სიგრძის ექსპერიმენტალური მნიშვნელობები

252				250				248				246				240			
L ბ		L ა		L ბ		L ა		L ბ		L ა		L ბ		L ა		L ბ		L ა	
მაღალი	ცაიხედი	მაღალი	ცაიხედი	მაღალი	ცაიხედი	მაღალი	ცაიხედი	მაღალი	ცაიხედი	მაღალი	ცაიხედი	მაღალი	ცაიხედი	მაღალი	ცაიხედი	მაღალი	ცაიხედი	მაღალი	ცაიხედი
316,0	4	316,2	2	315,4	1	315,8	1	314,7	1	315,0	3	313,7	1	314,1	2	311,6	1	312,1	1
315,9	3	316,5	4	315,3	2	315,7	2	314,6	3	314,9	2	313,6	2	314,0	2	311,5	1	312,0	1
315,8	3	316,4	3	315,2	3	315,6	5	314,5	2	314,8	4	313,5	3	313,9	3	311,4	4	311,9	4
315,7	3	316,3	2	315,1	2	315,5	0	314,4	2	314,7	4	313,4	5	313,8	4	311,3	5	311,8	3
315,6	2	316,2	5	315,0	3	315,4	0	314,3	5	314,6	5	313,2	2	313,7	3	311,2	2	311,7	3
315,5	2	316,1	3	314,9	4	315,3	1	314,2	3	314,5	1	313,1	2	313,6	3	311,1	3	311,6	2
315,4	3	316,0	2	314,8	3	315,2	0	314,1	1	314,3	1	313,0	2	313,5	3	311,0	3	311,5	4
315,3	1	315,9	2	314,7	1	315,0	1	314,0	1							310,8	1	311,4	2
315,5		316,3		315,0		315,5		314,4		314,8		313,3		313,8		311,2		311,7	
L = 316,0				L = 315,0				L = 314,6				L = 313,6				L = 311,5			
o = 0,36				o = 0,32				o = 0,25				o = 0,30				o = 0,29			
m = 0,06				m = 0,05				m = 0,04				m = 0,04				m = 0,04			
0,7				0,7				1,0				2,1				2,4			

234				232				230				230			
L ბ		L ა		L ბ		L ა		L ბ		L ა		L ბ		L ა	
მაღალი	ცაიხედი	მაღალი	ცაიხედი	მაღალი	ცაიხედი	მაღალი	ცაიხედი	მაღალი	ცაიხედი	მაღალი	ცაიხედი	მაღალი	ცაიხედი	მაღალი	ცაიხედი
309,5	1	309,8	3	308,6	3	309,1	2	307,8	1	308,4	2	307,1	1	307,7	1
309,3	2	309,7	2	308,5	2	309,1	2	307,7	1	308,3	1	307,1	2	307,5	2
309,2	1	309,6	2	308,4	3	309,0	3	307,6	3	308,2	3	307,0	4	307,4	1
309,1	1	309,5	2	308,3	2	308,9	4	307,5	2	308,1	3	306,9	2	307,3	2
309,0	4	309,4	3	308,2	5	308,8	4	307,4	4	308,0	4	306,8	3	307,2	3
308,9	3	309,3	3	308,1	2	308,7	2	307,3	4	307,9	2	306,7	2	307,1	2
308,7	4	309,2	3	308,0	2	308,6	2	307,2	2	307,8	3	306,6	3	307,0	2
308,6	2			307,9	1	308,4	1	307,1	3	307,7	1	306,6	2	306,9	1
308,9		308,9		308,3		308,9		307,4		308,0		306,8		307,2	
L = 309,1				L = 308,6				L = 307,7				L = 307,0			
o = 0,38				o = 0,35				o = 0,38				o = 0,29			
m = 0,06				m = 0,06				m = 0,06				m = 0,04			
2,4				0,5				0,9				0,7			

ტერფის ანთროპომეტრიული კვლევის (გაზომვის) შედეგების სარეგისტრაციო ბლანკი

№		ზვარი, სახელი , მამის სახელი						სქესი	
რიცხვი		პროფესია						ასაკი	
R _პ ^{მარჯ}	R _ბ ^{მარჯ}	R _{პუა} ^{მარჯ}	R _{ორ.} ^{მარჯ}	R _{წვ} ^{მარჯ}	H _{წვ} ^{მარჯ}	R _პ ^{მარც}	R _ბ ^{მარც}	R _{პუა} ^{მარც}	R _{ორ.} ^{მარც}
L ^{მარჯ}	W _პ ^{მარჯ}	W _ბ ^{მარჯ}	W _კ ^{მარჯ}	L ^{მარც}	W _პ ^{მარც}	W _ბ ^{მარც}	W _კ ^{მარც}		

