

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ზ.ჯაფარიძე

# კვების მრეწველობის საწარმოთა ტექნოლოგიური მოწყობილობები



თბილისი

უაკ: 664.143

სახელმძღვანელოში წარმოდგენილია კვების მრეწველობის საწარმოთა ტექნოლოგიური მოწყობილობები, გაკეთებულია მათი კლასიფიკაციები ფუნქციონალური ნიშნით, განხილულია მოწყობილობათა სტრუქტურულ-პრინციპული და კინემატიკური სქემები, აგრეთვე ცალკეული მუშა ორგანოების კონსტრუქციები. მოყვანილია მოწყობილობათა კინემატიკური, ძალოვანი და თბური გაანგარიშებების საფუძვლები. განხილულია ტექნოლოგიური მოწყობილობების ტექნიკური მომსახურების და რემონტის ორგანიზაციული და ტექნიკური საკითხები.

განკუთვნილია ბაკალავრიატის სტუდენტებისათვის სპეციალობით - “კვების საწარმოთა ტექნოლოგიური მოწყობილობები”. იგი დახმარებას გაუწევს აგრეთვე შესაბამისი პროფილის მაგისტრატურის და უმაღლესი პროფესიული განათლების სტუდენტებს. გარდა ამისა, წარმოდგენილი სახელმძღვანელოთი შესაძლებლობა ექნებათ ისარგებლონ სასურსათო ტექნოლოგიის სხვადასხვა სპეციალობების ბაკალავრიატის და მაგისტრატურის სტუდენტებმა.

რეცენზენტი: ტ.მ.დ. პროფესორი ი.თავართქილაძე

## შესავალი

კვების მრეწველობა მოიცავს მრავალ დარგს. ყოველი დარგი, თავის მხრივ მოიცავს ასევე მრავალ, ხშირ შემთხვევაში სპეციფიკურ ტექნოლოგიურ მოწყობილობებს. ასეთი სიმრავლის მოწყობილობების შესწავლა, სტუდენტისათვის სასწავლო გეგმით გათვალისწინებულ ვადებში, შეუძლებელია. ამიტომ, წარმოდგენილი კურსის სწავლებისადმი მეთოდური მიდგომა, მრავალი ქვეყნის უმაღლეს სასწავლებლებში არის განსხვავებული.

საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში, “კვების საწარმოთა მანქანებისა და აპარატების” სპეციალობის ჩამოყალიბებიდან დღემდე ტექნოლოგიური მოწყობილობების კურსის სწავლება მიმდინარეობდა დარგობრივი პრინციპით. გასულ წლებში ასეთი მიდგომა გამართლებული იყო იმით, რომ ჩვენი ქვეყნის კვების მრეწველობაში დომინირებდა ორი დარგი – ჩაისა და ღვინის მრეწველობა და კურსდამთავრებულთა დიდი ნაწილის დასაქმება ხდებოდა აღნიშნულ დარგებში.

დარგობრივი პრინციპით სწავლების დროს სტუდენტი ვრცლად და სრულყოფილად სწავლობს ცალკეული დარგის მოწყობილობებს, მაგრამ იგი დებულობს საკმაოდ ვიწრო სპეციალიზაციას და ხშირ შემთხვევაში შრომითი საქმიანობა უწევს სრულიად სხვა პროფილის საწარმოში.

თანამედროვე პირობებში, როდესაც გეზი აღებულია ფართო პროფილის ახალგაზრდა სპეციალისტების მომზადებისაკენ, მიზანშეწონილია ტექნოლოგიური მოწყობილობების კურსის სწავლება ხდებოდეს არა დარგობრივი, არამედ მათი ფუნქციონალური დანიშნულების მიხედვით. ეს საშუალებას გვაძლევს ფუნქციონალურ ჯგუფებში შევიტანოთ ცალკეული დარგების ყველაზე უფრო პროგრესული, თანამედროვე მანქანები და აპარატები და სწავლებისათვის განკუთვნილ დროში მოვიცვათ კვების მრეწველობის დარგების გაცილებით დიდი რაოდენობა. ამით სტუდენტს მომავალი პრაქტიკული საქმიანობის პერიოდში საშუალება ეძლევა დამოუკიდებლად განაზოგადოს სხვადასხვა ფუნქციონალური ჯგუფის მოწყობილობების აგებულება, მათი ტექნოლოგიური, კინემატიკური და ძალოვანი გაანგარიშებების საერთო მეთოდური საფუძვლები და მიიღოს რაციონალური ტექნიკური გადაწყვეტილებები.

ზემოთაღნიშნულიდან დამომდინარე, წინამდებარე კურსის ფუნქციონალურ ჯგუფებში წარმოდგენილია: პურის, მაკარონის, საკონდიტრო, სამადღუდრო, ღვინის,

ჩაის, საკონსერვო და სხვა დარგების მოცემული ჯგუფისათვის დამახასიათებელი ტექნოლოგიური მოწყობილობები.

**ძირითადი ცნებები ტექნოლოგიური მოწყობილობების შესახებ.** ნებისმიერ კვების მრეწველობის საწარმოში გვხვდება სხვადასხვა დანიშნულების მოწყობილობები: ენერგეტიკული, შიგა საქარხნო სატრანსპორტო საშუალებები, სანიტარულ-ჰიგიენური, დამხმარე და ძირითადი ტექნოლოგიური მოწყობილობები.

ძირითად ტექნოლოგიურ მოწყობილობებს მიეკუთვნება იმ მანქანებისა და აპარატების ერთობლიობა, რომლებზედაც სრულდება საწარმოს ძირითადი ტექნოლოგიური პროცესით გათვალისწინებული ცალკეული ოპერაციები. წინამდებარე კურსში წარმოდგენილია მხოლოდ ძირითადი ტექნოლოგიური მოწყობილობები, რომლებიც შეიძლება გავყოთ ორ ჯგუფად – მანქანებად და აპარატებად.

ტექნოლოგიურ მოწყობილობებში **მანქანა** წარმოადგენს იმ მექანიზმების ერთობლიობას, სადაც გადასამუშავებელი ნედლეული მუშა ორგანოებით განიცდის მექანიკურ ზემოქმედებას ან ტექნოლოგიურ გადაადგილებას, რის შედეგადაც იგი იცვლის ფორმას, ზომებს ან სხვა რომელიმე სახის ფიზიკურ თვისებას.

**აპარატი** ეწოდება ისეთ მოწყობილობას, სადაც გადასამუშავებელი ნედლეული განიცდის თბურ ან ბიოქიმიურ გარდაქმნებს. ზოგჯერ აპარატებიც აღჭურვილია მუშა ორგანოებით, მომრევი მექანიზმების სახით, რომლებიც ხელს უწყობენ პროცესის ინტენსივობის გაზრდას.

მანქანა შედგება რამოდენიმე ძირითადი სტრუქტურული ერთეულისაგან, ესენია: ენერჯის წყარო (უპირატესად ელექტროძრავა) , გადაცემები, ამსრულებელი მექანიზმები და მუშა ორგანოები. ზოგჯერ ამ სტრუქტურულ ერთეულებს ემატება მკვებავი მოწყობილობები.

**ენერჯის წყაროს** დანიშნულებაა მუშა ორგანოების მოძრაობაში მოყვანა და მათ ამძრავ ლილეზე საჭირო სიმძლავრის შექმნა.

**გადაცემები** შეიძლება იყოს: მექანიკური, ჰიდრაულიკური, პნევმატიკური, ელექტრული ან კომბინირებული. მათი დანიშნულებაა მოძრაობის გადაცემა ენერჯის წყაროდან მუშა ორგანოებამდე.

**ამსრულებელი მექანიზმები** განკუთვნილია მუშა ორგანოებისათვის წინასწარ განსაზღვრული კანონზომიერებით მოძრაობის მისანიჭებლად.

მანქანის ბოლო რგოლს წარმოადგენს **მუშა ორგანო**, რომელიც უშუალო შეხებაშია გადასამუშავებელ მასალასთან. მუშა ორგანო შეიძლება იყოს

დამამუშავებელი და დამჭერი. დამამუშავებელი მუშა ორგანო მექანიკურ ზემოქმედებას ახდენს მასალაზე, ხოლო დამჭერი - მასალას იკავებს გარკვეულ მოცულობაში ან პოზიციაზე, სხვა მუშა ორგანოს მიმართ.

მუშა ორგანოების რაოდენობის მიხედვით შეიძლება განისაზღვროს მანქანის სირთულის ხარისხი. თუ მუშა ორგანოების რაოდენობა ერთი ან ორია, მანქანა შეიძლება ჩაითვალოს როგორც მარტივი, ხოლო თუ მუშა ორგანოების რაოდენობა ორზე მეტია, მაშინ საქმე გვაქვს რთულ მანქანასთან.

მანქანების **მკვებავი მოწყობილობები** დანიშნულია ნედლეულის ან შუალედური პროდუქტების დოზირებული მიწოდებისათვის. მანქანის ტიპის მიხედვით დოზირება შეიძლება სრულდებოდეს უწყვეტად ან პორციულად.

გარდა ზემოთაღნიშნულისა, მანქანები აღჭურვილი არიან სამართი, მარეგულირებელი და ბლოკირების მექანიზმებით, რომლებიც განკუთვნილი არიან მანქანის გაშვება-გაჩერების, რეჟიმების რეგულირების და დაზიანებათა პრევენციისათვის.

მუშა ციკლის სტრუქტურის მიხედვით არჩევენ პერიოდული და უწყვეტი ქმედების მანქანებსა და აპარატებს. პერიოდული ქმედების მანქანებში ტექნოლოგიური ოპერაცია სრულდება დროის განსაზღვრულ მონაკვეთში, რომლის შემდეგ მანქანა უნდა გაჩერდეს დამამუშავებელი მასალის გამოტვირთვისათვის. განუწყვეტელი ქმედების მანქანებში ნედლეულის მიწოდება და მზა ნაწარმის მიღება სრულდება უწყვეტ რეჟიმში.

მექანიზაციისა და ავტომატიზაციის დონის მიხედვით არჩევენ არაავტომატურ, ნახევრად ავტომატურ და ავტომატურ მანქანებს.

არაავტომატურ მანქანებში დამხმარე ოპერაციები (ჩატვირთვა-გამოტვირთვა, რეჟიმების კონტროლი) და ზოგიერთი ტექნოლოგიური ოპერაციაც სრულდება ოპერატორის უშუალო მონაწილეობით.

ნახევრად ავტომატურ მანქანებში მხოლოდ ზოგიერთი დამხმარე ოპერაცია მოითხოვს ადამიანის ჩარევას.

ავტომატურ მანქანებში ყველა ძირითადი და დამხმარე ოპერაცია სრულდება ავტომატურ რეჟიმში. ოპერატორი მხოლოდ თვალყურს ადევნებს პროცესის მიმდინარეობას. თანამედროვე მოწყობილობების და მათში მიმდინარე პროცესების მართვა სრულდება კომპიუტერული სისტემების გამოყენებით.

**მანქანების და აპარატების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები.** ნებისმიერი მანქანა ან აპარატი ხასიათდება ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლებით. ასეთებია: ეფექტურობა, მწარმოებლობა, ნაწარმის დამამუშავების სიზუსტე, ენერგოტევალობა

ლითონტევადობა, მარგი ქმედების კოეფიციენტი და სხვა.

მანქანის **ეფექტურობა** არის კომპლექსური ეკონომიკური მაჩვენებელი, რომელსაც განზოგადებულად გამოსახავენ ეფექტურობის კოეფიციენტით  $E$

$$E = \frac{N}{\sum C} ,$$

სადაც  $N$  არის მანქანის მიერ წლის განმავლობაში გამოშვებული პროდუქციის რაოდენობა;

$\sum C$  - მანქანის მომსახურებაზე წლიური დანახარჯების ჯამი.

მანქანების და აპარატების მნიშვნელოვან ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებელს წარმოადგენს **მწარმოებლობა**, რომელიც არის დროის ერთეულში გამოშვებული პროდუქციის რაოდენობა. მწარმოებლობა შეიძლება იყოს მასური, მოცულობითი და ცალობრივი. ერთეულთა საერთაშორისო სისტემის მიხედვით, მათი განზომილებები შესაბამისად იქნება: კგ/წმ; მ<sup>3</sup>/წმ; ლიტრი/წმ; (სითხეებისთვის) ცალი/წმ. თუმცა, ხშირ შემთხვევაში, აღრიცხვიანობის და მატერიალური ბალანსის განგარიშებისას, მოხერხებულია სხვა უფრო დიდი განზომილებების გამოყენება, მაგალითად: კგ/სთ; ტონა/სთ; ტონა/დღე-ღამეში; მ<sup>3</sup>/წთ; მ<sup>3</sup>/სთ; ლიტრი/სთ; დალ/სთ; ცალი/წთ; ცალი/სთ და სხვა.

მანქანის მუშაობის **სიზუსტეს** განსაზღვრავს გამოშვებული ნაწარმის სიზუსტე (მაგალითად, წონის, მოცულობის, ხაზოვანი ზომების სიზუსტე), რომელიც განსაზღვრულია სტანდარტით, დასაშვები ცდომილებით.

მანქანის **ენერგოტევადობა** არის გამოშვებულ ერთეულ პროდუქციაზე მოსული ენერგოდანახარჯები, მაგალითად, კვტ/კგ; კვტ/ტ და სხვა.

მანქანის **ლითონტევადობის** დასახასიათებლად ხშირად სარგებლობენ ლითონტევადობის კოეფიციენტით  $K$  , რომელიც წარმოადგენს ძრავის სიმძლავრის  $N$  შეფარდებას მანქანის მასასთან  $M$

$$K = N / M$$

ზემოთ მოყვანილი მანქანების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები არის ზოგადი მახაიათებლების არასრული ჩამონათვალი. ცალკეულ, კონკრეტულ შემთხვევაში მანქანის დახასიათება შესაძლებელია სხვა ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლებით.

## 1. კვების პროდუქტების ნედლეულის დამქუცმაცებელი მოწყობილობები

კვების მრეწველობის მთელ რიგ დარგებში, მზა პროდუქციის მისაღებად, საჭიროა საწყისი ნედლეულის და ნახევარფაბრიკატების დამქუცმაცება განსხვავებული ზომითი შემადგენლობის დისპერსულ ფრაქციებად. კვების პროდუქტების წარმოებისათვის საჭირო ნედლეული გამოირჩევა დიდი მრავალფეროვნებით, როგორც ფიზიკურ-მექანიკური, ასევე ბიო-ქიმიური შემადგენლობით. უმრავლეს შემთხვევაში, ნედლეული წარმოადგენს ფხვიერ, ნაყარ მასალას, განსხვავებული ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით. ნედლეულის და ნახევარფაბრიკატის დამქუცმაცება არ არის მხოლოდ მექანიკური პროცესი, ის ხშირ შემთხვევაში განსაზღვრავს მზა პროდუქციის ხარისხს. მაგალითად, ყურძნის დაჭყლეტა პირველად მეღვინეობაში; ჩაის ნახევარფაბრიკატის დაჭრა-დამქუცმაცება ნაწილაკების სტანდარტული ზომის ფრაქციებად და სხვა. ამიტომ, ყოველი კონკრეტული შემთხვევისათვის შერჩეული უნდა იყოს დამქუცმაცების ოპტიმალური მეთოდი და რეჟიმული პარამეტრები. ნედლეულის მრავალფეროვნება განსაზღვრავს კვების მრეწველობაში გამოყენებული დამქუცმაცების მეთოდებისა და მოწყობილობების სიმრავლეს. მათი შერჩევისას, პროდუქციის ხარისხობრივი მაჩვენებლების გარდა, აუცილებელია საჭირო მწარმოებლობის გათვალისწინებაც. ეს ორი ფაქტორი მნიშვნელოვანია სწორი ტექნიკური გადაწყვეტილების მისაღებად.

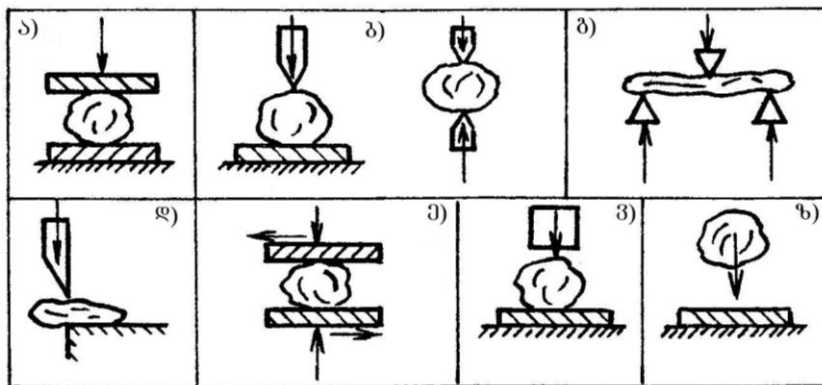
დამქუცმაცებელი მანქანები, გარდა ზემოთაღნიშნული პირველადი მეღვინეობის და ჩაის წარმოებისა, გამოიყენებიან კვების მრეწველობის მრავალ დარგში: მარცვლეულის გადასამუშავებლად ფქვილისა და ბურღულის მისაღებად; კომბინირებული საკვების წარმოებაში კომპონენტების დამქუცმაცებისათვის; კვების კონცენტრატების; საკონდიტრო; საკონსერვო საწარმოებში და მრავალ სხვა დარგში.