დანართი 3. 2

ძირითადი სტატისტიკური პარამეტრებისა და გენერალურ ერთობლიობათა შედარების საანგარიშო პროგრამა.

```
Private Sub CommandButton1_Click ()
    On Error GoTo m_Exit

    s1 = If(Not TextBox1 = "", "B9 >= " & TextBox1 & ", " & "")
    s2 = If(Not TextBox5 = "", "B9 <= " & TextBox5 & ", " & "")
    s3 = If(Not TextBox2 = "", "D9 >= " & TextBox2 & ", " & "")
    s4 = If(Not TextBox6 = "", "D9 <= " & TextBox6 & ", " & "")
    s = " " & " " & " "
    s5 = If(Not TextBox7 = "", "J9 = " & s & TextBox7 & s & ", " & "")
    s6 = If(Not TextBox8 = "", "K9 >= " & TextBox8 & ", " & "")
    s7 = If(Not TextBox10 = "", "K9 <= " & TextBox10 & ", " & "")
    s = s1 + s2 + s3 + s4 + s5 + s6 + s7

    If s = "" Then Exit Sub
    s = "=AND(" + s
    s = Mid(s, 1, Len(s) - 1)
    s = s + ")"

    Range("h2"). Formula = s

    s = TextBox9

    Range(s). AdvancedFilter Action:=xlFilterInPlace, CriteriaRange:=Range _ ("H1 : H2"), Unique:=False

    SetData
    Sheets(1). Range("AF1:AG5000").ClearContents
    Sheets(1). Range("Y3:Y4"). ClearContents
    Sheets(2). Range("U3:AA10"). Clear
    Sheets(2). Range("A2:F10000"). Clear
    Sheets(2). Range("N1:N9"). Clear

    m Exit:
        Exit Sub

End Sub

Private Sub CommandButton2_Click ()

On Error Resume Next

    ActiveSheet.ShowAllData.
End Sub

Private Sub CommandButton3_Click ()
    Unload Me
End Sub

Private Sub Label11_Click ()

End Sub

Private Sub Userform_Initialize ()
```

TextBox9 = Cells (2, 9)

With Sheets (1)

TextBox1 = .Range ("V1")
TextBox5 = .Range ("W1")
TextBox2 = .Range ("V2")
TextBox6 = .Range ("W2")
TextBox7 = .Range ("V3")
TextBox8 = .Range ("V4")
TextBox10 = .Range ("W4")

End With

End Sub

Private Sub UserForm_Terminate ()

SetData

End Sub

Private Sub SetData ()

ფანჯარა 3. 3

თრფაქტორიანი რეგრესიის საანგარიშო პროგრამა

Sub setting ()

On Error GoTo m_Exit

N = Range ("I16"). Value

Range ("A" & (N + 2) & ":F10000"). ClearContents

Range ("I24"). Formula = "=SQRT (SUMXMY2 (D2 : D" & N & ", E2 : E" & N & ") / (N-4))"

Range ("I24"). Formula = "=SQRT (SUMXMY2 (D2 : D" & N & ", E2 : E" & N & ") / (N-4))"

Range ("H3"). Formula = "=AVERAGE (A2 : A" & (N + 1) & ")"

Range ("I3"). Formula = "=AVERAGE (B2 : B" & (N + 1) & ")"

Range ("J3"). Formula = "=AVERAGE (D2 : D" & (N + 1) & ")"

For k = 2 To N + 1

Range ("Q" & k). Formula = "=A" & k & "-x1"

Range ("R" & k). Formula = "=B" & k & "-x2"

Range ("T" & k). Formula = "=D" & k & "-T_"

Next

Range ("H6"). Formula = "=SUMPRODUCT (Q2 : Q" & (N + 1) & ", Q2:Q" & (N + 1) & ")"

Range ("I6"). Formula = "=SUMPRODUCT (Q2 : Q" & (N + 1) & ", R2:R" & (N + 1) & ")"

Range ("J6"). Formula = "=SUMPRODUCT (Q2 : Q" & (N + 1) & ", T2:T" & (N + 1) & ")"

Range ("I7"). Formula = "=SUMPRODUCT (R2 : R" & (N + 1) & ", R2:R" & (N + 1) & ")"

Range ("J7"). Formula = "=SUMPRODUCT (R2 : R" & (N + 1) & ", T2:T" & (N + 1) & ")"

For k = 2 To N + 1

Range ("F" & k). Formula = "=Y +B1 * (A" & k & "-x1) +B2 * (B" & k & "-x2)"

Range ("F" & k). Formula = "=Y_+_B1 * (A" & k & "-x1_)+_B2 * (B" & k & "-x2_)"

Next

Cells (6, 15). Formula = "=SQRT (SUMXMY2 (D2 : D" & N & ", E2 : E" & N & ") / (N - 4))"

Cells (8, 15). Formula = "=SQRT (ABS ((INDEX (MIVERSE (H6 : i7), 1, 1) * SUMXMY2 (D2 : D" & N & ", E2 : E" & N & ") / (N - 4))))"

Cells (9, 15). Formula = "=SQRT (ABS ((INDEX (MIVERSE (H6 : i7), 2, 2) * SUMXMY2 (D2 : D" & N & ", E2 : E" & N & ") / (N - 4))))"

Exit Sub

m Exit:

MsgBox "Error Runing !"

End Sub

With Sheets (1)

. Range (" V1 ") = TextBox1

. Range (" W1 ") = TextBox5

. Range (" V2 ") = TextBox2

. Range (" W2 ") = TextBox6

. Range (" V3 ") = TextBox7

. Range (" V4 ") = TextBox8

. Range (" W4 ") = TextBox10

End With

End Sub

სამხედრო მოსამსახურეთა ტერფის ზომები

ტერფის სიგრძე				შემოხვევა გარე კონთა ნაწილში											
ინტერვალი 7.5 მმ	მარჯვენა	მარცხენა	გაერთიანებული	ინტერვალი 10 მმ	მარჯვენა	მარცხენა	გაერთიანებული	ინტერვალი 12 მმ	მარჯვენა	მარცხენა	გაერთიანებული	ინტერვალი 5 მმ	მარჯვენა	მარცხენა	გაერთიანებული
230	5	7	12	210	5	11	16	201	1	2	3	210	1	3	4
237	18	22	40	220	46	44	90	213	16	21	37	215	4	8	12
245	52	58	110	230	121	130	251	225	117	116	233	220	12	12	24
252	130	112	242	240	173	174	347	237	204	205	409	225	34	32	66
260	128	132	260	250	116	99	215	249	131	124	255	230	50	57	107
267	101	99	200	260	33	34	67	261	29	30	59	235	71	73	144
275	43	45	88	270	6	8	14	273	2	2	4	240	103	99	202
282	17	17	34									245	70	75	145
290	5	7	12									250	80	69	149
297	0	0	0									255	36	30	66
305	1	1	2									260	25	30	55
												265	8	4	12
												270	6	8	14

ირიბი შემოსევა								შემოსევა გარე კონათა ნაწილში							
ინტერვალი 10 მმ	მარჯვენა	მარცხენა	გაერთიანებული	ინტერვალი 12 მმ	მარჯვენა	მარცხენა	გაერთიანებული	ინტერვალი 10 მმ	მარჯვენა	მარცხენა	გაერთიანებული	ინტერვალი 12 მმ	მარჯვენა	მარცხენა	გაერთიანებული
295	3	4	7	295	6	6	12	217	6	5	11	210	2	4	6
305	26	21	47	307	45	45	90	227	43	39	82	222	24	22	46
315	74	77	151	319	115	115	230	237	105	113	218	234	113	114	227
325	107	105	212	331	167	168	335	247	166	172	338	246	200	216	416
335	140	146	286	343	112	103	215	257	129	125	254	258	117	110	227
345	95	84	179	355	42	52	94	267	38	33	71	270	40	32	72
355	35	46	81	367	10	8	18	277	12	12	24	282	4	2	6
365	13	11	24	379	3	3	6	287	1	1	2				
375	5	4	9												
385	2	2	4												

სიგანე ქუსლის ნაწილში								სიგანე გარე კონათა ნაწილში							
ინტერვალი 3 მმ	მარჯვენა	მარცხენა	გაერთიანებული	ინტერვალი 4 მმ	მარჯვენა	მარცხენა	გაერთიანებული	ინტერვალი 3 მმ	მარჯვენა	მარცხენა	გაერთიანებული	ინტერვალი 4 მმ	მარჯვენა	მარცხენა	გაერთიანებული
58	7	9	16	54	0	1	1	81	0	2	2	79	0	1	1
61	26	39	65	58	10	17	27	84	1	8	9	83	1	9	10
64	79	77	156	62	78	84	162	87	11	16	27	87	27	38	65
67	115	134	249	66	139	158	297	90	38	54	92	91	53	89	142
70	124	130	254	70	169	152	321	93	71	100	171	95	142	159	301
73	90	66	156	74	61	59	120	96	102	116	218	99	142	132	274
76	34	26	60	78	38	25	63	99	101	99	200	103	91	49	140
79	20	14	34	82	5	4	9	102	92	63	155	107	35	23	58
82	5	5	10					105	51	24	75	111	9	0	9
								108	24	18	42				
								111	9	0	9				

წვივის სიმაღლე				წვივის შემოხვევა			
ინტერვალი 10 მმ	მარჯვენა	მარცხენა	გაერთიანებული	ინტერვალი 10 მმ	მარჯვენა	მარცხენა	გაერთიანებული
291	1	1	2	277	1	1	2
301	10	10	20	287	1	1	2
311	29	29	58	297	6	6	12
321	57	57	114	307	11	11	22
331	97	97	194	317	29	29	58
341	131	131	262	327	62	62	124
351	89	89	178	337	101	101	202
361	46	46	92	347	90	90	180
371	32	32	64	357	72	72	144
381	6	6	12	367	56	56	112
391	2	2	8	377	37	37	74
				387	20	20	40
				397	8	8	16
				407	6	6	12