აღნიშნული მანქანების პარამეტრების ოპტიმიზაციისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მათში მიმდინარე პროცესების სწორ ანალიზს და რეჟიმების დასაბუთებას. ამ მიმართულებით როგორც უცხოელი, ასევე ქართველი მეცნიერების და სპეციალისტების მიერ ჩატარებულია მრავალი თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა, რომლებიც საფუძვლად დაედო თანამედროვე მაღალმწარმოებლური და მაღალეფექტური მანქანების კონსტრუირებას და შექმნას.

## 1.1 ფხვიერი მასალების დაქუცმაცების მეთოდები

ნედლეულისა და მზა პროდუქციისადმი ტექნოლოგიური მოთხოვნების შესაბამისად, აგრეთვე მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გათვალისწინებით, დამქუცმაცებელ მანქანებში შეიძლება გამოყენებული იყოს დაქუცმაცების სხვადასხვა მეთოდი: დაჭყლეტა, გახლენა, ჭრა, თელვა, გახეხვა, დარტყმითი ზემოქმედება და სხვა. უმრავლეს შემთხვევაში გვხვდება ამ მეთოდების სხვადასხვა სახის კომბინირებული მოქმედება. ვინაიდან, მასალების დაქუცმაცება არის დინამიკური პროცესი, ამიტომ აღნიშნული დეფორმაციები სუფთა სახით პრაქტიკულად არ გვხვდება. ყოველ დეფორმაციულ მოქმედებას თან ახლავს ერთი ან რამოდენიმე სხვა სახის დეფორმაცია. ნახ.1.1-ზე მოყვანილია ძირითად დეფორმაციათა სახეები, რომელთა ზემოქმედების წილი მნიშვნელოვნად აღემატება თანმხლებ დეფორმაციებს.

დაჭყლეტის დროს (ნახ.1.1,ა), სხეული გარე დატვირთვის მოქმედებით დეფორმირდება მთელ მოცულობაში და როდესაც შიგა დაძაბულობა გადააჭარბებს კუმშვაზე სიმტკიცის ზღვარს, იგი განიცდის რღვევას. ეს მოვლენა მიეკუთვნება კუმშვით დეფორმაციას.



ნახ.1.1. ფხვიერი მასალების დაქუცმაცების მეთოდები

გახლენის შემთხვევაში (ნახ.1.1,ბ) სხეულის რღვევა ხდება დატვირთვების მაქსიმალური კონცენტრაციის ადგილებში, რის შედეგადაც ის შეიძლება გაიყოს რამოდენიმე ნაწილად. აღნიშნულ მექანიკურ მოდელს შეესაბამება აგრეთვე თელვის და ადგილობრივი თელვის დეფორმაციებიც.

მასალის ნაწილაკები მსხვრევას განიცდიან ღუნვითი დეფორმაციის გავლენით (ნახ.1.1,გ). ეს მეთოდი ხასიათდება იმით, რომ მიღებულ ნაწილაკებს აქვთ უფრო თანაბარი ფორმა და ზომები. ეს ძალზე ეფექტურია მაგალითად, ჩაის ნახევარფაბრიკატის გადამუშავების დროს.



ჭრის მეთოდი (ნახ.1.1,დ) გამოიყენება მაშინ, როდესაც მასალის დაქუცმაცება საჭიროა წინასწარ დადგენილი ზომებით. ეს მეთოდი ფართოდ გამოიყენება თამბაქოს წარმოებაში, საკონსერვო ქარხნებში – ხილ-ბოსტნეულის დასაჭრელად და სხვა.

მასალის გახეხვით დამუშავებისას (ნახ.1.1,ე), დაქუცმაცება ხდება კუმშვის, ჭრის და თელვის ძალების ერთობლივი მოქმედებით. ეს მეთოდი გამოიყენება მაგალითად, საკონსერვო წარმოებაში ტომატის გასახეხად, წვრილ-დისპერსიული პროდუქტის მისაღებად.

ნახ.1.1,ვ-ზე ნაჩვენებია დაქუცმაცების მეთოდი შეყურსული დარტყმით, რის შედეგადაც სხეული ირღვევა ინტენსიური დინამიკური დატვირთვის მოქმედებით. ერთ წერტილში კონცენტრირებული დარტყმის შედეგად მიღებული ეფექტი ანალოგიურია გახლეჩის (ნახ.1.1,ბ), ხოლო თუ დატვირთვა თანაბრად არის განაწილებული მთელ მოცულობაში, მაშინ ეფექტი კუმშვის ანალოგიურია (ნახ.1.1,ა).

თავისუფალი დარტყმის დროს (ნახ.1.1,ზ) სხეულის რღვევა ხდება მისი დარტყმით უძრავ ზედაპირზე ან მუშა ორგანოებზე, აგრეთვე – ნაკადში სხვა სხეულებზე. ეს მეთოდი რეალიზებულია ყურძნის საჭყლეტ-კლერტგამცლელ მანქანებში მაღალხარისხოვანი ღვინომასალების წარმოებისათვის.

ზემოთგანხილული დაქუცმაცების მეთოდების მიხედვით მოწყობილობები შეიძლება დავეყოთ რამოდენიმე ჯგუფად: 1. სახლეჩ-სამსხვრევი; 2. საჭყლეტი; 3. საჭყლეტ-სახეხი; 4. დარტყმითი ქმედების; 5. დარტყმით-გამხეხი.

## 12. ფხვიერი მასალების დამქუცმაცებელი მოწყობილობები

ნახ.1.2-ზე წარმოდგენილია მოწყობილობათა პრინციპული სქემები, რომლებიც დანიშნულია როგორც კვების მრეწველობის, ასევე სხვა დარგების ფხვიერი მასალების დაქუცმაცებისათვის.

ყბებიანი სამსხვრევი (ნახ.1.2,ა) შედგება უძრავი 1 და მოძრავი 2 ყბებისაგან, რომელთა მუშა ზედაპირები შესრულებულია გრძივი მჭრელი რიფების სახით. მოძრავი ყბა სახსრის 3 მიმართ ასრულებს რხევით მოძრაობას და დარტყმით ზემოქმედებს მუშა არეში გრავიტაციულად მოძრავ მასალაზე. მოძრავი ყბის 2 რხევის სიხშირე ისეთია, რომ რამოდენიმეჯერ ახდენს დარტყმას ერთი და იგივე მოძრავ სხეულზე, რაც იწვევს მის ინტენსიურ დაქუცმაცებას. ამ მოწყობილობაში რეალიზებულია მსხვრევის (ნახ.1.1,გ), გახლეჩის (ნახ.1.1,ბ) და შეყურსული დარტყმის (ნახ.1.1,ვ) მეთოდები. უკანასკნელ შემთხვევაში ყბებს აქვთ გლუვი მუშა ზედაპირები.

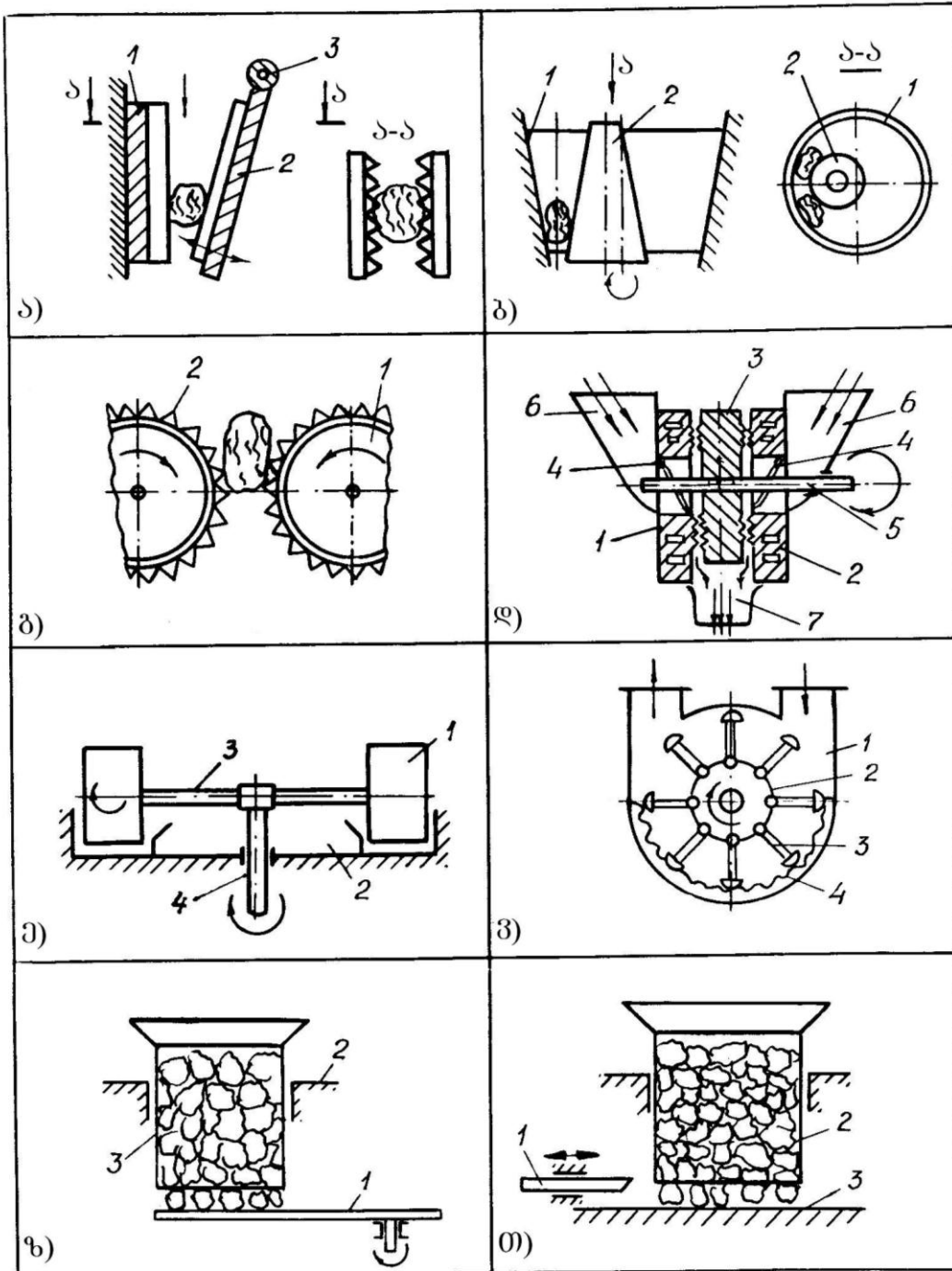
ასეთი მოწყობილობები უპირატესად გამოიყენება ისეთი მასალების დაქუცმაცებისათვის, რომელთა ნაწილაკები გამოირჩევიან მაღალი სიმტკიცით და მოითხოვენ ასევე მაღალ ხვედრით ენერგოდანახარჯებს.

ნახ.1.1, გ-ზე ნაჩვენებია მსხვრევის მეთოდი გამოყენებულია კონუსურ მოწყობილობებში (ნახ.1.2,ბ), რომელთა მუშა ორგანოებს წარმოადგენენ წაკეთილი ფორმის უძრავი 1 და მოძრავი 2 კონუსები. ამასთან, კონუსი 2, რომელიც ექსცენტრულად არის ჩასმული უძრავ შიგა კონუსში 1, ასრულებს ბრტყელ წრიულ-გადატანით მოძრაობას. ამიტომ, მუშა ღრეხო ორ კონუსურ ზედაპირს შორის მუდმივად იცვლება. იმის გამო, რომ კონუსების ზედაპირებს აქვთ განსხვავებული სიმრუდის რადიუსები, მათი მიახლოებისას მასალის ნაწილაკები განიცდიან ღუნვის დეფორმაციას და იმსხვრევიან. აქაც, ისევე როგორც წინა შემთხვევაში, მასლა მუშა არეში მოძრაობს გრავიტაციულად.

გახლეჩის მეთოდი (ნახ.1.1,ბ) უდევს საფუძვლად კბილ-ლილვაკიან მოწყობილობას (ნახ.1.2, გ). ლილვაკების 1 გარე ზედაპირზე მოჭრილია სოლისებური კბილები 2, რომელთა შეერილები ლილვაკების ბრუნვის დროს კონტაქტში მოდიან ერთმანეთთან. შედეგად ხდება მასალის წატაცება და მისი ნაწილაკების გახლეჩა.

სხვადასხვა ფხვიერი მასლის, გახეხვის მეთოდით (ნახ.1.1,ე) დაქუცმაცებისათვის, გამოიყენება დისკოებიანი წისქვილები (ნახ.1.2,დ), რომელთა ძირითადი მუშა ორგანოებია უძრავი 1,2 და მათ შორის მოძრავი 3 დისკები. დისკების 1 და 2 შიგა ტორსული ზედაპირები და 3 დისკის ორივე ტორსული ზედაპირი შესრულებულია მჭრელი სპირალური ფორმის რიფების სახით. დისკი 3 დასმულია ამძრავ ლილვზე 5. ამავე ლილვზე დამაგრებულია ორი ცალი სხვადასხვა მიმართულების ხრახნული ფრთა 4, რომლებიც ბრუნავენ დისკებში 1,2 გაკეთებულ ხვრელებში. მასალა მიეწოდება ხვიმირებიდან 6 თვითდინებით და ხრახნულ ფრთებს 4 შეაქვს დისკებს შორის მუშა არეში. აქ უძრავ და მოძრავ ზედაპირებს შორის, რიფების ინტენსიური ზემოქმედებით მასალა განიცდის დაქუცმაცებას გახეხის მეთოდით. განხილულ პრინციპზე მომუშავე წისქვილები განსაკუთრებით წარმატებით გამოიყენებიან საკონდიტრო წარმოებაში შაქრისა და სხვა ნედლეულის დაქუცმაცებისათვის. ამავე წარმოებაში კპოვეს ფართო გამოყენება ნახ.1.2,ე-ზე ნაჩვენებმა რბია დამქუცმაცებლებმა, რომლებშიც რეალიზებულია დაჭყლეტის და გახეხის მეთოდები (ნახ.1.1,ა,ე). უძრავ წრიულ ვარცლში 2 ფარდობით მოძრაობას ასრულებს ორი რბია 1, რომლებიც თავისუფლად არიან დასმული ღერძზე 3. რბიების ღერძი ბრუნავს კორიზონტალურ სიბრტყეში ამძრავი ლილვით 4. ფარდობითი მოძრაობის დროს, რბიები ჩაითრევენ ვარცლში მოთავსებულ მასალას

და რამოდენიმეჯერ გადაირბენენ მასზე. წარმოქმნილი ხახუნის ძალების გავლენით რბიები ბრუნავენ საკუთარი ღერძების მიმართ და გადაგორდებიან მასალაზე. დაქუცმაცება ხორციელდება რბიების სიმძიმის ძალით.



ნახ.12. ფხვიერი პროდუქტების დამქუცმაცებელი მოწყობილობები

დარტყმითი ზემოქმედების მეთოდი (ნახ.1.1,ვ,ზ) გამოყენებულია ჩაქუჩებიან დამქუცმაცებელში (ნახ.1.2,ვ), რომელიც შედგება კორპუსისაგან 1, მასში ჩასმული მაღალი სიჩქარით მბრუნავი დისკით 2. დისკზე სახსრულად დამაგრებულია

ჩაქუჩები 3, რომლებიც უძრავ მდგომარეობაში ვერტიკალურად არიან დაკიდებული. კორპუსის ქვედა ნახევრადწრიულ არეში დამაგრებულია დაკეჭნილი, რკალისებური ზედაპირი 4. დისკის 2 ბრუნვის შედეგად, ჩაქუჩები ცენტრიდანული ძალით გაიშლებიან რადიალურად და ზედაპირთან 4 ურთიერთქმედებით ჩაითრევენ კორპუსის მარჯვენა მილყელიდან მიწოდებულ მასალას. დაკეჭნილი ზედაპირი 4 წინააღმდეგობას უწევს მასალის სწრაფად გადადგილებას, ამიტომ ჩაქუჩები რამოდენიმეჯერ ხემოქმედებენ მასზე და ინტენსიურად აქუცმაცებენ. დამუშავებული მასალა გამოდის კორპუსის მარცხენა მილყელიდან.

ხილ-ბოსტნეულის და სხვა მცენარეული ნედლეულის დასაჭრელად ნახ.1.1, დ-ზე ნაჩვენები მეთოდით, გამოიყენება მოწყობილობა, რომლის პრინციპული სქემა მოცემულია ნახ.1.2,ზ-ზე. მბრუნავი მჭრელი დისკოს 1 თავზე, გარკვეული ღრეწოთი, მოთავსებულია ცილინდრი 3, რომელიც უძრავად არის ჩამაგრებული კორპუსში 2. დისკის ბრუნვის შედეგად, ცილინდრიდან ჩამოდინებული მასალა იჭრება მის წიბოზე. დაქუცმაცების ხარისხი რეგულირდება დისკსა და ცილინდრს შორის ღრეწოს სიდიდის ცვლილებით.

დაქუცმაცების იგივე მეთოდია გამოყენებული ნახ.1.2,თ-ზე ნაჩვენებ სქემაში, სადაც მჭრელი დანა 1 ასრულებს წრფივ-უკუქცევად მოძრაობას და ჭრის მასალას ცილინდრის 2 ქვედა წიბოსა და უძრავ ზედაპირს 3 შორის.

დაქუცმაცების მეთოდებისა და მოწყობილობების განხილვის საფუძველზე შესაძლებელია გაკეთდეს მათი კლასიფიკაცია, რომელიც მოცემულია ნახ.1.3-ზე.