დანართი 4.1

ფეხსაცმლის ზომა-სისრულითი ასორტიმენტის საანგარიშო პროგრამა

```

DECLARE SUB PRG (DSR!, OSR!, SIGD!, SIGO!, RDO!, STD!, N2!)
N2!)
INPUT "DSR=", DSR
INPUT "OSR=", OSR
INPUT "SIGD=", SIGD
INPUT "SIGO=", SIGO
INPUT "RDO=", RDO
INPUT "STD=", STD
INPUT "STO=", STO
INPUT "N1=", N1
INPUT "N2=", N2
INPUT "N3=", N3
INPUT "STO1=", STO1
CALL PRG(DSR, OSR, SIGD, SIGO, RDO, STD, STO, N1, N2)
SIGO1 = STO1 * N3 / 4!
CALL PRG(DSR, OSR, SIGD, SIGO1, RDO, STD, STO1, N1, N2)
END

SUB PRG (DSR, OSR, SIGD, SIGO, RDO, STD, STO, N1, N2)
DMAX = DSR + 2 * SIGD
DMIN = DSR - 2 * SIGD
OMAX = OSR + 2 * SIGO
OMIN = OSR - 2 * SIGO
DN = INT((DMAX - DMIN) / STD) + 1
O1N = INT((OMAX - OMIN) / STO) + 1
REDIM K(N1), K1(N2), P(DN, O1N)
FOR I = 2 TO N1 STEP 2
K(I - 1) = 4!
K(I) = 2!
NEXT I
FOR I = 2 TO N2 STEP 2
K1(I - 1) = 4!
K1(I) = 2!
NEXT I
K(0) = 1!: K(N1) = 1!: K1(0) = 1!: K1(N2) = 1!
FK = 1 / (2 * 3.1415 * SIGO * SIGD * SQR(1 - RDO ^ 2))
FK1 = 1 / (1 - RDO ^ 2)
ST1 = STD / N1
ST2 = STO / N2
FOR I = 1 TO DN
DMA = DMIN + I * STD
DMI = DMIN - STD * (I - 1)
IF DMAX < DMA THEN DMA = DMAX
IF DMA = DMI THEN GOTO 100
FOR II = 1 TO O1N
OMA = OMIN + II * STO
OMI = OMIN - STO * (II - 1)
IF OMAX < OMA THEN OMA = OMAX
IF OMA = OMI THEN GOTO 110
DF = 0
FOR I2 = 0 TO (N1)
DI = DMI - ST1 * (I2)
FOI = 0
FOR I3 = 0 TO (N2)
OI = OMI + ST2 * (I3)
H = FK1 * ((DI - DSR) ^ 2 / (SIGD ^ 2) - (2! * RDO * (DI - DSR) * (OI - OSR)) / (SIGD * SIGO) + (OI - OSR) ^ 2 / (SIGO ^ 2)) / 2!
FOI = FOI + FK * EXP(-H) * K1(I3)
NEXT I3
FOI = FOI * (OMA - OMI) / (3! * N2)
DF = DF + FOI * K(I2)
NEXT I2
P(I, II) = 100! * DF * (DMA - DMI) / (3! * N1)
110 NEXT II
100 NEXT I
PRINT "-----PRINT-----"
INPUT "0 --EKRAHI----1--PRINTERI". G
IF G = 1 THEN GOTO 10
FOR I = 1 TO DN - 1
PRINT "D", "O", "P"
FOR J = 1 TO O1N - 1
PRINT (DMIN + I * STD), (OMIN + J * STO), P(I, J)
NEXT J
INPUT ""
NEXT I
GOTO 20
10 FOR I = 1 TO DN
PRINT "D", "O", "P"
FOR J = 1 TO O1N
LPRINT (DMIN + I * STD), (OMIN + J * STO), P(I, J)
NEXT J
NEXT I
20 END SUB

```

КИТДРАТУРА

1. вамаъюаги № 2102669. гиги бритамдзи, МКИ А 43 В 13/40. 1983.
2. вамаъюаги № 2652239. сафрамвдзи, МКИ А 43 В 13/38. 1991.
3. вамаъюаги № 2230935. гиги бритамдзи, МКИ А 43 В 13/41. 1990.
4. вамаъюаги № 37373002. в.ф.р., МКИ А 43 В 17/00. 1989.
5. вамаъюаги № 2214777. гиги бритамдзи, МКИ А 43 В 13/18. 1990.
6. вамаъюаги № 3903743. в.ф.р., МКИ А 43 В 13/02, 1990.
7. вамаъюаги № 2511851. сафрамвдзи, МКИ А 43 В 17/00. 1983.
8. вамаъюаги № 2508779. сафрамвдзи, МКИ А 43 В 17/02. 1983.
9. лацкайдкиыд д. магирашеики в. ларйджимвис умиедрсакури латриъа га орнгухъиис йнмйурдмтумариамнбис шдфасдба. ЗСУ шрндби, №1.-збикиси, 1999 ь.
- 10.магирашеики в. арасасурсазн сахнмкис сахнмдкльнгмднбис зднриуки сафуыекдби. саюдкльщеамдкн. збикиси, 1993 ь.
11. оатдмти № 1338369 йамага, МКИ А 43 В 13/20. 1996.
12. оатдмти № 4914836 а.ш.ш., МКИ А 43 В 13/18. 1990.
13. оатдмти № 1281157 ссрй, МКИ А 43 В 17/00. 1986.
14. оатдмти № 4901390 а.ш.ш., МКИ А 43 D 11/00. 1990.
15. оатдмти № 4633877 а.ш.ш., МКИ А 43 В 13/38. 1987.
- 16.оатдмти № 4769926 а.ш.ш., МКИ А 43 В 13/38. 1988.
- 17.оатдмти № 4841648 а.ш.ш., МКИ А 43 В 13/38. 1989.
- 18.оатдмти № 254425 щср, МКИ А 43 В 17/14. 1982.
- 19.оатдмти № 5435078 а.ш.ш., МКИ А 43 В 13/12. 1995.
- 20.оатдмти № 4783910 а.ш.ш., МКИ А 43 В 7/32. 1988.
- 21.оатдмти № 486204 а.ш.ш., МКИ А 43 В 13/38. 1989.
- 22.оатдмти № 4435910 а.ш.ш., МКИ А 43 В 13/38. 1984.
- 23.оатдмти № 4823420 а.ш.ш., МКИ А 43 В 13/40. 1989.
- 24.оатдмти № 686215 шедиъариа, МКИ А 43 В 013/14. 1996.

25. оатдмти № 4345387 а.ш.ш., МКИ А 43 В 13/38. 1982.
26. оатдмти № 4413429 а.ш.ш., МКИ А 43 В 13/38. 1983.
27. оатдмти № 4977691 а.ш.ш., МКИ А 43 В 13/40. 1990.
28. оатдмти № 4667423 а.ш.ш., МКИ А 43 В 1/10. 1987.
29. оатдмти № 2189372 гиги бритамдзи, МКИ А 43 В 13/40. 1987.
30. оатдмти № 4803747 а.ш.ш., МКИ А 43 В 13/40. 1989.
31. хазалаыд а.в. харзедк яарисйаъза тдрфдбис амзрнонлдтриуки валнйекдеа га салюдгрн фдюсаълкис жнла-сисрукизи аснртилдмтис шдлушаедба.- сабиуядтн здлис амвариши: уай 675.668.31.36.675.042.- хузаиси, 2001.
32. хазалаыд а.в. врыдкиыд л.в. дрвнмнлиуки фдюсаълкис ьарлндбис орнбкд-лдби.- пурмаки "лдьмидрдба га тдхмнкнвидби" 7-9.- збикиси, 2003.
33. хазалаыд а.в. сафдихрн бнэйндбис лнздкеис умарис валнчдмдба дрвнмнли-уки фдюсаълкис галжагдбисазеис сафдихрн бнэйндбис лнздкеис умарис валнчдмдба дрвнмнлиуки фдюсаълкис галжагдбисазеис. пурмаки "лдьмидрдба га тдхмнкнвидби" 7-9.- збикиси, 2003.
34. Александров С.П. Паршина О.В. – Проектирование низа обуви, обеспечивающего оптимальные условия функционирования свода стопы: Кожевенно-обувная промышленность. №5-6, 1995.- с.40-41.
35. Александров С.П. Паршина О.В. Волкова Е.А. –Конструктивное обеспечение опорной комфортности обуви: Кожевенно-обувная промышленность. №12, 1989.- с.35-39.
36. Александров С.П. Паршина О.В. – Методы выявления закономерности распределения давления по опорной поверхности стопы: Изв. ВУЗ-ов. Технология легкой промышленности, №2,1989. с. 87-92.
- 37.Алявдин Н.А. Новорадовская Т.С. Планирование и анализ исследовательского эксперимента применительно к легкой промышленности.- Москва: Легкая индустрия, 1969.

38. Айвозиан И. И др. Классификация многомерных наблюдений: «Статистика».-М., 1974.
39. Башкиров П.Н. Выбор основных размеров для построения системы номеров изделий. В книге «Вопросы стандартизации формы и построения ростовочного ассортимента изделий легкой промышленности».- Москва: Легкая индустрия, 1946.
40. Башкиров П.Н. Опыт применения антропологии в стандартизации размеров предметов личного пользования. В книге «Теория и методы антропологической стандартизации применительно к массовому производству изделий личного пользования».- Москва: Издательство МГУ, 1951.
41. Башкирова П.Н. Стопы женщин. Отчет антропологии.- Москва: Издательство МГУ, 1938.
42. Бражникова А.В., Быховский Е.Б., Зыбин Ю.П.- О современном положении производства обуви в трех полнотах: Кожененно-обувная промышленность, №8.- М, 1974.
43. Бунак В.В. Методика антропометрического исследования.- Москва: Наука, 1925.
44. Бунак В.В. Опыт типологии пропорции тела и стандартизации главных размеров.- Москва: Ученые записки МГУ. Выпуск 10, 1940.
45. Бунак В.В. Анализ распределения типов стопы школьного населения РСФСР для установления ассортимента обуви.- Москва: Сб. работ ВНИИКП «Стопа и колодка» №12, 1940.
46. Бунак В.В. Основные задачи и методы стандартизации изделий предназначенных для личного пользования. В книге «Вопросы стандартизации формы и построения ростовочного ассортимента изделий легкой промышленности».- Москва: Легкая индустрия, 1946.
47. Венцель Е.С. Теория вероятностей Москва: Наука, 1969.