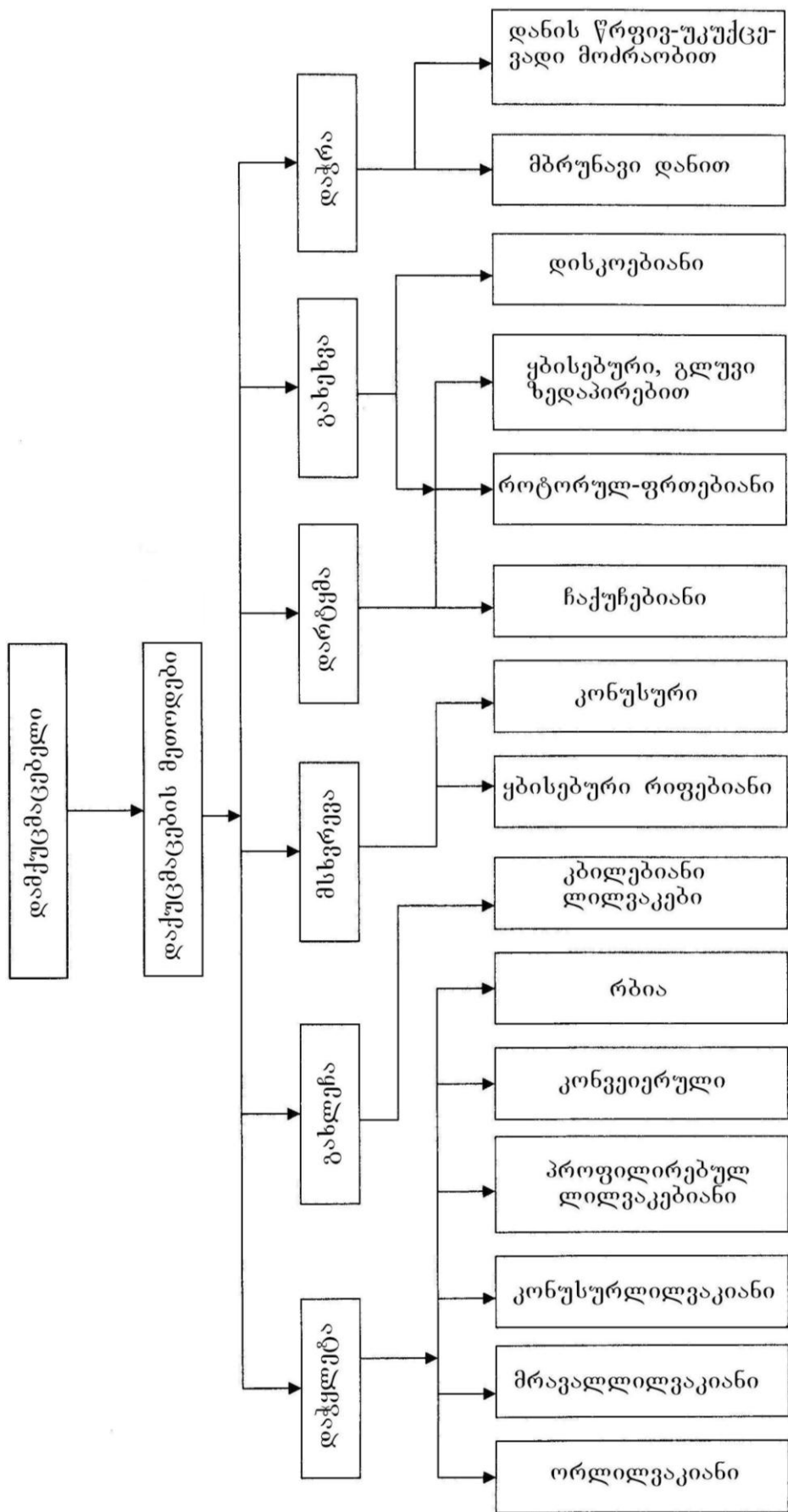
### 1.3. ყურძნის საჭყლეტი მოწყობილობები

ხემოთგანხილულ სხვადასხვა დამქუცმაცებელ მოწყობილობებს გააჩნიათ მრავალი საერთო ნიშანთვისება, მიუხედავად კონსტრუქციული სახესხვაობისა. ზოგიერთ დარგში, ტექნოლოგიური პროცესების თავისებურების გამო გვხვდება მოწყობილობები, რომლებიც ხასიათდებიან სპეციფიკური ტექნოლოგიური და კონსტრუქციული მახვენებლებით. ასეთ დარგებს მიეკუთვნებიან მაგალითად, ღვინისა და ჩაის საწარმოები.

ყურძნის დაჭყლეტის ფიზიკური არსი არის არა მარტო მარცვლების მექანიკური დაზიანება, არამედ მათი რბილობის უჯრედოვანი სტრუქტურის რბილ რეჟიმში რღვევა. ამიტომ, სხვა ნედლეულთან შედარებით ყურძნის საჭყლეტებს აქვთ განსხვავებული ტექნოლოგიური მოთხოვნები.

პირველადი მეღვინეობის ქარხნებში, სხვადასხვა დროს, გამოყენებული იყო

განსხვავებული ფორმისა და კონსტრუქციის საჭყლეტები, მაგალითად, ცილინდრული და კონუსური ლილვაკები რიფებიანი ზედაპირებით (ნახ.14,ა,ბ,გ). ამ საჭყლეტების საერთო უარყოფით მხარეს წარმოადგენს მასალის ჩათრევის ცუდი პირობები, რაც თავის მხრივ იწვევს ყურძნის ინტენსიურ ხახუნს, ზედმეტ



ნახ.13. ფხვიერი მასალების დაქუცმაცვების მეთოდების და მოწყობილობების კლასიფიკაცია

ენერგეტიკულ დანახარჯებს და ამცირებს მწარმოებლობას. გარდა ამისა, კონუსურ საჭყლეტებში (ნახ.14,ბ,გ) ლილვაკების საკონტაქტო ზედაპირებს აქვთ განსხვავებული წრიული სიჩქარეები, რაც იწვევს ფენების ძვრას და გადახეხვას. ეს კი არასასურველია განსაკუთრებით მაღალხარისხოვანი სამარკო ღვინოების წარმოების დროს.

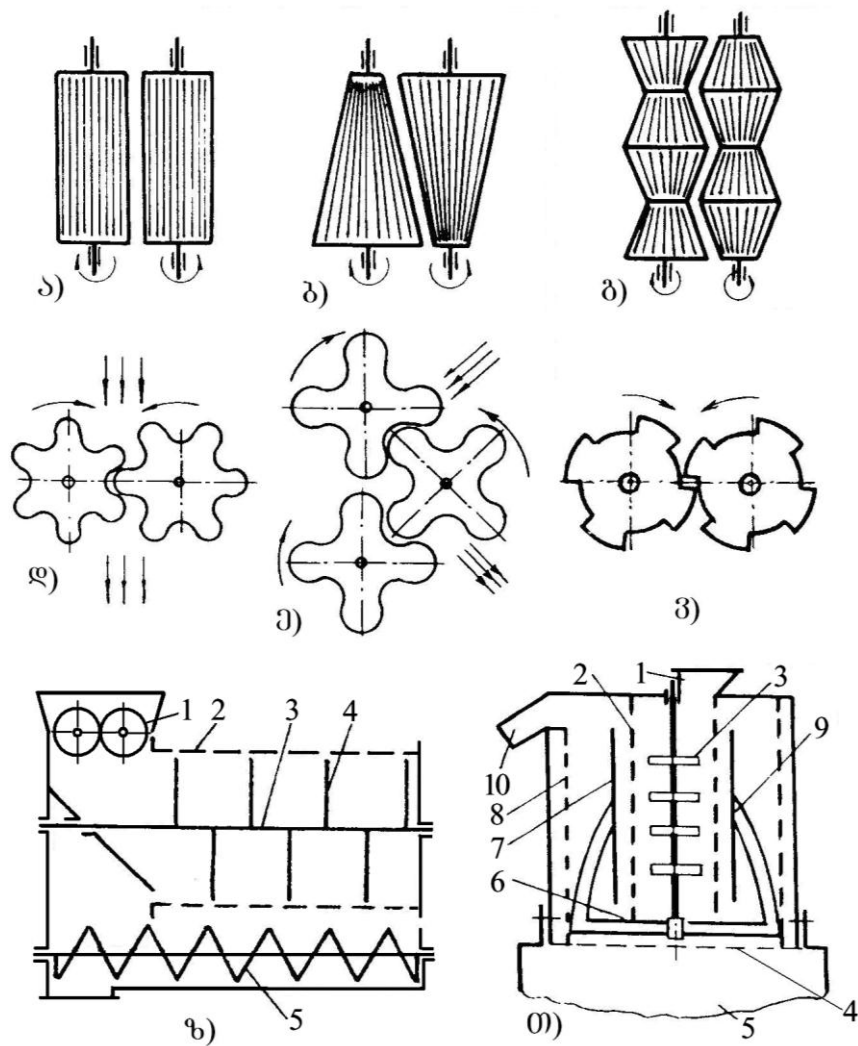
ამჟამად, ფართოდ გამოიყენება პროფილირებული ლილვაკებიანი საჭყლეტები მორეზინებული ზედაპირებით (ნახ.14,დ), რომლებმაც მთლიანად შეცვალეს ყველა სხვა ტიპის ლილვაკიანი საჭყლეტი. ასეთი ფორმა უზრუნველყოფს მასალის ჩათრევის კარგ პირობებს, მაგრამ მათ აქვთ ისეთივე ნაკლოვანი მხარე, როგორც კონუსურ საჭყლეტებს – საკონტაქტო ზედაპირებს შორის განსხვავებული წრიული სიჩქარე, რაც განპირობებულია ლილვაკების შევრილებისა ღრმულების განსხვავებული რადიუსებით.

ს.მესარქიშვილის მიერ დამუშავებული იყო სამლილვაკიანი დიფერენციალური საჭყლეტი (ნახ.14,ე). ამ საჭყლეტში პროფილირებული ლილვაკები ერთმანეთის მიმართ განლაგებული არიან მუშა ღრეჩოს კლებადი მიმდევრობით, მასალის მოძრაობის მიმართულებით [3]. ავტორის აზრით, დიფერენციალური დაჭყლეტის მეთოდის გამოყენებით უნდა გაიზარდოს მწარმოებლობა და მაღალხარისხოვანი ტკბილის გამოსავალი. მაგრამ, აღნიშნულ საჭყლეტსაც აქვს იგივე ნაკლოვანი მხარეები, რაც ზემოთგანხილულ მოწყობილობებს.

პროფილირებულ ლილვაკებში ძვრისა და ხახუნის ძალების შესამცირებლად შემოთავაზებული იყო შევრილებისა და ღრმულების ციკლოიდური პროფლით შესრულება, მაგრამ ასეთ კონსტრუქციას მხოლოდ უმნიშვნელოდ შეუძლია შეამციროს ის უარყოფითი მოვლენები, რაც გააჩნიათ შევრილებიან საჭყლეტებს.

პროფილირებული ლილვაკების ბაზაზე დამუშავებული იყო საჭყლეტი (ნახ. 14,ვ), სადაც ინერტული გაზის არეში ყურძნის დაჭყლეტის მიზნით, ერთ-ერთ ლილვაკს გაკეთებული აქვს რადიალური არხები, რომლებიც ღრმულებს აკავშირებენ ცენტრალურ, აირის მიმწოდ მილთან. უნდა აღინიშნოს, რომ დაჭყლეტის ზონაში მასალა მოძრაობს წამიერად, ამიტომ ინერტული გარემოს ზემოქმედების ეფექტი ბუნებრივია იქნება უმნიშვნელო.

პროფილირებული ლილვაკებიანი საჭყლეტების ჯგუფს მიეკუთვნება ნახ.14,ვ-ზე ნახევრები მოწყობილობა. საჭყლეტ ლილვაკებს აქვთ შლიცისებური ფორმა. ამ მოწყობილობასაც იგივე ნაკლი აქვს, რაც სხვა პროფილირებულ ლილვაკებს. გარდა ამისა, შლიცების მახვილი წიბოები ზედმეტად აზიანებენ ყურძენს.



ნახ.14. ყურძნის საჭყლეტი მოწყობილობები

ყურძნის დასაჭყლელად კლერტის მოცილებით, გამოიყენება ორი სახის საჭყლელტ-კლერტგამცლელი მანქანა – ჰორიზონტალური (ნახ.14,ზ) და ვერტიკალური (ნახ.14,თ). ამ მანქანების მუშაობის პრინციპი დაფუძნებულია მტევნების მაღალი სიჩქარით დარტყმის ეფექტზე, რაც იწვევს მარცვლების ინტენსიურ დაჭყლელას და მათი კლერტიდან მოცილებას, ანუ განხორციელებულია ნახ.1.1,ვ,ზ-ზე ნაჩვენები მექანიკური მოდელები.

ჰორიზონტალურ საჭყლელტ-კლერტგამცლელში ყურძენი წინასწარ იჭყლიტება ლილვაკებიან საჭყლელტში 1. ამის შემდეგ მიეწოდება კლერტგამცლელს, რომელიც წარმოადგენს ჰორიზონტალურ, პერფორირებულ, მბრუნავ ცილინდრს 2 და მასში თანადერძულად ჩადგმულ როტორს 3. როტორის ლილვზე, კუთხით დამაგრებულია ნიჩბები 4. მაღალი სიჩქარით მბრუნავი როტორის არეში, ცენტრიდანული ძალით ხდება მტევნების დარტყმა ცილინდრის ზედაპირზე, რის შედეგადაც მარცვლები იჭყლიტება და კლერტს სცილდება. დურდო გადის ცილინდრის ნახვრეტებში და



ჩაედინება შემკრებ შნეკში 5, ხოლო კლერტი გამოაქვს როტორს ცილინდრის გახსნილი ბოლოდან.

ვერტიკალურ საჭყლეტ-კლერტგამცლელ მანქანაში (ნახ.14,თ) ყურძენი ხვიშირიდან 1 მიეწოდება შიგა პერფორირებულ ცილინდრში 2, რომელშიდაც ჩადგმულია ნიჩბებიანი როტორი 3. მაღალი სიჩქარით მბრუნავი ნიჩბები ცენტრიდანული ძალით გასტყორცნიან მტევნებს ცილინდრის ზედაპირზე, რის შედეგადაც ხდება მათი დაჭყლეტა და კლერტის მოცილება. დურდო ჩაედინება შემკრებში 5, ხოლო კლერტი რჩება პერფორირებულ ძირზე 4, საიდანაც ჯვართავას 6 და მბრუნავი დახრილი ფრთების 9 დახმარებით ადის მაღლა და გამოიტვირთება ღარიდან 10. დახრილი ფრთები 9 ჩადგმულია შიგა მთლიან 7 და გარე პერფორირებულ 8 ცილინდრებს შორის.

განსხვავებული ჯიშისა და სიმწიფის ხარისხის ყურძენი მოითხოვს გადამუშავების სხვადასხვა რეჟიმს. ამ მიზნით, მანქანის ამპრაჟში გათვალისწინებულია ოთხსაფეხურიანი სიჩქარის კოლოფი.

ცენტრიდანული საჭყლეტ-კლერტგამცლელი მანქანების ძირითად ნაკლს წარმოადგენს დურდოს ზედმეტი გადახეხვა, რის გამოც ტკბილი შეიცავს დიდი რაოდენობით შეწონად ნაწილაკებს. ნაკლოვან მხარეს შეადგენს აგრეთვე გადასამუშავებელი მასალის ძლიერი აერაცია.

სხვა ფხვიერი მასალების საჭყლეტ-დამქუცმაცებელი მანქანების ანალიზიდან ნათელია, რომ ყურძნის გადამუშავების ტექნოლოგიური თავისებურებებიდან გამომდინარე, მათი გამოყენება პირველად მეღვინეობაში შეუძლებელია.

#### **14. ჩაის ნახევარფაბრიკატის სამსხვრევი მოწყობილობები**

ჩაის წარმოების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ტექნოლოგიურ ოპერაციას წარმოადგენს ნახევარფაბრიკატის გადამუშავება სტანდარტით გათვალისწინებული ზომითი შემადგენლობის ფრაქციებად. ამ მიზნით მიმართავენ ნახევარფაბრიკატის მსხვრევა-დაცუცმაცებას.

მშრალი ჩაის ნახევარფაბრიკატი წარმოადგენს მყიფე, ნაზი ნაწილაკებისაგან შედგენილ ფხვიერ მასალას. მსხვრევის პროცესის აუცილებელი მოთხოვნაა, რომ მინიმუმამდე შემცირდეს ჩაის გადახეხვა, რის შედეგადაც მას მტვრის სახით სცილდება ყველაზე უფრო ნაზი და ღირებული ზედაპირული ნაწილაკები. ეს კი აუარესებს საბოლოო პროდუქტის ხარისხს. ჩაის ნახევარფაბრიკატის ფიზიკურ-

მექანიკური თვისებებიდან და ტექნოლოგიური მოთხოვნებიდან გამომდინარე დაცუცმაცების ყველაზე ოპტიმალურ მეთოდად შეიძლება მივიჩნიოთ ნაწილაკების ღუნვითი დეფორმაცია (ნახ.1.1,გ) და ადგილობრივი თელვა (ნახ.1.1,ბ), ან ორივე დეფორმაციის ერთდროული მოქმედება.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ისეთი ნახევარფაბრიკატის გადამუშავებას, რომელიც დიდი რაოდენობით შეიცავს უხეშ ნაწილაკებს ღეროების სახით. ასეთი ნახევარფაბრიკატი მოითხოვს შერჩევით დამუშავებას, რომლის შემდეგაც შესაძლებელი ხდება მისი სეპარაცია და უხეში ფრაქციის გამოყოფა ნაწილაკების განსხვავებული ზომების მიხედვით. ამ გარემოებამ დღის წესრიგში დააყენა ჩაის მაღალეფექტური შერჩევითი დამუშავებელი მანქანების შექმნა. ამ მიმართულებით მნიშვნელოვანი სამუშაოებია ჩატარებული საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების საწარმოთა მოწყობილობების კათედრაზე, სადაც წლების განმავლობაში იქმნებოდა ორიგინალური კონსტრუქციის ჩაის ნახევარფაბრიკატის დამუშავებელი მანქანების რიგი გამოგონებათა დონეზე. ასევე დიდი სამუშაოებია ჩატარებული ამ მიმართულებით ანასეულის ჩაის მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ყოფილ ჩაის მრეწველობის მანქანათმშენებლობის საპრობლემო ლაბორატორიაში და ბათუმის მანქანათმშენებლ ქარხანაში. ამ ორგანიზაციებში შექმნილი მანქანები სხვადასხვა დროს დანერგილი იყო საქართველოს ჩაის ფაბრიკებში.