48. Виноградов Ю.С. Математическая статистика и ее применение в текстильной и швейной промышленности Москва: Легкая индустрия, 1970. с.312.
49. Волков М.С. О размерах стопы. “4-ый Пленум межведомственной комиссии по рациональной обуви”. Министерство здравоохранения СССР.- Москва, 1972.
50. Гнеденко Б.В. Беляев Ю.К. Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности Москва: Наука, 1965.
51. Гурова Л.П. Пушкар Ю.Т. Зыбин Ю.П.- Исследование допустимости сжатия стопы обувью: ИВУЗ технология легкой промышленности, №4, 1967.
52. ГОСТ 3927-88 «Колодки обувные».- Москва: Изд-во Стандартов, 1989.
53. Годунов С.Ф. Другие деформации стопы. Из книги многотомное руководство по ортопедии и травматологии. т. 2 М. изд «Медицина», 1968.
54. Зенкевич П.И. Задачи стандартизации размеров изделий легкой промышленности на основе антропологических данных. В книге “Теория и методы антропологической стандартизации применительно к массовому производству изделий личного пользования”.- Москва: Издательство МГУ, 1951.
55. Зыбин Ю.П. – Основные теоретические положения разработки ассортимента обуви по размерам ЦНИИКП, №8, 1932.
56. Зыбин Ю.П.- Методика выделения типичных стоп: К.О.П., №11, 1935.
57. Зыбин Ю.П. Ростовочный ассортимент для обуви. В книге “Вопросы стандартизации формы и построения ростовочного ассортимента изделий легкой промышленности. №1.- Москва: Легкая индустрия, 1940.
58. Зыбин Ю.П. Конструирование изделий из кожи.- Москва: Легкая Индустрия, 1966.

- 59.Зыбин Ю.П. Орлов М.Я. Методика массового обмера стоп для построения рациональной детской обуви.- Сб. трудов ЦНИИКП. Вып. 1.- Москва: Гизлегпром, 1935.
- 60.Зыбин Ю.П. – Основы разработки формы и размеров обуви массового производства: Диссертация МТИЛП, 1949.
- 61.Зыбин Ю.П. – Технология обуви: ч 1.- М., 1949.
- 62.Зыбин Ю.П. и др. – Практикум по конструированию изделия из кожи М., 1971.
- 63.Иванов Г.Ф. – Допустимость сжатия стопы обувью с анатомо-физиологической точки зрения: ЦНИИКП, сб. работы, т.п. вып. 1, Тинлегпром, 1935.
- 64.Игнатъев М.В. Способы построения рационального ассортимента изделий личного пользования. В книге “Вопросы стандартизации формы и построения ростовочного ассортимента изделий легкой промышленности”.- Москва: Легкая индустрия, 1964.
- 65.Иванов В.И. Опыт отечественной и восточной народной медицины в современной леченой практике. М. военной изд. 1991.
- 66.Игнатъев М.В. Теория и методы антропологической стандартизации применительно к массовому производству изделий личного пользования Москва: Изд-во МГУ, 1951.
- 67.Игнатъев М.В. Применение антропологии в промышленности. В книге “Материалы конференции по морфологии человека Москва: Гизлегпром, 1956.
- 68.Игнатъев М.В., Пугачева А.В. – Опыт оценки различий между группами с помощью «обобщенного расстояния»: МГУ, Вопросы антологии, вып. 8, 1961.
- 69.Карасаев А.И. Теория вероятностей и математическая статистика Москва: Статистика, 1970.

70. Катамадзе А.Г. , Зыбин Ю.П. О размерах правой и левой стопы.- Москва: ИВУЗ Технология легкой промышленности №3, 1977.
71. Катамадзе А.Г. Фукин В.А. Зыбин Ю.П. Исследование закономерностей изменения основных параметров боковой поверхности колодок разных полнот.- Москва: ИВУЗ Технология легкой промышленности №3, 1978.
72. Катамадзе А.Г. Фукин В.А. Зыбин Ю.П. Проектирование размерно-полнотного ассортимента обуви на ЭВМ.- Сб. тр. Московского технологического института легкой промышленности.- Москва, 1979.
73. Катамадзе А.Г. Зыбин Ю.П. О размерно-полнотном ассортименте обуви.- "Кожевенно-обувная промышленность" №3.- Москва, 1985.
74. Катамадзе А.Г. К вопросу о соотношения размеров обхвата стопы и обуви.- Сб. тр. Грузинского политехнического института.- Тбилиси, 1980.
75. Катамадзе Г. А. Катамадзе А.Г. Вопросы оптимизации размерно-полнотного ассортимента обуви; Обувь, производство, качество, рынок. М. №5/2005
76. Кедрин Е.А. Даринская Е.Г. – Выборочное наблюдение за реализации кожаной обуви: «Советская торговля», №2, 1970.- с. 36-39.
77. Кедрин Е.А.- О построении ростовочного ассортимента кожаной обуви для детей: ИВУЗ, ТЛП №1, 1967.- ст.100-105.
78. Кедрин Е.А. Луковенко Г.В. – О ростовочной обуви: ИВУЗ , ТЛП №3, 1970.- с. 88-90.
79. Колесникова И.А.- Создание медицинской обуви на основе данных о морфологии женской стопы: Диссертация МТИЛП, 1972.
80. Колесникова И.А. Крамаренко Т.И. – Принципиально новая конструкция: Сб.тр. ЦИТО №13.- М., 1979.
81. Кочеткова Т.С. –Исследование распределения давления стопы на опору с целью создания рационального следа обуви: Диссертация МТИЛП, 1964.
82. Кочеткова Т.С. и др.- Основа построения колодки мужской резиновой обуви: ЦНИИТЭ нефтохимии.- М., 1976.