ცხრილში 1.1 მოყვანილია ჩაის ნახევარფაბრიკატის დამუშავების მეთოდები და მოწყობილობები. პოზიციაზე 1 წარმოდგენილია მჭრელ დისკოებიანი, ლილვაკებიანი დამუშავებლის სქემა [5]. მჭრელი დისკები ლილვაკებზე განლაგებულია ჭადრაკისებურად ისე, რომ ერთი ლილვაკის ერთი დისკი შედის მეორე ლილვაკის ორ დისკს შორის არეში. ამ შემთხვევაში დისკების წიბოები ქმნიან მჭრელ ზედაპირებს და მათში მოხვედრილი ჩაის ნაწილაკები განიცდიან ჭრას (ნახ.1.1,დ). ცხადია ასეთი მეთოდი ვერ უზრუნველყოფს ჩაის ხარისხობრივი მაჩვენებლების დაცვას, რაც ზემოთ იყო აღნიშნული. განსაკუთრებით შეუძლებელია ამ მეთოდით ჩაის შერჩევითი დამუშავების პრინციპის განხორციელება, ამიტომ ასეთი მოწყობილობები ჩაის წარმოებაში აღარ გამოიყენება.

ღ. ეჯიბიას მიერ შესწავლილი იყო ჩაის ნახევარფაბრიკატის უხეში და ხარისხოვანი ნაწილაკების დეფორმაციული თვისებები სტატიკური ღუნვის დროს. კერძოდ, განსაზღვრული იყო ჩაღუნვის ისრის კრიტიკული მნიშვნელობა, რომლის დროსაც ნაწილაკები განიცდიან რღვევას. როგორც გამოკვლევებმა აჩვენეს უხეში ნაწილაკები ხასიათდებიან კრიტიკული ჩაღუნვის ისრის უფრო დიდი

მნიშვნელობით, ვიდრე ჩაის ნაზი ნაწილაკები. ამ თვისებათა სხვაობა დაედო საფუძვლად პოზ. 2-ზე ნაჩვენებ ჩაის ნახევარფაბრიკატის სამსხვრევი მანქანის შექმნას [31], რომელიც ავტორის აზრით უზრუნველყოფდა შერჩევით დაქუცმაცებას.

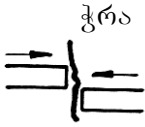
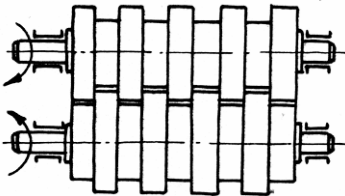

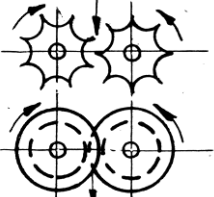
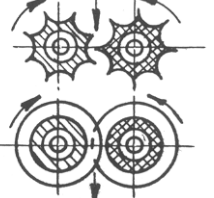

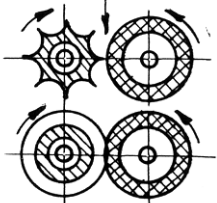
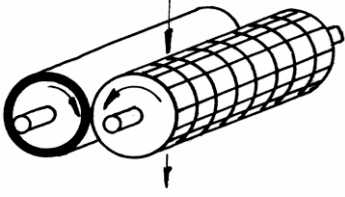
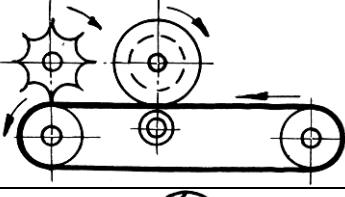
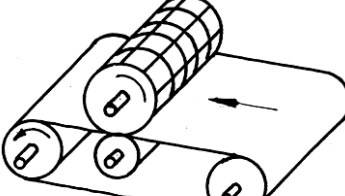
მანქანა შედგება ერთმანეთის თავზე განლაგებული ორი წყვილი ლილვაკისაგან გრძივი და წრიული მტეხი რიფებით. ამასთან, ერთი ლილვაკის რიფები შედიან მეორე ლილვაკის რიფებს შორის არეში გარკვეული სიდიდით.

მოგვიანებით, იმავე ავტორის მიერ დამუშავებულ კონსტრუქციაში (პოზ. 3), შეწყვილებულ ლილვაკებში ერთი ლილვაკი შესრულებული იყო რეზინის რიფებისაგან [32]. ლილვაკების ასეთი ურთიერთგანლაგება განპირობებული იყო იმით, რომ რიფებისადმი არასწორი ორიენტაციით მოძრავ ნაწილაკებს გარანტირებულად მიეღოთ ღუნვითი დეფორმაცია. როგორც მანქანის საწარმოო გამოცდებმა აჩვენეს განსხვავება ჩალუნვის ისრის კრიტიკულ მნიშვნელობებს შორის არ აღმოჩნდა საკმარისი შერჩევითი ტეხის მაღალი ეფექტის მისაღწევად.

ჩაის ნახევარფაბრიკატის შერჩევითი ტეხის პროცესის ეფექტურობის ასამაღლებლად გაგრძელებული სამეცნიერო კვლევების შედეგად გამოვლენილი იქნა ნაზი და უხეში ნაწილაკების დეფორმაციული მახასიათებლების ისეთ ნიშანთვისებათა ერთობლიობა, რაც უზრუნველყოფდა შერჩევითი ტეხის მაღალ ტექნოლოგიურ ეფექტს. ასეთებად მიჩნეული იყო ნაწილაკების ღუნვისა და ადგილობრივი თელვის დეფორმაციათა ერთობლიობა, სადაც ადგილობრივი თელვის დეფორმაციის კომპონენტი იყო უფრო მაღალი. ამ მიზნით, 2 და 3 პოზიციებზე ნაჩვენებ სქემებში ერთი ლილვაკი შესრულებული იყო გლუვი, მორეზინებული ზედაპირით [10]. 2,3 და 4 პოზიციებზე ნაჩვენები ჩაის მტეხი მანქანების საერთო ნაკლს წარმოადგენს ის, რომ ერთმანეთის თავზე განლაგებულ ლილვაკებს შორის არეში, ნაწილაკების თავისუფალი, გრავიტაციული ვარდნის გამო ხშირად ირღვევა მათი საჭირო ორიენტაცია ქვედა წყვილი ლილვაკების რიფების მიმართ, რაც იწვევს ჩაის არასრულ ტეხას.

ჩაის ნახევარფაბრიკატის დაქუცმაცების მეთოდები  
და მოწყობილობები

ცხრილი 1.1

№	მეთოდი	დეფორმაციის სახე	მუშა ორგანოების დასახელება	მუშა ორგანოების სქემები
1	2	3	4	5
1	ჭრა		ლილვაკები დისკებიანი დანებით	
2	ტეხა		ლილვაკები გრძივი და წრიული მტეხი რიფებით	
3	შერჩევითი ტეხა		ლილვაკები გრძივი და წრიული მტეხი და ელასტიკური რიფებით	
4	შერჩევითი დაქუცმაცება		ლილვაკები ხისტი გრძივი და წრიული რიფებით და გლუვი ელასტიკური ზედაპირით	
5		დუნვა და ადგილობრივი თელება	ლილვაკი ხისტი გრძივი და წრიული რიფებით და ლილვაკი გლუვი ელასტიკური ზედაპირით	
6			ლილვაკები გრძივი და წრიული ხისტი რიფებით და უწყვეტი ელასტიკური ლენტი	
7			ლილვაკი გრძივი და წრიული ხისტი რიფებით და უწყვეტი ელასტიკური ლენტი	

აღნიშნული ნაკლის გამოსწორების მიზნით შეიქმნა ჩაის ნახევარფაბრიკატის მტეხი მანქანების მთელი რიგი [10], სადაც შეზღუდული იყო ჩაის ნაწილაკების მოძრაობის თავისუფლების ხარისხი (პოზ. 6 და 7), ან ერთი ლილვაკი შესრულებული იყო ერთდროულად გრძივი და წრიული რიფებით (პოზ. 5 და 7), ხოლო მეორე ლილვაკი კი – გლუვი მორეზინებული ზედაპირით (პოზ. 5). პოზ. 7-ზე დრეკად ელემენტს წარმოადგენს უწყვეტი ლენტი საყრდენი გორგოლაჭით. აღნიშნულმა მანქანებმა მნიშვნელოვნად აამაღლეს შერჩევითი ტეხის ეფექტი, მაგრამ მათი კონსტრუქციები გამოირჩევა სირთულით და შედარებით დაბალი საიმედოებით და ხანგამძლეობით. სირთულის თვალსაზრისით გამოირჩევა მტეხი ლილვაკი ერთდროულად გრძივი და განივი რიფებით (პოზ. 5 და 7), ხოლო დაბალი ხანგამძლეობის თვალსაზრისით – პოზ. 6 და 7-ზე ლენტური დრეკადი ელემენტები. გარდა ამისა, ლენტური დრეკადი ელემენტები მოითხოვენ გაცილებით დაბალ სიჩქარეებს ლილვაკებიან მტეხებთან შედარებით, ამიტომ მათი გამოყენება შეზღუდულია.

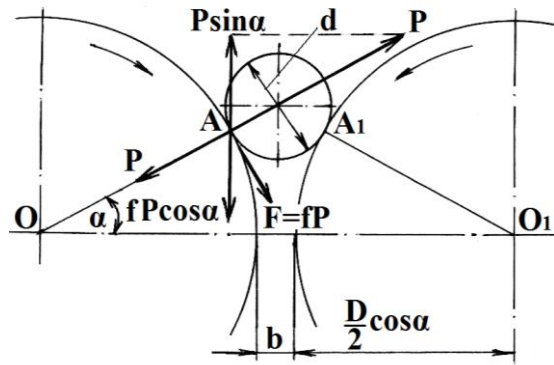
პოზ.4 და 6-ზე ნაჩვენები ჩაის ნახევარფაბრიკატის მტეხი მანქანები დანერგილი იყო საქართველოს ჩაის ფაბრიკებში.

### 1.5. გლუვზედაპირიანი ლილვაკებიანი დამქუცმაცებლები

ლილვაკებიანი მანქანები ხასიათდებიან კონსტრუქციის სიმარტივით საიმედოობით და ხანგამძლეობით, მაღალი მწარმოებლობით და ტექნოლოგიური ეფექტურობით.

ლილვაკები გლუვი ან დაკეჭნილი ზედაპირებით, უპირატესად გამოიყენებიან მშრალი, მარცვლოვანი სტრუქტურის ფხვიერი მასალების დამქუცმაცებისათვის. ასეთ მანქანებში მნიშვნელოვანია ლილვაკების მინიმალურად დასაშვები დიამეტრების განსაზღვრა, რაც თავის მხრივ განაპირობებს მასალის ლილვაკებს შორის არეში ჩათრევის პირობებს. ეს უკანასკნელი განსაზღვრავს მანქანის მწარმოებლობას და ხვედრით ენერგოდანახარჯებს. ასეთი ლილვაკების საანგარიშო სქემა მოცემულია ნახ.1.5-ზე.

გლუვზედაპირიანი ლილვაკებში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პარამეტრია ნაწილაკის ჩათრევის კუთხე  $\alpha$ , რომელიც წარმოიქმნება რადიუსსა და ლილვაკების ცენტრების შემაერთებელ ხაზს შორის. დეფორმაციის დაწყებამდე ნაწილაკი ლილვაკების ზედაპირს ეხება და 1 წერტილებში და აწევს მათ რადიალური ძალით. ნაწილაკიც ლილვაკების მხრიდან განიცდის ასეთივე



ნახ.1.5. ლილვაკების მინიმალურად დასაშვები დიამეტრის საანგარიშო სქემა

სიდიდის ძალის მოქმედებას. ამ ძალის ვერტიკალური მდგენელები -  $2 \sin \alpha$  ცდილობენ ამოაგდონ ნაწილაკი სოლისებური ჩათრევის ზონიდან. ხახუნის ძალების ვერტიკალური მდგენელებით -  $2f \cos \alpha$ , ხდება ნაწილაკების ჩათრევა ლილვაკებს შორის მუშა დრეჩოში. ნაწილაკზე მოქმედ ძალთა სისტემის წონასწორობის განტოლებას, ლილვაკების ზედაპირზე კონტაქტის საწყის მომენტში, აქვს სახე

$$2P \sin \alpha = 2fP \cos \alpha .$$

ნაწილაკის ჩათრევისათვის აუცილებელია პირობაა

$$2P \sin \alpha < 2fP \cos \alpha , \text{ საიდანაც}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} < f \text{ ან } \operatorname{tg} \alpha < \operatorname{tg} \rho ,$$

სადაც  $f$  - ნაწილაკის, ლილვაკის ზედაპირზე ხახუნის კოეფიციენტი;  $\rho$  - ხახუნის კუთხე. რადგან,  $D + b = D \cos \alpha + d \cos \alpha$ , მივიღებთ

$$D = \frac{d \cos \alpha - b}{1 - \cos \alpha} ,$$

სადაც - ლილვაკების დიამეტრია;  $d$  - ნაწილაკის დიამეტრი;  $b$  - ლილვაკებს შორის მუშა დრეჩო.

ჩათრევის კუთხის ( $\alpha$ ) ზღვრული მნიშვნელობა ტოლი უნდა იყოს ხახუნის კუთხის ( $\rho$ ), ამიტომ ლილვაკების დიამეტრის მინიმალურად დასაშვები სიდიდე განისაზღვრება ფორმულით

$$D_{\text{მინ.}} = \frac{d \cos \rho - b}{1 - \cos \rho} .$$

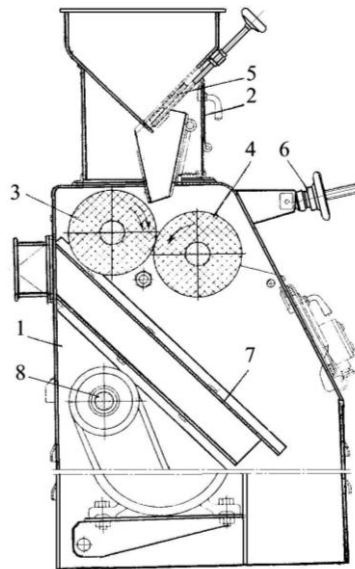
## 1.5.1. ფხვიერი მასალების საფშენელი მანქანები

დაქუცმაცების ერთ-ერთ სახეს წარმოადგენს ზოგიერთი მარცვლოვანი ფხვიერი მასალის დაფშენა, რაც გულისხმობს მარცვლის გარე, ზედაპირული ქერქის მსხვრევას ძირითადი ბირთვის (გულის) დაზიანების გარეშე. ასეთი მეთოდი ფართოდ გამოიყენება ხორბლის, ქერის, სოიას, ალას, ბრინჯის, წიწიბურას და სხვა კულტურებისათვის, რომლებსთვისაც ქერქის მსხვრევა და შემდგომი გაცრა-გაპრიალება განპირობებულია ტექნოლოგიური მოთხოვნებით სხვადასხვა პროდუქტის წარმოების სპეციფიკურობიდან გამომდინარე.

ძირითადი მექანიკური დეფორმაციები, რომლებიც საფუძვლად უდევს საფშენელი მანქანების მუშაობის პრინციპს, შეიძლება კლასიფიცირდეს შემდეგი სახით: მრავალჯერადი დარტყმა; კუმშვა და ხახუნი; ძვრა, ხახუნი.

მარცვლეულის საფშენელი მანქანების ერთ-ერთ ფართოდ გავრცელებულ სახეს წარმოადგენს მორეზინებულ ზედაპირიანი ლილვაკებიანი მანქანები, რომლებშიც ლილვაკები ბრუნავენ შემხვედრი მიმართულებით განსხვავებული წრიული სიჩქარით [20]. ამ მანქანების მუშა არეში მოხვედრილი მარცვალი განიცდის კუმშვის, ძვრის და ხახუნის დეფორმაციების ერთობლიობას, რის შედეგადაც მყიფე ქერქი ინტენსიურად იმსხვრევა, ხოლო უფრო მტკიცე ძირითადი ბირთვი, რეზინის ზედაპირის დეფორმირების გამო, რჩება მთელი. ამრიგად, მარცვალზე გადაცემულმა დატვირთვამ არ უნდა გადააჭარბოს ბირთვის სიმტკიცის ზღვარს, ამასთან უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ქერქის სრული მსხვრევა და შემდგომი სეპარაცია. ეს მიიღწევა რეზინის მექანიკური მახასიათებლების (სისალე, დრეკადობის მოდული), ლილვაკების დიამეტრის, კუთხური სიჩქარის და დიფერენციალის სწორად შერჩევით.

ნახ.1.6-ზე ნაჩვენებია ლილვაკებიანი საფშენელი ერთ-ერთი მანქანის საერთო ხედი, ხოლო ნახ.1.7-ზე მოცემულია ლილვაკების ძირითადი პარამეტრების საანგარიშო სქემა.



ნახ.1.6. რეზინის ლილვაკებიანი საფშენელი მანქანა:

- 1 – კორპუსი; 2 – მკვებავი ბუნკერი; 3, 4 – რეზინის ლილვაკები;
- 5 – შიბერი; 6 – მუშა ღრეხოს სარეგულირებელი მექანიზმი;
- 7 – საასპირაციო არხები; 8 – ამძრავი.

მარცვლეულის დაფშენის პროცესის ერთ-ერთი ძირითადი მოთხოვნაა ბირთვის მთლიანობის მაქსიმალური შენარჩუნება. ამიტომ მანქანის მუშა ზონაში აღძრულმა ძალებმა არ უნდა გამოიწვიონ თვითონ მარცვლის რღვევა ქერქის ეფექტურად გაცლის პირობებში. ამას, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, უზრუნველყოფენ მარეზინებულ ზედაპირიანი ლილვაკები, განსხვავებული წრიული სიჩქარეებით.

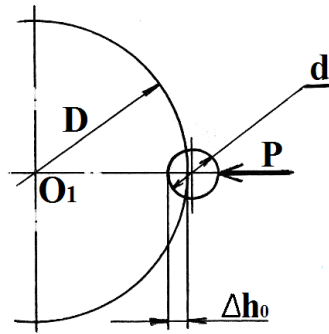
თუ მარცვალს განვიხილავთ როგორც აბსოლუტურად ხისტ სფეროს, შეგვიძლია განვსაზღვროთ ლილვაკებს შორის მუშა ზონაში მისი მკუმშავი ძალა. ნახ.1.7-ზე ძალა წარმოადგენს მარცვალზე მეორე ლილვაკის ზემოქმედებას.

დრეკადობის თეორიის საფუძველზე, ლილვაკის რეზინის ზედაპირის აბსოლუტური დეფორმაციის სიდიდე  $\Delta h_0$  განისაზღვრება შემდეგი დამოკიდებულებით

$$\Delta h_0 = \sqrt[3]{\frac{9\pi^2 K_1^2}{32} \cdot \frac{R_1 + 2R_2}{R_1 \cdot R_2} \cdot P^2}, \quad (1.1)$$

სადაც  $K_1 = \frac{1-\mu^2}{\pi E}$  და ახასიათებს რეზინის მექანიკურ თვისებებს;  $\mu$  – პუასონის კოეფიციენტი ( $\mu \approx 0,5$ );  $E$  – რეზინის დრეკადობის მოდულია;  $R_1 = d/2$  – მარცვლის რადიუსია;  $R_2 = D/2$  – ლილვაკის რადიუსია.





ნახ.1.7. მარცვლის მკუმშავი ძალის საანგარიშო სქემა

თუ ცნობილია  $\Delta h_0$ -ის მნიშვნელობა, მაშინ მისი (1.1) ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ მარცვლის მკუმშავ ძალას

$$P = \frac{4}{3\pi K_1} \sqrt{\frac{\Delta h_0^3 R_1 R_2}{\left(\frac{R_1}{2} + R_2\right)}}$$

ამრიგად, მარცვლის მკუმშავი ძალა არის ფუნქცია მისი რეზინის ზედაპირში შეჭრის სიღრმის ( $\Delta h_0$ ), მარცვლის ზომის ( $d$ ), ლილვაკის დიამეტრის ( $R_1$ ) და რეზინის მექანიკური თვისებების ( $K_1$ ).

მარცვლის ქერქის მოხსნის პროცესში, გარდა მკუმშავი ძალებისა, დიდი მნიშვნელობა აქვთ ძვრის ძალებს, რომლებიც წარმოიქმნებიან ლილვაკების განსხვავებული წრიული სიჩქარით ბრუნვის შედეგად. სწრაფმავალი ლილვაკი ასწრებს ნელმავალს. ამიტომ, მარცვლის რეზინის ზედაპირში შეჭრის შედეგად, სწრაფმავალი ლილვაკი არამარტო ამსხვრევს შეკუმშული მარცვლის ქერქს, არამედ აცლის კიდევაც.

### 1.6. მშრალი ჩაის შერჩევითი სამსხვრევი ლილვაკები

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მშრალი ჩაის შერჩევითი დაქუცმაცების არსი მდგომარეობს იმაში, რომ საწყისი მასალა შეიცავს როგორც ნაზ, ხარისხოვან ნაწილაკებს, ასევე უხეშ დეროებს. შერჩევითი დაქუცმაცების დროს უნდა მიხდეს ნაზი ნაწილაკების მაქსიმალური დანაწევრება სტანდარტული სიგრძის ზომებით, ამასთან უხეში დეროები უნდა დარჩეს მთელი, რათა მომდევნო სეპარაციის პროცესში შესაძლებელი გახდეს მათი გამოყოფა.

შერჩევით დაქუცმაცებას საფუძვლად უდევს ნაზი და უხეში ნაწილაკების მექანიკური თვისებების განსხვავება. ეს პრინციპი უდევს საფუძვლად ცხრ.1.1-ში 4...11 პოზიციებზე ნაჩვენებ სხვადასხვა კონსტრუქციის სამსხვრევი მოწყობილობებს.

ყველა კონსტრუქციაში ჩაის მსხვრევა ხდება ხისტ და დრეკად (ელასტიკურ) მუშა ორგანოებს შორის. ასეთ არეში მოხვედრის დროს ნაწილაკები განიცდიან როგორც ღუნვის, ასევე ადგილობრივი თელვის დეფორმაციას. დეფორმაციის ამ ორი კომპონენტის თანაფარდობა დამოკიდებულია დრეკადი ელემენტის მექანიკურ მახასიათებლებზე, კერძოდ – მის სისალეზე. სისალის ზრდით იზრდება თელვის და მცირდება ღუნვის დეფორმაციათა ფაქტორები.

ლილვაკებიანი მტეხი მანქანების ძირითად პარამეტრებს, გარდა დრეკადი ელემენტის სისალისა, მიეკუთვნებიან აგრეთვე დრეკად-ზედაპირიანი ლილვაკის დიამეტრი (რაც მეორე ლილვაკის რიფთან კონტაქტის წერტილში განსაზღვრავს ზედაპირის სიმრუდის რადიუსს) და ლილვაკებს შორის მუშა დრეწო. ეს სამი პარამეტრი განსაზღვრავს ძირითადად შერჩევითი ტეხის ეფექტურობას.

### **1.6.1. მშრალი ჩაის შერჩევითი ტეხის პროცესის თეორიული ანალიზი**

დრეკადი და ხისტი ელემენტების ერთდროული ზემოქმედებით ნედლეულის დაქუცმაცება გარდა მშრალი ჩაისა, ფართოდ გამოიყენება მარცვლეულის საფშენელ მანქანებში (პარაგრაფი 1.5.1). აღნიშნული პრინციპი უდევს საფუძვლად სხვადასხვა კონსტრუქციის ჩაის ფოთლის საკრეფ მანქანებს, რომლებიც ახორციელებენ შერჩევით კრეფას ღუყების მექანიკური მახასიათებლების მიხედვით. ასეთი მანქანების მუშაობის ეფექტურობისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება დრეკადი ელემენტის მექანიკური მახასიათებლების სწორად შერჩევას.

მარცვლეულის ლილვაკებიანი საფშენელი მანქანებისათვის ჩატარებული თეორიული კვლევების და მიღებული მათემატიკური გამოსახულებების გამოყენება მშრალი ჩაის შერჩევითი დაქუცმაცებისათვის მიუღებელია, რადგან აღნიშნულ კვლევებში ნაწილაკი განიხილება როგორც სფერული სხეული. გარდა ამისა, არ განიხილება ნაწილაკის ღუნვისა და ადგილობრივი თელვის დეფორმაციები, რაც სრულიად ლოგიკურია, რადგან ასეთ დეფორმაციებს მარცვლეულის საფშენ მანქანებში ადგილი არა აქვს.

განსახილველ შემთხვევაში ასევე მიუღებელია მასალათა გამძლეობის კურსიდან კარგად ცნობილი დრეკად ფუძეზე მდებარე ძელის გაანგარიშების მრავალი თეორია, რადგან აქ ძელის ზომები განუზომლად აღემატება მშრალი ჩაის ნაწილაკებს, რაც მოითხოვს მრავალი დაშვების და შემასწორებელი კოეფიციენტების მიღებას. გარდა ამისა, აღნიშნულ თეორიებში დრეკადი ზედაპირი (გრუნტი) განიხილება როგორც სიბრტყე, განსხვავებით ლილვაკების მრუდწირული

ზედაპირისა.

ზემოთაღნიშნულის გამო, ჩატარდა მშრალი ჩაის ნახევარფაბრიკატის შერჩევითი მტეხი მანქანის ლილვაკების დრეკადი ელემენტის ოპტიმალური მექანიკური მახასიათებლების თეორიული კვლევა, რომლის საანგარიშო სქემები მოცემულია ნახ.1.8, სადაც ღ-დრეკადელემენტიანი (მორეზინებული) ლილვაკის გარე რადიუსია;  $\rho$  – ჩაის უხეში დეროების ზღვრული სიმრუდის რადიუსია;  $\delta_{\text{აქს}}$  – დეროს მაქსიმალური შეჭრის სიდიდეა დრეკად ზედაპირში, რომელიც ტოლია

$$h_{\text{აქს}} = h_0 + d - \Delta d,$$

სადაც  $\delta$  – რიფებიანი ლილვაკის რიფის მაქსიმალური შეჭრის სიდიდეა დრეკად ზედაპირში;  $d$  – დეროს დიამეტრი;  $\Delta d$  – დეროს ადგილობრივი თელვის დეფორმა-

ციაა, გამოწვეული რიფის ზემოქმედებით.

საანგარიშო სქემად მიღებულია ის შემთხვევა, როდესაც დეროს აქვს დატვირთვისადმი მინიმალური წინაღობა, ანუ როცა რიფის კონტაქტი დეროსთან ხდება გრძივი სიმეტრიის წერტილში. ამასთან, დეროს დრეკად ზედაპირში  $d$  სიდიდით შეჭრისა (დეროს  $d$  სიდიდით სრული შეჭრა დრეკად ზედაპირში აუცილებელია ნაზი ნაწილაკების მაქსიმალური მსხვრევისათვის) და სიმრუდის რადიუსის ( $\rho$ ) ზღვრული მნიშვნელობისათვის ვსაზღვრავთ დრეკადი ელემენტის დრეკადობის მოდულს ( ).

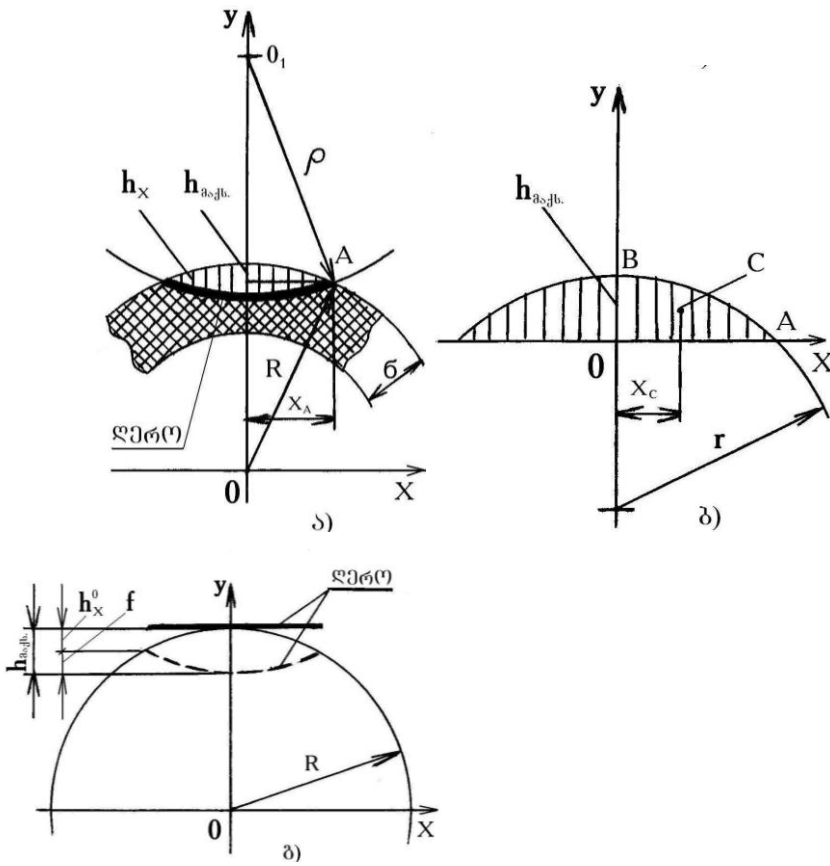
დეროზე დრეკადი ზედაპირიდან რეაქციის სახით გადაცემული დატვირთვის განაწილების კანონზომიერება (ნახ.1.8,ა-ზე ვერტიკალურად წახაზული ფიგურა) გამოისახება განტოლებით

$$h_x = \sqrt{R^2 - x^2} + \sqrt{\rho^2 - x^2} - R - \rho + h_{\text{აქს}}. \quad (1.2)$$

(1.2) განტოლება სამართლიანია კვადრატული ფესვების დადებითი მნიშვნელობებისათვის.

შემდგომი გაანგარიშებებისათვის, სიმარტივის თვალსაზრისით, მოხერხებულია ვისარგებლოთ (1.2)-ის ექვივალენტური განტოლებით

$$h_x = \sqrt{r^2 - x^2} - r + h_{\text{აქს}}. \quad (1.3)$$



ნახ.18. ჩაის შერჩევითი მტეხი ლილვაკების დრეკადი ელემენტის მექანიკური მახასიათებლების საანგარიშო სქემა

(1.3) განტოლება სამართლიანია კვადრატული ფესვის დადებითი მნიშვნელობისათვის, აგრეთვე ზღვრებში  $-x[-x_A; +x_A]$ .

(1.3) წარმოადგენს  $r$  რადიუსიანი წრეხაზის განტოლებას, რომლის ცენტრი დაშორებულია  $by$  კოორდინატთა სათავიდან  $r - h_{აჰს.}$  სიდიდით (ნახ.18, ბ).

$r$  რადიუსის საანგარიშოდ საჭიროა ვიპოვოთ  $l$  და  $\rho$  რადიუსიანი წნეხაზების გადაკვეთის წერტილების  $b$  კოორდინატა, რომელიც მარტივად განისაზღვრება 1 სამკუთხედიდან (ნახ.18, ა). მაშინ  $r$ -ისათვის გვექნება

$$r = \frac{x_A^2 + h_{აჰს.}^2}{2h_{აჰს.}} \quad (1.4)$$

დრეკადი ელემენტის ფარდობითი დეფორმაციისთვის გვექნება

$$\varepsilon_x = \frac{h_x}{\delta} = \frac{\sqrt{r^2 - x^2} - b}{\delta}, \quad (1.5)$$

სადაც  $\delta$  – ლილვაკის მორეზინებული ზედაპირის სისქეა;  $b = r - h_{აჰს.}$ .

დეროზე დრეკადი ზედაპირიდან გადაცემული დატვირთვის ინტენსივობა ტოლი იქნება

$$q_x = \frac{\varepsilon_x \cdot \pi E \cdot d}{2(1-\mu^2)}, \quad \text{ანუ}$$

$$q_x = \frac{\pi E \cdot d(\sqrt{r^2 - x^2} - b)}{2\delta(1-\mu^2)},$$

სადაც  $\mu$  – რეზინის დრეკადობის მოდულია კუმშვაზე;  $\mu$  – პუასონის კოეფიციენტი.

დეროს ცენტრში მომქმედი მღუნავი მომენტი გამოითვლება განტოლებით

$$M_{\text{ღ}} = x_c \int_0^{x_A} q(x) dx = \frac{\pi E \cdot d \cdot x_c}{2\delta(1-\mu^2)} \int_0^{x_A} (\sqrt{r^2 - x^2} - b) dx, \quad (1.6)$$

სადაც  $b$  – ფიგურის  $f$  სიმძიმის ცენტრის კოორდინატაა, რომელიც გამოითვლება თეორიული მექანიკიდან კარგად ცნობილი გეომეტრიული კვეთის სტატიკური მომენტის განტოლებიდან.

დეროს ცენტრში მომქმედი განივი ძალა, რომელიც იწვევს დეროს ადგილობრივი თელვის დეფორმაციას გამოითვლება განტოლებით

$$Q = 2 \int_0^{x_A} q(x) dx = \frac{\pi E d}{\delta(1-\mu^2)} \int_0^{x_A} (\sqrt{r^2 - x^2} - b) dx. \quad (1.7)$$

დეროს ჩაღუნვის ისრის ( $f$ ) განსაზღვრისათვის ვისარგებლოთ საანგარიშო სქემით (ნახ.1.8,გ), სადაც  $h_x^0$  განისაზღვრება ფორმულით

$$h_x^0 = R - \sqrt{R^2 - x^2}, \quad (1.8)$$

ხოლო ჩაღუნვის ისარი გამოითვლება

$$f = h_{\text{მ.კ.}} - h_x^0. \quad (1.9)$$

(1.8)-ში  $b$ -ის ნაცვლად ჩაისმება  $x_A$  და შემდეგ (1.9)-ით გამოვთვლით  $f$ -ს.