83. Кочеткова Т.С. Ключникова В.М. Антропометрические и биомеханические основы конструирования изделий из кожи. Учебник для ВУЗ-ов.- Москва: Легпромбизнесиздат, 1991.
84. Крамаренко Г.Н. Колесникова Н.А. Методические указания по массовому обследованию и обмеру стоп населения Москва: Изд-во ЦИТО №5, 1966.
85. Крамаренко Г.Н. Колесникова Н.А. Кранс В.М. Построение антропометрических стандартов для стоп детей с целью создания рациональной обуви Москва: Изд-во ЦИТО №24, 1981.
86. Кранс В.М. – Морфологическая характеристика стопы у латышских детей: Сб. «Вопросы антропологии», МГУ, 37, 1971.
87. Лиокумович Х.Х. Разработка нормальной колодки и ассортимента армейской обуви. Кандидатская диссертация Москва: МТИЛП, 1939.
88. Лиокумович Х.Х. Отбор типов и подтипов стоп при проектировании колодок и обуви. – Москва: Изд-во ЦНИИКП, 1940.
89. Лиокумович Х.Х. Некоторые вопросы отбора типов и подтипов стоп при проектировании колодок и обуви.- Москва : ВНИТО кожобувмех и МГУ, 1946.
90. Луковенко Г.В. Кедрин Е.А. –Влияние на ростовочных ассортимент обуви распределение размеров стоп взрослого населения и подростков: ИВУЗ ТЛП №4, 1968.- с. 89-95.
91. Медзерян Д.Е. Исследование соотношения размеров и формы стоп и кожаной обуви. Кандидатская диссертация Москва: ИНХ им. Г.В. Плеханова, 1974.
92. Медзерян Д.Е. Павлин А.В. – Методика определения интервала безразличия размеров кожаной обуви: МИХ.- вып. 97.- М., 1972.
93. Недригайлова О.В. –СБ. «Материалы по антропологии Украины».- Харьков, 1926.

94. Николаев Л.П. Антропометрические материалы для изготовления стандартной обуви Харьков: Наука, 1931.
95. Нургильдиев К.М. Фарниева О.В. Усовершенствование методики расчета ростовочного ассортимента.- Москва: Известия ВУЗ-ов. Технология легкой промышленности №3,4, 1972.
96. Нургильдиев К.М. Фарниева О.В. Усовершенствование методики расчета ростовочного ассортимента Москва: Известия ВУЗ-ов. Технология легкой промышленности №3,4, 1972.
97. Орлов М.Я. Материалы к методике массового обмера стопы для построения рациональной детской обуви Москва: Антропологический журнал, №3, 1933.
98. Павлин А.В. – Неравномерность свойств кожи и обуви: Докторская диссертация.- М., 1974.
99. Павлин А.В. – Некоторые вопросы нумерации обуви: ИВУЗ ТЛП, №5, 1972.
100. Павлин А.В. Воронцова Т.А. – соотношение размеров стоп кожаной обуви: Сб. научных трудов МИИХ, вып 7.- М., 1970.
101. Петров М.А. О типах стопы и колодки Москва: ВКПТ №3, 8, 1929.
102. Петров М.А. Врачебно-ортопедические и антропометрические принципы массовой постройки рациональной обуви.-Москва: Вестник кожевенного стандарта, №18. Изд-во стандартов, 1929.
103. Плохицкий Н.А. биометрия Москва: Изд-во МГУ, 1961.
104. Плохицкий Н.А. Алгоритмы биометрии Москва: Изд-во МГУ, 1967.
105. Приклонский И.И. К вопросу об основах рационального устройства обуви. Кандидатская диссертация Москва: МТИЛП, 1890.
106. Рао С.Р. – линейные статистические методы и их применение: Наука М., 1968.
107. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика Минск: Изд-во ВУЗ-ов, 1964.