(1.6), (1.7) და (1.9)-ით მიღებული სიდიდეები უნდა შედარდეს ჩაის უხეში დეროების წინასწარ შესწავლილი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების მნიშვნელობებს [18] პირობით:

$$M_{\text{ღ}} < [M]_{\text{ღ}}; \quad Q < [Q] \quad \text{და} \quad f < [f].$$

აღნიშნული პირობების დაცვით ზემოთმოყვანილი განტოლებებიდან შეიძლება ჩაის შერჩევითი ტექნისათვის ოპტიმალური პარამეტრები: რეზინის დრეკადობის მოდული – ; ლილვაკების რადიუსი –  $d$  და რიფის დრეკად ზედაპირში შეჭრის სიდიდე –  $\delta$ .

იმ შემთხვევაში, როდესაც დრეკადი ელემენტი წარმოადგენს სწორ ზედაპირს (ცხრ.1.1, პოზ. 6,7), მაშინ (1.2) განტოლება მიიღებს სახეს

$$h_x = \sqrt{\rho^2 - x^2} - \rho + h_{\text{ბჰს}}. \quad (1.10)$$

ამ შემთხვევაშიც განტოლება სამართლიანია კვადრატული ფესვის დადებითი მნიშვნელობისათვის.

(1.6) განტოლება შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით

$$\sigma_{\text{ღ}} = \frac{\pi E x_c}{0,2d^2 \delta (1 - \mu^2)} \int_x^{x_A} (\sqrt{r^2 - x^2} - b) dx, \quad (1.11)$$

სადაც  $\sigma_{\text{ღ}}$ -დეროს ღუნვის ძაბვაა ნებისმიერ კვეთში.

თუ (1.11)-ში ჩავსვათ დეროების დასაშვები ძაბვის მნიშვნელობას –  $\sigma_{\text{ღ}} = [\sigma]_{\text{ღ}}$ , შეიძლება განვსაზღვროთ რეზინის დრეკადობის მოდულის ის მნიშვნელობა, რომელიც დეროების ზღვრული დაძაბული მდგომარეობისათვის უზრუნველყოფს მათი მთლიანობის შენარჩუნებას და ნაზი ნაწილაკების მაქსიმალურ მსხვრევას.

(1.7) განტოლებით მიღებული განივი ძალისათვის განისაზღვრება დეროების ადგილობრივი თელვის ძაბვა

$$\sigma_{\text{თ}} \approx \frac{Q}{t.d},$$

სადაც  $Q$  – რიფებიანი ლილვაკის მტეხი წიბოს სისქეა.

$\sigma_{\text{ღ}}$  და  $\sigma_{\text{თ}}$ -ს მნიშვნელობები უნდა შედარდეს მათ ზღვრულ მნიშვნელობებს, პირობით:  $\sigma_{\text{ღ}} < [\sigma]_{\text{ღ}}$  და  $\sigma_{\text{თ}} < [\sigma]_{\text{თ}}$ , რომლებიც ცნობილია ექსპერიმენტული კვლევებით [10].

### 1.7. გრძივრიფებიანი ლილვაკები

პროფილირებულ (გრძივრიფებიან) დამჭყუცმაცებლებში (მაგ. ცხრ.1.1, პოზ. 2; ნახ.1.4, პოზ. დ, ე, ვ) მასალის მოძრაობის სიჩქარე განისაზღვრება ლილვაკების ბრუნვის სიხშირით, პროფილით, აგრეთვე რიფების ზომებით და ურთიერთშეჭრის სიღრმით (ნახ.1.9).

რიფებიან ლილვაკებში გავლისას მასალა მოძრაობს ტეხილ ხაზზე, ამიტომ მისი მოძრაობის სიჩქარე იქნება უფრო მეტი, ლილვაკების გარე დიამეტრის მიხედვით გაანგარიშებულ სიჩქარეზე. მასალის ფენის სიგრძის მონაკვეთს, რომელიც განიცდის დამუშავებას ლილვაკების ერთ ბრუნზე, უწოდებენ ტეხის პერიმეტრს –  $\delta$  (მაგალითად, მშრალი ჩაის დატეხის შემთხვევაში). როდესაც, მასალის გრძივი ფორმის ნაწილაკები მიეწოდება ლილვაკების პერპენდიკულარულად, ტეხის პერიმეტრი ტოლია დატეხილი ნაწილაკების გაორმაგებული სიგრძის –  $2L_{\text{ღ}}$  და რიფების რიცხვის ( $Z_{\text{რ}}$ ) ნამრავლის

$$P_{\delta} = 2 \cdot z_{\delta} \cdot l_{\delta}.$$

მასალის მოძრაობის სიჩქარე რიფეებიანი ლილვაკების წყვილში იქნება

$$V_{\delta} = P_{\delta} \cdot n = 2z_{\delta} \cdot l_{\delta} \cdot n,$$

სადაც  $n$  - ლილვაკების ბრუნვის სიხშირეა.

ტეხის პერიმეტრის განსაზღვრისათვის განვიხილოთ ნახ.19-ზე მოცემული სქემა, სადაც ნახვენებია გატეხილი ღეროს მდებარეობა, რიფების ურთიერთშეჭრის მაქსიმალური სიდიდის დროს.

ანგარიშის გამარტივებისათვის მივიღოთ: 1.  $AC \approx t_{\delta}$  (ტრ-რიფების წრიული ბიჯია;  $t_{\delta} = \cup ABC$ ); 2.  $AE = EC \approx l_{\delta}$ ; 3.  $DE \approx BE = i$  (ორიფის შეჭრის სიღრმეა).

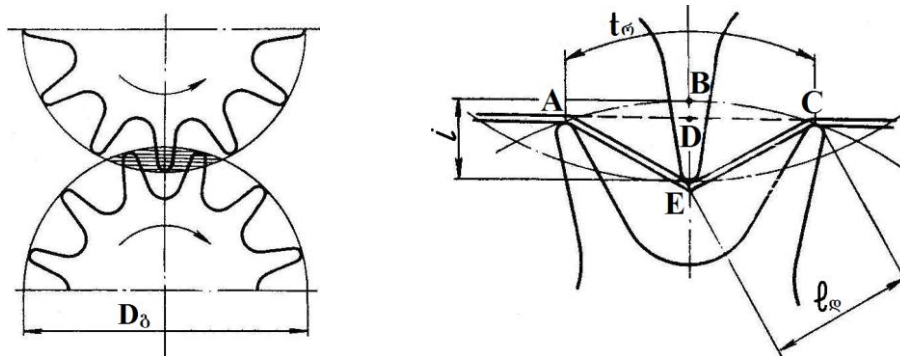
სამკუთხედიდან ვპოულობთ

$$AE = \sqrt{AD^2 + DE^2}, \text{ ანუ } l_{\delta} = \sqrt{\left(\frac{t_{\delta}}{2}\right)^2 + i^2}.$$

რადგანაც  $t_{\delta} = \frac{\pi D_{\delta}}{z_{\delta}}$ , ამიტომ  $l_{\delta} = \sqrt{\left(\frac{\pi D_{\delta}}{2z_{\delta}}\right)^2 + i^2}$ , სადაც  $\delta$  - ლილვაკების გარე დიამეტრია.

ტეხის პერიმეტრი ტოლია

$$P_{\delta} = 2z_{\delta} \cdot l_{\delta} = 2z_{\delta} \sqrt{\left(\frac{\pi D_{\delta}}{2z_{\delta}}\right)^2 + i^2}.$$



ნახ.19. გრძივირიფებიან, პროფილირებულ ლილვაკებში მასალის მოძრაობის საანგარიშო სქემა

მიღებული ფორმულიდან ჩანს, რომ  $\delta$  და  $\delta$  მუდმივი მნიშვნელობების დროს ტეხის პერიმეტრი დამოკიდებულია მხოლოდ  $\alpha$ -ზე.

ასეთი ლილვაკებისათვის მწარმოებლობა გამოითვლება ფორმულით

$$Q = q \cdot V_{\delta} \cdot \psi, \text{ კგ/წმ,}$$

სადაც  $J$  – მასალის უწყვეტი ფენით მიწოდების 1 გრძივი მეტრის მასაა, კგ/მ.

### 1.8. რბია დამქუცმაცებლები

რბია დამქუცმაცებლებს ფართო გამოიყენება აქვს საკონდიტრო საწარმოებში ნედლეულის (კაკაოს მარცვლები, არაქისი, შაქარი და სხვა) წვრილ დისპერსულ მასალად გადამუშავებისათვის. განსაკუთრებით ეფექტურია მათი გამოყენება მაშინ, როდესაც ნედლეული ნაწილაკების ზომითი შემადგენლობით არაერთგვაროვანია [18].

რბია დამქუცმაცებლის სქემა და მუშაობის პრინციპი აღწერილია 1.2 პარაგრაფში (ნახ.1.2, პოზ. ე).

რბია დამქუცმაცებლის პარამეტრების თეორიული ანალიზისათვის განვიხილოთ საანგარიშო სქემა (ნახ.1.10). ვინაიდან, ამ მანქანებს იყენებენ ძირითადად მარცვლოვანი სტრუქტურის ნედლეულისათვის, თეორიული ანალიზისათვის ასეთი ნედლეულის ნაწილაკები შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც სფერული სხეულები, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ.1.10-ზე (პოზ. 2). დაქუცმაცება შესაძლებელია მხოლოდ მაშინ, როდესაც რბიას საგორავი 1, რომელიც დაგორავს უძრავ ან მოძრავ ვარცლში, ჩაითრევს ნაწილაკს 2 და გადაგორდება მასზე. დაქუცმაცება ხდება საგორავის სიმძიმის ხარჯზე.

საგორავის ნორმალური დაწნევის ძალა ვერტიკალთან ადგენს  $\alpha$  კუთხეს. საგორავის ნაწილაკთან კონტაქტის წერტილში წარმოიქმნება ხახუნის ძალა  $F$ , ანუ  $P \cdot \tan \rho$ , სადაც  $\rho$  – ხახუნის კუთხეა. ტოლქმედი დაწნევა 1, ხახუნის გათვალისწინებით გადახრილია  $\alpha$ -სგან  $\rho$  კუთხით და შესაბამისად ვერტიკალთან ადგენს  $\alpha - \rho$  კუთხეს. თუ, 1 ძალა გაივლის ხახუნის კონუსის არეში, მაშინ ჩაითრევის პირობისთვის გვექნება

$$\alpha - \rho \geq \rho_{\text{ვარ}},$$

სადაც  $\rho_{\text{ვარ}}$  – ნაწილაკის ვარცლთან ხახუნის კუთხეა. აქედან,  $\alpha \leq \rho + \rho_{\text{ვარ}}$ .

საგორავის შერჩეული დიამეტრისათვის, ნაწილაკის უდიდესი ზომა შეიძლება ვიპოვოთ შემდეგი ტოლობიდან  $\alpha = \rho + \rho_{\text{ვარ}}$ .

$$\frac{D-d}{2} = \frac{D+d}{2} \cos(\rho + \rho_{\text{ვარ}}), \text{ საიდანაც}$$

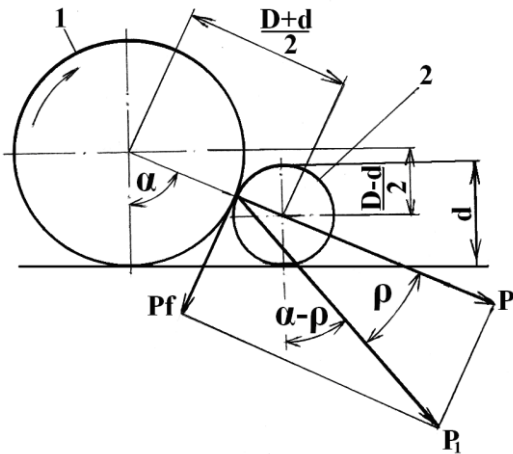
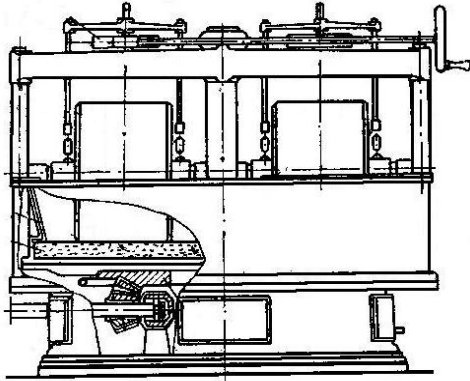
$$d_{\text{მაქ}} = D \frac{1 - \cos(\rho + \rho_{\text{ვარ}})}{1 + \cos(\rho + \rho_{\text{ვარ}})}.$$

ვარცლში არ უნდა ხდებოდეს მასალის პერიფერიისაკენ გატყორცნა ცენტრიდანული ძალით. ამისათვის დაცული უნდა იყოს პირობა



$$f_{\text{ვარ}} \cdot G = \frac{G}{g} \omega_{\text{ვარ}}^2 \cdot R_{\delta},$$

სადაც  $f_{\text{ვარ}}$ - მასალასა და ვარცლს შორის ხახუნის კოეფიციენტი;  $G$  - ნაწილაკის სიმძიმის ძალა;  $\omega_{\text{ვარ}}$  - ვარცლის ბრუნვის კუთხური სიხარვე;  $R_{\delta}$  - საგორავის გორვის გარე წრეხაზის რადიუსია.



ა)

ბ)

ნახ.1.10. რბია დამქუცმაცებელი:

ა- საერთო ხელი; ბ-პარამეტრების საანგარიშო სქემა.

ბოლო ტოლობიდან ვღებულობთ

$$\omega_{\text{ვარ}} = \sqrt{\frac{gf_{\text{ვარ}}}{R_{\delta}}} \text{ რად/წმ.}$$

რბია დამქუცმაცებლის მოთხოვნილი სიმძლავრე განისაზღვრება

$$N = \frac{mgf \cdot j \cdot D_0 \cdot \omega_{\text{ვარ}}}{2\eta} \text{ ვტ.}$$

სადაც  $m$  - რბიას საგორავის მასაა, კგ;  $f$  - საგორავის მასალაზე გორვის ხახუნის კოეფიციენტი;  $j$  - საგორავების რაოდენობა;  $D_0$  - ვარცლის საშუალო წრეხაზის დიამეტრია, რომელზედაც დაგორავენ საგორავების სიმძიმის ცენტრები, მ;  $\eta$  -

რბიას ამძრავის მ.ქ.კ.-ია.

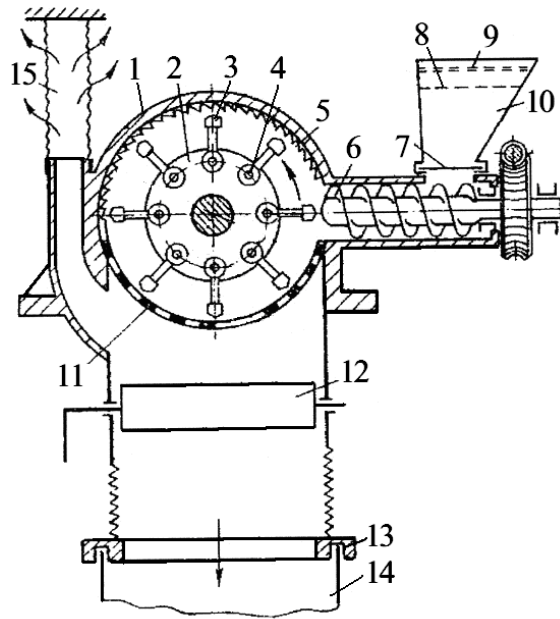
## 1.9. ჩაქუჩებიანი დამქუცმაცებლები

ჩაქუჩებიანი დამქუცმაცებლების მოქმედების პრინციპი დამყარებულია გადასამუშავებელ მასალაზე მუშა ორგანოების მაღალი სიჩქარით დარტყმით ზემოქმედებაზე. ასეთი პროცესი, როგორც წესი, მიმდინარეობს ხისტ მუშა გარემოში, მტკიცე სტრუქტურის მშრალი მყარი მასალის წვრილდისპერსიული დამქუცმაცებისათვის (ნახ.1.2, პოზ. ვ). ამიტომ, ასეთი მანქანების გამოყენების სფერო მრავალფეროვანია.

საკონდიტრო წარმოებაში დიდი გამოყენება აქვს რვაჩაქუჩიან დამქუცმაცებელს, თ-ს ფორმის მსგავსი ჩაქუჩებით 3, (ნახ.1.11) რომლებიც სახსრულად არიან დამაგრებული დერძებზე 4. კორპუსს ზედა ნაწილში აქვს გარსაცმი 5 შიგა რიფებიანი ზედაპირით. კორპუსის ქვედა ნაწილში ჩადგმულია ბადე 11 სათანადო ზომის ნახვრეტებით. მასალის ჩატვირთვა ხდება ხვიმირიდან 10, რომელსაც აქვს დამცავი გისოსი 9 და ბადე 8. ისინი იცავენ მანქანას მსხვილი ნაწილაკების და უცხო სხეულების შეღწევისაგან. ორშესავლიანი შნეკი 6 დანიშნულია მასალის დამქუცმაცებელ კამერაში თანაბარი მიწოდებისათვის, რომელიც რეგულირდება შიბერით 7.

კამერაში მოხვედრილი მასალის ნაწილაკები ხვდებიან მაღალი სიჩქარით მბრუნავ ჩაქუჩებს და რიფებიან ზედაპირთან ურთიერთქმედებაში განიცდიან ინტენსიურ დაქუცმაცებას. რიფებიანი ზედაპირიდან ასხლეტილი ნაწილაკები კვლავ ხვდებიან ჩაქუჩებს და განიცდიან მრავალჯერ ზემოქმედებას. დაქუცმაცებული მასალა ჰაერის ნაკადთან ერთად, რომელიც იქმნება როტორის ბრუნვის შედეგად, გადის ბადეში 11. ნამუშევარი ჰაერი მანქანიდან გადის სახელოიანი ფილტრის 15 გავლით, ხოლო ძირითადი მასალა შიბერის 12 და შემამჭიდროველი რგოლის 13 გავლით ჩაედინება შემკრებში 14.