108. Смелкова С.В. Горбачик В.Е. – К вопросу об опорной жесткости низа обуви, стопа и вопросы построения рациональной обуви: Материалы 5-го межведомственной комиссии по стоп и рациональной обуви М. ЦИТО, 1980.- с. 37-41.
109. Урбах В.Ю. Дискриминантный анализ и его применение в биологической систематике и медицинской диагностике Москва: Сб. “итоги науки”. Математические методы в биологии, 1969. с. 67-87.
110. Фарниева О.В. Разработка внутренней формы обуви для женщин населения Прибалтийских Республик. Кандидатская диссертация Москва: МТИИЛП, 1957.
111. Фарниева О.В. Антропологические исследования стоп населения Украинской ССР Москва: Научные труды МТИИЛП, вып. 22, 1962.
112. Фарниева О.В. Нургильдиев К.М. Совершенствование размерной стандартизации ассортимента обуви.- Ашхабад: Легкая индустрия, 1982.
113. Черниева о,в, Ильченко В.З. Юхименко В.В.- Соотношение между размерами стопы и колодки: ИВУЗ ТЛП №6, 1968.
114. Фридлянд М.О. К методике ортопедического исследования стопы Алма-Ата: “Казахский медицинский журнал” №3, 1925.
115. Фридлянд М.О. Ортопедия.- Москва: Мелгиз, 1954.
116. Фукин В.А. Зыбин Ю.П. Бесконтактный способ получения контуров сечений со стопы и колодки Москва: Научные труды МТИИЛП. №33, 1967.
117. Фукин В.А. Исследование и разработка проектирования внутренней формы обуви. Кандидатская диссертация Москва: МТИИЛП, 1972.
118. хаидаров А.А.- Антропометрические исследования стоп и голени с целью совершенствования внутренней формы и размерно-полнотного ассортимента обуви: Диссертация.- М., 1976.

119. Холева Э. Кашуба З. Козловский Б. Луба Р. Основы рационального конструирования колодок и обуви Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1981. с. 248.
120. Ченцова К.И. Шувалова Д.И.- Методическая система измерения колодок и обуви: Научно-исследовательские труды ЦНИИКП, 1957.
121. Ченцова К.И. Стопа и рациональная обувь Москва: “Легкая индустрия”, 1974.
122. Чтецов В.П. Методы многомерного анализа в биологий.- Москва: Сб. науки “Математические методы в биологии”, 1969.
123. Яковлев И. К вопросу об обуви. Кандидатская диссертация.- Москва: МТИИЛП, 1887.
124. Яралов-Яраланц В.А. Фарниева О.В. Князева В.Н. Комплексные исследования стоп населения УССР и их результаты. Стопа и вопросы построения рациональной обуви. - Москва: Изд-во ЦИТО №4, 1968.
125. Яралов-Яраланц В.А. Кречмер С.И. Фарниева О.В. Князева В.Н. Прибор для определения формы стопы и ее размеров. - Киев: Изд-во Министерство здравоохранения УССР, Научно-исследовательский институт ортопедии, 1968.
126. Alexander, P., “The Chemical Reactivity of Wool in Relation to Anttishrink Processes”, A.D.R., 39, P420, 1950.
127. Bernar M. “Recherche D une gamme de chaussent international pour le pied mascvlin advlte”: Tecnicur №7 aout Septembe, 1968.
128. Bogaty, H., Sookne, A., and Harris, M., “The Feiting of Wool as Related to the Elastic and Swelling Behavior of the Fiber”, T.R.J., 21, 822, 1951.
129. Crhak S, Drtinowa S.- “Acta Fac. Rerum natur Vniv Comenian Antrop”, 5-8, 1959.
130. Drobny L. Acta Fac. Rerum natur Vniv Comenian Antrop”, 5-8, №3, 1959.

131. Erhard Moher, Die Beziehungen zwischen Fub und Schum Fachbuchverlag: CMBH.- Leipzig, 1953.
132. Katamadze A.G. Vgrnam matematichy rbuvodnero velikost niko a sirkoveho sortimente pro vetse ucphojem obyvatelstva pohodlnou a kvalitnu obyvi. KOZARSTVI obsan cisla 7- 1985 ZCCP.
133. Lindan B. Des deutachen soldaten Fuss: Berlin, 1883.
134. Liegert A. Manuel du Cordonniar: Parer, 1922.
135. Maning D. Foot comfort: BBSI v 7, №8, 1957.
136. Martin, A.J.P., "Observations on the Theory of Felting", J.S.D.G., 60, 325, 1944.
137. Martin, A.J.P., and Mittelmann, R., "Some Measurements of the Friction of Wool end Mohair", J.T.I., 37, T 269, 1946.
138. Schneider David. Corneel Gary. Viisual Basic for DOS Inside And Out.- Osborne Mc Graw-Hill, 1993.
139. Speakman, J. B., end Stott, E., "A Contribution to the Theory of Milling: 1. A Method for Measuring the Scaliness of Wool Fibres", J.T.I., 22, T 339, 1931.
140. Willy Findeisen, Wilfried Schreier. "Langen-und weitengerechte Schuhversorgung" Leder Schune Leder-Waren heft 8 August, 1976.
141. Werner W. Deutsche Schuhe und Leder: Zeitschrift, №8, 1963.
142. Whewell, C.S., "Some Observations on the Finishing of Fabrics Containing Wool and Other Fibres", J.T.I., 41, II 219, 1950.