ამჟამად არ არსებობს ჩაქუჩებიანი დამქუცმაცებლების მუშაობის სრული თეორია, რომელიც დაამყარებდა კორელაციურ კავშირს ჩაქუჩების წრიულ სიჩქარეს, დაქუცმაცების ხარისხს, მწარმოებლობას, მოთხოვნილ სიმძლავრესა და მუშა ორგანოების ძირითად ზომებს შორის.



ნახ.1.11. ჩაქუჩებიანი დამქუცმაცებლის სქემა

დამქუცმაცებლის როტორი ბრუნავს მაღალი სიჩქარით, ამიტომ ის უნდა იყოს ბალანსირებული, როგორც სტატიკურად, ასევე დინამიკურად. როტორის სტატიკური გაწონასწორების დროს მისი სიმძიმის ცენტრი აცდენილია ბრუნვის გეომეტრიულ ღერძს და მისგან იმყოფება  $e$  მანძილის დაშორებით. ეს იწვევს ინერციის ძალების წარმოქმნას, რომელიც გამოსახება ტოლობით

$$P_0 = \frac{G_0}{g} \omega^2 e \text{ ნ},$$

სადაც  $G_0$  – როტორის სიმძიმის ძალაა, ნ;  $\omega$  – როტორის ბრუნვის კუთხური სიჩქარეა.

სულ მცირე ექსცენტრისიტეტმაც კი შეიძლება გამოიწვიოს ისეთი ცენტრიდანული ძალა, რომელიც გადააჭარბებს როტორის წონას. ექსცენტრისიტეტის სიდიდე, რომლის დროსაც ინერციის ძალა ტოლია როტორის წონის, განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებით

$$\frac{G_0}{g} \omega^2 e = G_0.$$

ისეთი მანქანებისათვის, რომელთა როტორის კუთხური სიჩქარე შეადგენს 628 რად/წმ, ექსცენტრისიტეტის სიდიდე ტოლია

$$e = \frac{g}{\omega^2}, \text{ ანუ } e = \frac{9,81 \cdot 100}{628^2} = 0,025 \text{ მმ.}$$

როტორი იწვევს დინამიკურ დარტყმებს, როდესაც  $e$ -ს სიდიდე გადააჭარბებს

0,025 მმ. სტატიკური ბალანსირებით შესაძლებელია დავაფიქსიროთ როტორის სიმძიმის ცენტრის გადანაცვლება 0,1 მმ-ით, რაც როგორც ზემოთმოყვანილი მაგალითიდან ჩანს სრულიად არასაკმარისია.

დაქუცმაცების პროცესში ნაწილაკზე გადაცემული ძალის იმპულსი განისაზღვრება ცნობილი დამოკიდებულებით

$$s = mv_1 - mv_0,$$

სადაც  $s$  – ნაწილაკის სიჩქარე დარტყამდე, რომელიც პრაქტიკულად ტოლია ნულის;  $v_1$  – ნაწილაკის სიჩქარე დარტყმის შემდეგ, რომელიც ტოლია ჩაქუჩთან შეხების წერტილის სიჩქარის.

დარტყმის ძალა გამოითვლება

$$F = \frac{S}{\tau},$$

სადაც  $\tau$  – დარტყმის ხანგრძლივობაა, რომელიც მიახლოებით გაანგარიშებით შეადგენს  $10^{-5}$  წმ-ს.

სხეულების დარტყმის თეორიის გამოყენებით, პროფ. მ.მ. გერენტმა აჩვენა, რომ  $m$  მასის ჩაქუჩის ღერძზე არ გადაეცემა დარტყმითი დაწნევა თუ დაცული იქნება პირობა

$$\frac{I_b}{m_b} = x_s l,$$

სადაც  $I_b$  – ჩაქუჩის ინერციის მომენტია საკუთარი ღერძის მიმართ;

$b_s$  – მანძილია ჩაქუჩის სიმძიმის ცენტრსა და მის ღერძს შორის;

$l$  – მანძილია ღერძიდან დარტყმის წერტილამდე.

ჩაქუჩებიანი დამქუცმაცებლის სრული გაწონასწორებისათვის ხშირად იყენებენ საპირწონე ტვირთებს, რომელთა მასას ანგარიშობენ ფორმულით

$$m_{ს.წ} = \frac{\rho \cdot \pi}{2} (R^2 \cdot h - r_1^2 \cdot h_1 - r_2^2 \cdot h_2),$$

სადაც  $\rho$  – საპირწონეს მოცულობითი მასაა; დანარჩენი სიდიდეები საპირწონის გეომეტრიული პარამეტრებია.

### 1.10. დრეკად-ბლანტი სტრუქტურის პროდუქტების დამქუცმაცებლები

დრეკად-ბლანტი სტრუქტურის ნედლეულის გადამუშავება ძირითადად გვხვდება საკონსერვო წარმოებაში, ისეთი პროდუქტების მისაღებად, როგორიცაა: ტომატ-პასტა, სხვადასხვა ხილის ჯემები, წვენები, კომპოტები, ბოსტნეულის პროდუქტები და სხვა. ასეთივე სტრუქტურის ნედლეულს მიეკუთვნება ყურძენიც,

რომლის გადამუშავება ხდება პირველადი მეღვინეობის ქარხნებში.

ასეთი ნედლეული მოითხოვს სტრუქტურის ინტენსიურ რღვევას, რაც ხშირ შემთხვევაში საჭიროებს მიღებული თხევადი და მყარი ფაზების გაყოფას.

### 1.10.1. ტომატის გამხეხი მანქანა

საკონსერვო საწარმოებში ფართოდ არის გავრცელებული გამხეხი მანქანები, რომლებიც დანიშნული არიან ზემოთაღნიშნული ტექნოლოგიური ოპერაციების შესასრულებლად. მანქანა შედგება ბადისებური ცილინდრისაგან 1 (ნახ.1.12,ა), რომელშიც თანადერძულად ჩადგმულია ლილვი 2 მასზე დახრილად დამაგრებულია ნიჩბებით 3. ნახ.1.12, ბ-ზე ნაჩვენებია ბადისებური ცილინდრის 1 განფენა მასში ჩადგმული როტორით [12].

გამხეხ მანქანებში თხევადი ფაზის გამოსავალი რეგულირება როტორის ბრუნვის სიხშირის ცვლილებით, ლილვის მიმართ ნიჩბების მობრუნების კუთხით და ნიჩბებსა და ბადეს შორის ღრეჩოს სიდიდის რეგულირებით. აღნიშნული პარამეტრების ოპტიმიზაციას დიდი მნიშვნელობა აქვს არა მარტო თხევადი ფაზის გამოსავლიანობის გასაზრდელად, არამედ პროდუქტის მაღალი ხარისხობრივი მაჩვენებლების მისაღებადაც.

აღვნიშნოთ ნიჩბის დახრის კუთხე ლილვის მიმართ  $\alpha$  – თი. ნიჩბის გასწვრივ მასალის გადაადგილების სიჩქარე ტოლი იქნება

$$V' = V \cdot \operatorname{tg} \alpha = \omega R \cdot \operatorname{tg} \alpha, \text{ მ/წმ}$$

სადაც  $V$  – მასალის მოძრაობის წრიული სიჩქარეა, რაც გამოწვეულია როტორის ბრუნვით, მ/წმ;  $\omega$  – როტორის ბრუნვის კუთხური სიჩქარეა, რად/წმ;  $R$  – ბადიანი ცილინდრის რადიუსია, მ.

გამხეხ მანქანაში პროდუქტის ყოფნის  $t$  დრო შეიძლება განვსაზღვროთ ფორმულით

$$t = \frac{L}{V'} = \frac{L}{\omega R \cdot \operatorname{tg} \alpha}, \text{ წმ}$$

სადაც  $L$  – ნიჩბის სიგრძეა.

ამ ფორმულიდან ჩანს, რომ ნიჩბის დახრის კუთხის და როტორის კუთხური სიჩქარის გაზრდით, მანქანაში პროდუქტის ყოფნის დრო მცირდება, ხოლო ნიჩბების სიგრძის გაზრდით კი – იზრდება.

მანქანაში პროდუქტი მოძრაობს ხრახნულ ხაზზე. როტორის ყოველ ბრუნზე პროდუქტი გადაადგილდება წინ ხრახნული ხაზის ბიჯის ტოლი მანძილით

$$S = \pi D \cdot \operatorname{tg} \alpha ,$$

სადაც - ცილინდრის დიამეტრია.

მასალის ნაწილაკის მიერ ხრახნულ ხაზზე გავლილი მთლიანი მანძილი განისაზღვრება

$$L' = \frac{L}{S} \pi D = \frac{L \pi D}{\pi D \operatorname{tg} \alpha} = \frac{L}{\operatorname{tg} \alpha} , \text{ მ.}$$

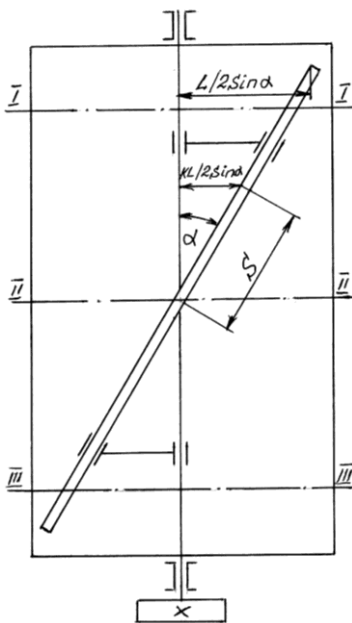
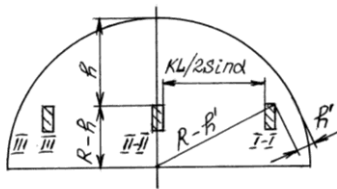
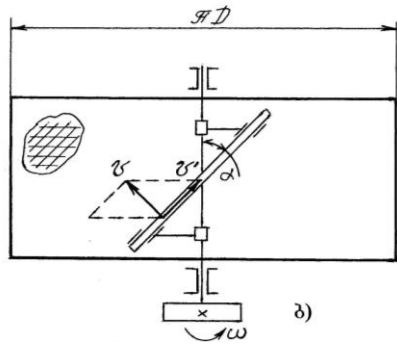
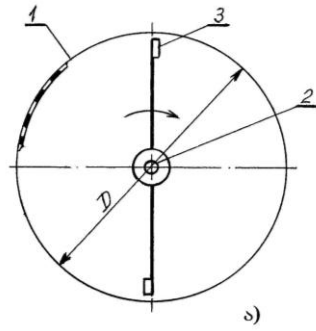
უკანასკნელი დამოკიდებულებიდან ჩანს, რომ ნაწილაკის მიერ გავლილი გზის სიგრძე არ არის დამოკიდებული ცილინდრის დიამეტრზე. ის დამოკიდებულია მხოლოდ მის სიგრძეზე და ნიხების დახრის კუთხეზე.

პროდუქტის ხრახნულ ხაზზე დიდი სიჩქარით გადაადგილების შედეგად, ცენტრიდანული ძალით იგი მჭიდროდ ეკვრება ბადიან ზედაპირს და გადაადგილების პროცესში ხდება მისი გახეხვა. ამ დროს გამოიყოფა თხევადი ფაზა, რომელიც გადის ბადის ნახვრეტებში, ხოლო ჩენჩო და თესლი რჩებიან ბადის ზედაპირზე და მანქანიდან გამოდიან დახრილი ნიხების დახმარებით.

მანქანის მნიშვნელოვანი პარამეტრი – ნიხებსა და ბადეს შორის ღრეჩო, იცვლება ნიხის სიგრძეზე. II-II კვეთში (ნახ.1.13) ღრეჩოს აქვს მაქსიმალური სიდიდე, ხოლო განაპირა I-I და III-III კვეთებში კი – მინიმალური. ნახ.1.13-ის შესაბამისად შეიძლება დავწეროთ

$$K \cdot \frac{L}{2} \sin \alpha = (R - h) \operatorname{tg} \beta ,$$

სადაც  $\beta$  – ღრეჩოს სიდიდეა II-II კვეთში;  $\beta$  – კუთხეა ვერტიკალსა და ნიხისა და როტორის ცენტრზე გამავალ ხაზს შორის;  $K = \frac{2S'}{L}$ , სადაც  $S'$  – მანძილია II-II კვეთიდან იმ კვეთამდე, რომელშიც განისაზღვრება  $h'$  ღრეჩო.



ნახ.1.12. ტომატის გამხეხი მანქანის პარამეტრების საანგარიშო სქემა: ა-ბადიანი ცილინდრის განივკვეთი; ბ-ცილინდრის განფენა.

ნახ.1.13. ტომატის გამხეხი მანქანის მუშა ღრეხოს საანგარიშო სქემა

ნახ.1.13-დან გვაქვს

$$\frac{R-h}{R-h'} = \cos \beta,$$

სადაც  $h'$  – ღრეხოს სიდიდეა ცილინდრის ნებისმიერ კვეთში.

ბოლო ფორმულიდან

$$h' = \frac{R(\cos \beta - 1) + h}{\cos \beta}.$$

თუ,  $\beta$  კუთხეს გამოვსახავთ ნიჩბების დახრის  $\alpha$  კუთხით, საბოლოოდ მივიღებთ

$$h' = \frac{2R - \sqrt{KL^2 \sin^2 \alpha + 4(R-h)^2}}{2}.$$

ამ ფორმულით ღრეხოს სიდიდე დაკავშირებულია ძირითად პარამეტრებთან, რომლებიც ახასიათებენ გამხეხი მანქანის მუშაობის რეჟიმს.

ასეთი მანქანის მწარმოებლობის საანგარიშოდ გვაქვს ფორმულა

$$Q = 0,07 \frac{DL^2 n \cdot \varphi}{\operatorname{tg} \alpha} \text{ კგ/სთ},$$

სადაც  $n$  – როტორის ბრუნვის სიხშირეა, ბრ/წთ;

$\varphi$  – ბადისებური ცილინდრის ცოცხალი კვეთია.

მოთხოვნილი სიმძლავრე ზოგადი სახით განისაზღვრება ფორმულით

$$N = \frac{Q \cdot W}{\eta} \text{ ვტ},$$

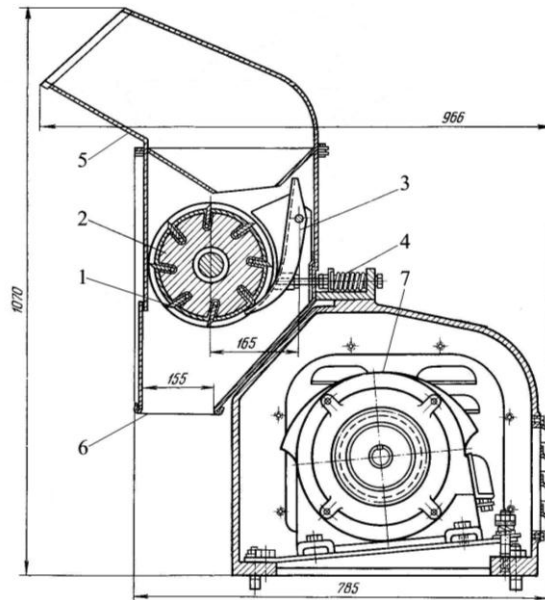
სადაც  $W$  – მწარმოებლობაა, კგ/წმ;  $\eta$  – პროდუქტის გახეხვისათვის ენერჯის ხვედრითი ხარჯია,  $\%$ /კგ;  $\eta$  – ამძრავის მ.კ.კ.-ია.

ხვედრითი ენერჯის ხარჯი ხილბოსტნეულის ნედლეულისათვის შეადგენს დაახლოებით 3000-3500  $\%$ /კგ.

### 1.10.2. ხილ-ბოსტნეულის დამქუცმაცებელი მანქანა

ხილ-ბოსტნეულის დამქუცმაცებელი მოწყობილობები ძირითადად გამოიყენება საკონსერვო და წვენების საწარმოებში. ნედლეულის სახეობის მიხედვით დამქუცმაცება ხდება 4-10 მმ ზომის ნაწილაკებად. ყველაზე მეტად გავრცელებულია ერთდოლიანი, დანებიანი დამქუცმაცებელი მანქანები (ნახ.1.14).





ნახ.1.14. ხილ-ბოსტნეულის დამქუცმაცებელი მანქანა

მანქანის მუშა ორგანოა დოლი 2, რომლის რადიალურ ჭრილებში ჩასმულია დანები 1 სავარცხლისებური მჭრელი წიბოებით. დანების რაოდენობაა 8 ცალი, ხოლო ზომები შეადგენს 264X26X5 მმ-ს. დანები ჭრილებში ცამაგრებულია ისე, რომ შესაძლებელია დოლის ზდაპირიდან მათი მჭრელი წიბოების გამოსვლის რეგულირება 0,5-5 მმ ზღვრებში. დოლის მთელ სიგრძეზე დაყენებულია რკალისებური ხუნდი 3, რომელიც ზედა ბოლოთი სახსრულად არის ჩამაგრებული კორპუსში, ხოლო ქვედა ნაწილით მიბრჯენილია ზამბარაზე 4. ხუნდი დოლთან ქმნის სარეგულირებელ მუშა ღრეხოს, სადაც ხდება ნედლეულის დაქუცმაცება. ზამბარა 4 ასრულებს მცველი მექანიზმის ფუნქციას. თუ რაიმე მიზეზით, დამქუცმაცებელში პროდუქტთან ერთად მხვდა გარეშე მყარი საგანი, მაშინ ზამბარის შეკუმშვის ხარჯზე ხუნდი გადაიხრება სახსრული ჩამაგრების მიმართ და დაიცავს ნაწილებს დაზიანებისგან, რის შემდეგ ზამბარა კვლავ აღადგენს დოლთან საჭირო მუშა ღრეხოს სიდიდეს.

ნედლეული მიეწოდება ხვიშირიდა 5, საიდანაც მაღალი სიჩქარით მბრუნავი დოლი ჩაითრევს მას და ხუნდთან ურთიერთკავშირში მჭრელი დანები აწარმოებენ მასალის ინტენსიურ დაქუცმაცებას, რომელიც გამოიტვირთება მილყელიდან 6.

დოლი ბრუნვით მოძრაობას იღებს ამძრავიდან 7. მისი ბრუნვის სიხშირეა 2550 ბრ/წთ, ხოლო ძრავის სიმძლავრე 3,2 კვტ.

დაქუცმაცება სრულდება მასალაზე მჭრელი დანის დარტყმით, რომლის წრიული სიჩქარე უნდა იყოს საკმარისი იმისათვის, რომ დარტყმის მომენტში მოხდეს პროდუქტის სრული რღვევა.

მოდრობის რაოდენობის კანონის განტოლების თანახმად შეიძლება დავწეროთ

$$m(v_2 - v_1) = P\tau,$$

სადაც  $m$ -პროდუქტის დასაქუცმაცებელი ნაწილაკის მასაა, კგ;  $v_2$ - ნაწილაკის სიჩქარე დანის დარტყმის შემდეგ, მ/წმ;  $v_1$ - ნაწილაკის სიჩქარე დარტყმამდე;  $\tau$ - დარტყმის ხანგრძლივობაა, წმ; დრეკად-ბლანტი პროდუქტებისათვის  $\tau=0,01$  წმ;  $P$ - დარტყმის მრღვევი ძალაა.

თუ უგულებელყოფთ  $v_1$ -ს, როგორც მცირე სიდიდეს  $v_2$ -თან შედარებით, შეგვიძლია დავწეროთ

$$mv_2 = P\tau$$

რადგან  $v_2 = \omega R$ , ამიტომ დოლის კუთხური სიჩქარე ტოლი იქნება

$$\omega = \frac{P\tau}{mR} \text{ რად/წმ,}$$

სადაც  $R$ - დოლის რადიუსია.

მანქანის მწარმოებლობა განისაზღვრება ფორმულით

$$Q = \omega R l \delta \rho \psi \text{ კგ/წმ,}$$

სადაც  $l$ - დოლის სიღრმეა, მ;  $\delta$ - დანის მჭრელი წიბოების გამოსვლის სიდიდეა დოლის ზედაპირიდან, მ;  $\rho$ - მასალის მოცულობითი მასაა, კგ/მ<sup>3</sup>;  $\psi$ - მუშა ღრეხოს შეესების უთანაბრობის კოეფიციენტი.

განხილულ დამქუცმაცებელში დოლი ბრუნავს მაღალი სიჩქარით, ამიტომ მნიშვნელოვანია მისი მაღალი სიხუსტით სტატიკური და დინამიკური ბალანსირება. დოლის სტატიკური გაუწონასწორებლობის შემთხვევაში მისი სიმძიმის ცენტრი ბრუნვის ღეძიდან დაშორებულია  $r$  მანძილით. ამ დროს წარმოქმნილი ინერციის ძალა განისაზღვრება ფორმულით

$$J = m\omega^2 r \text{ ნ,}$$

სადაც  $m$ - დოლის მასაა, კგ;

საჭიროა განისაზღვროს  $r$ -ის რა მნიშვნელობისათვის გადააჭარბებს ცენტრიდანული ძალა დოლის სიმძიმის ძალას

$$m\omega^2 r > mg, \text{ საიდანაც } r = g / \omega^2 \text{ მ.}$$

განხილულ დამქუცმაცებელში  $\omega = 255$  რად/წმ, ამიტომ დოლის ცემას ადგილი ექნება როდესაც  $r > 0,125$  მმ.

### 1.10.3. ჩაის ფოთლის საგრეხი მანქანა

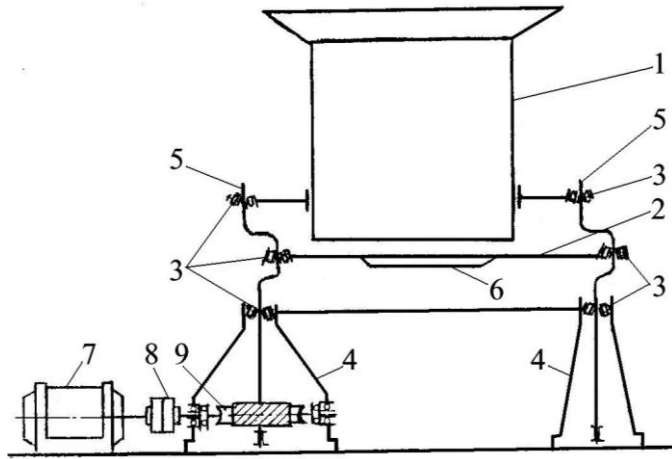
ჩაის მწვანე ფოთოლი რეოლოგიური თვისებებით განეკუთვნება დრეკად-ბლანტ-პლასტიკური მასალების ჯგუფს, რომელიც ტექნოლოგიური მოთხოვნებით საჭიროებს უჯრედების ინტენსიურ დაშლას და ფოთლისთვის გრეხილი, წვრილ – დისპერსიული ფორმის მინიჭებას.

გრეხის ოპერაცია აუცილებელია ჩაის ფოთლის ზედაპირზე უჯრედების წვენი გამოყოფის მიზნით, რათა შემდგომ წარიმართოს ფერმენტაციის პროცესი – დაჟანგვა.

მომდნარი ჩაის ფოთოლი იგრიხება საგრეს მანქანებში – როლერებში. ერთერთი ასეთი ფართოდ გავრცელებული ღია ტიპის როლერის პრინციპულ-კინემატიკური სქემა ნაჩვენებია ნახ.1.15-ზე.

მანქანა შედგება ოთხი მთავარი ნაწილისაგან: თუჯის სამფეხა დგარის, სამი ცალი მუხლა ლილვის, მაგიდისა და ცილინდრისაგან. მანქანის ცილინდრი 1 და მაგიდა 2 საკისრების 3 საშუალებით დაყრდნობილია დგარზე 4, ვერტიკალურად ჩამაგრებული მუხლა ლილვების 5 ყელებზე. მუხლა ლილვების ყელებს ბრუნვის ღერძიდან აქვთ თანაბარი გადახრა. მუხლა ლილვების ბრუნვა იწვევს ცილინდრისა და მაგიდის წრიულ-გადატანით მოძრაობას ურთიერთ საწინააღმდეგო მიმართულებით ორ პარალელურ სიბრტყეში.

მაგიდის ცენტრალური ნაწილი 6 ჩაღრმავებულია წაკვეთილი პირამიდის მსგავსად, რომელსაც კიუვეტი ეწოდება. კიუვეტზე დამაგრებულია რადიალური რიფები, რომლებიც ნახაზზე ნაჩვენებია არ არის. მომდნარი ფოთოლი 150-200 კგ-ის რაოდენობით იტვირთება ცილინდრში, რომელიც მაგიდაზე ქმნის გარკვეული სიდიდის წნევას. მაგიდისა და ცილინდრის ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებით წრიულ-გადატანი მოძრაობის დროს ჩაის მასა განიცდის რთულ დეფორმაციათა კომპლექსის მოქმედებას, რაც იწვევს ფოთლის უჯრედების ინტენსიურ რღვევას, წვენი გამოდინებას და ფოთლებისთვის გრეხილი ფორმის მიცემას. ტექნოლოგიით, ასეთი ტიპის როლერებში გათვალისწინებულია სამჯერადი გრეხა, თითოეული 45 წთ ხანგრძლივობით და შუალედური ე.წ. მწვანე დახარისხებით. გრეხის ასეთ რეჟიმს განაპირობებს ჩაის ფოთლის არაერთგვაროვნება სინაზის თვალსაზრისით. ნაზი ფოთლები იგრიხება უფრო სწრაფად და საჭიროა მათი განცალკევება დანარჩენი მასისაგან, რომელიც მიეწოდება მეორე და მესამე გრეხაზე. გრეხის დამთავრების შემდეგ, მოგრეხილი ჩაის ფოთლის გამოტვირთვა როლერიდან ხდება კიუვეტის 6 ძირზე მოწყობილი მექანიკური საკეტი მოწყობილობიდან (ნახაზზე ნაჩვენებია არ არის).



ნახ.1.15. ჩაის ფოთლის საგრესი მანქანა

მანქანის ძირითადი მუშა ორგანოებია ცილინდრი და მაგიდა, რომლებც დაყრდნობილი არიან ერთმანეთისადმი  $120^\circ$  -ით განლაგებულ ვერტიკალურ მუხლა ლილვებზე, რომელთაგან ერთერთი არის ამძრავი, დანარჩენი ორი კი – ამყობი. ამძრავი მუხლა ლილვი ბრუნვით მოძრაობას იღებს ელექტროძრავიდან 7 ქუროსა 8 და ჭია რედუქტორის 9 დახმარებით.

ჩაის ფოთლის საგრესი მანქანის ძალოვანი გაანგარიშება. საგრეს მანქანაში ენერგია იხარჯება ჩაით დატვირთული მუშა ორგანოების მოძრაობაში მოსაყვანად და ჩაის მასის დასაგრესად საჭირო წინაღობის ძალების დასაძლევად. პირველ შემთხვევაში ენერგია გამოითვლება ცნობილი ფორმულით

$$= m \omega^2 r^2 / 2 \text{ ჯ,}$$

სადაც  $m$  - ჩაით დატვირთული მოძრავი მუშა ორგანოების მასაა, კგ;

$\omega$  - მუხლა ლილვის ბრუნვის კუთხური იჩქარეა, რად/წმ;

$r$  - მუხლა ლილვის ექსცენტრისიტეტია, მ.

სიმძლავრის საანგარიშოდ გვექნება

$$P = \tau \text{ ვტ,}$$

სადაც  $\tau$  - მუშა ორგანოების ბრუნვის დამყარებულ რეჟიმში გადასვლის დროა.

გრესის პროცესში ჩაის მასაში აღიძვრება ნორმალური ( $\sigma_n$ ) და ძვრის ძალები ( $\sigma_{\text{პ}}$ ). ექსპერიმენტული კვლევებით დადგენილია, რომ  $\sigma_{\text{პ}} / \sigma_n = 0,5$ .

ნორმალური ძაბვა განისაზღვრება  $\sigma_n = F / a$  პა, სადაც  $F$  - ნორმალური ძალაა, რომელიც გამოწვეულია ცილინდრში ჩატვირთული ჩაის მასით;  $a$  - მაგიდის მუშა ზედაპირის ფართობი, მ<sup>2</sup>.

მხეები ძალების ჯამი, რომელიც უნდა გადალახოს ცილინდრისა და მაგიდის

ურთიერთსაწინააღმდეგოდ გადაადგილებამ ტოლი იქნება

$$d_3 = \sigma_{d_3} \cdot \sigma_{\tau_1} \cdot \sigma_{\tau_2}$$

სადაც  $\sigma_{d_3} = \sigma_{\tau_1} \cdot 0,5$  პა;

$\sigma_{\tau_1}$  - ცილინდრის განივი კვეთის ფართობი, მ<sup>2</sup>.

ჩაის ფარდობითი ძვრის სიჩქარე განისაზღვრება

$$v_{\text{ფ}} = 2\pi r / \tau_1 \text{ მ/წმ,}$$

სადაც  $\tau_1$  - მუხლა ლილვის ნახევარი ბრუნვის დროა, წმ.

ძვრის წინაღობისთვის დასაძლევია სიმძლავრე იქნება

$$P_{\text{ფ}} = d_3 \cdot v_{\text{ფ}} \text{ ვტ.}$$

ჯამური სიმძლავრე იქნება

$$= P_{\text{ფ}} + P_{\text{მ}} \text{ ვტ.}$$

ელექტროძრავასათვის მოთხოვნილი სიმძლავრე ტოლი იქნება

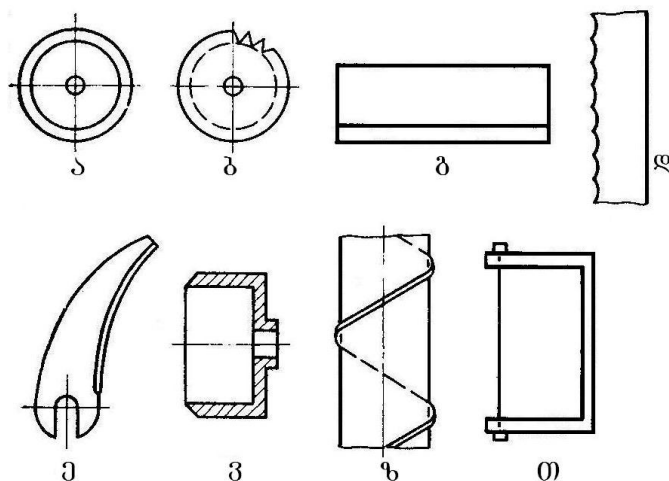
$$P_{\text{მ}} = P_{\text{ფ}} / \eta \text{ ვტ,}$$

სადაც  $\eta$  - სიმძლავრის მარაგის კოეფიციენტია, ხოლო  $\eta$  ამძრავის მ.ქ.კ.-ია.

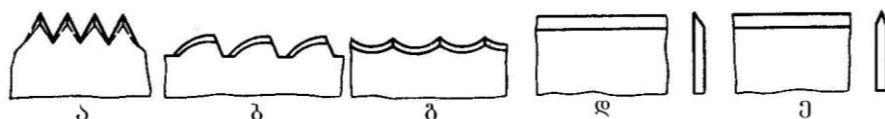
### 1.11. კვების პროდუქტების მჭრელი მოწყობილობები

კვების მრეწველობაში ნედლეულის და ნახევარფაბრიკატების დაჭრა წარმოებს მათთვის სასურველი ფორმის ან ზომების მისაღებად. ჭრის პროცესის მექანიზირებისათვის, საჭიროა მჭრელ ორგანოსთან მასალის საჭირო ძალით და სიჩქარით მიწოდება. მჭრელი მოწყობილობა შეიძლება ფუნქციონირებდეს როგორც დამოუკიდებელი მანქანა, ან კომპლექსური მანქანებისა და ავტომატების შემადგენელი ნაწილი. მჭრელი მანქანების კლასიფიკაცია შესაძლებელია შემდეგი ნიშნებით:

- მჭრელი დანის კონსტრუქციისა და ფორმის მიხედვით (ნახ.1.16);
- მჭრელი ზედაპირის ფორმის მიხედვით (ნახ.1.17);
- ჭრის მეთოდის მიხედვით (ნახ.1.18)
- მჭრელი ორგანოს მდგომარეობის მიხედვით (ნახ.1.19).



ნახ.1.16. დანების ძირითადი ფორმები:  
 ა-გლუვი დისკური; ბ-კბილებიანი დისკური; გ-გლუვი ბრტყელი;  
 დ-კბილებიანი ლენტისებური; ე-რკალისებური; ვ-ჯამისებური;  
 ზ-ხრახნისებური; თ-ჩარჩო მჭრელი მავთულით.



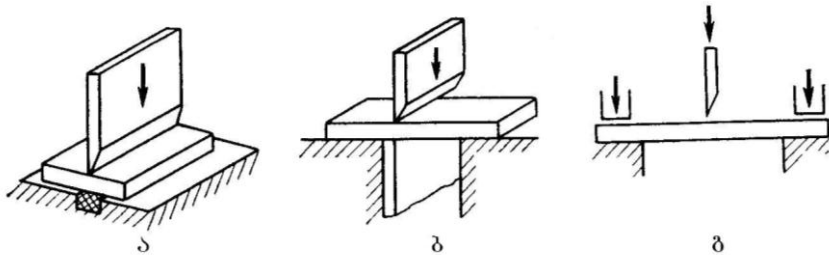
ნახ.1.17. დანების მჭრელი პირების ძირითადი ფორმები:  
 ა-მახვილკბილებიანი; ბ,გ-რკალისებურ კბილებიანი; დ-გლუვი,  
 ცალმხრივად ალესილი; ე-გლუვი, ორმხრივად ალესილი.

დისკური დანები (ნახ.1.16,ა,ბ) ძირითადად გამოიყენება პლასტიკური და რბილი მასალების დასჭრელად (ხორცი, თევზი, ცომი), ამასთან მჭრელი პირი შეიძლება იყოს გლუვი ან მდორე კბილებიანი (ნახ.1.17,ბ). მათი გამოყენება შესაძლებელია აგრეთვე მაგარი და მყიფე მასალებისთვისაც, თუ მჭრელ ზედაპირს აქვს მახვილი კბილები (ნახ.1.17,ა,გ). ჭრის ოპტიმალური პირობებისათვის რეკომენდებულია, რომ დისკის რადიუსი იყოს 2,5...3-ჯერ მეტი გასაჭრელი მასალის სისქეზე. დანების წრიული სიჩქარე ძირითადად არის 10-80 მ/წმ ზღვრებში, ჭრის კუთხე კი - 8-15°. წრიული დანები მოხერხებულია იმით, რომ ჭრასთან ერთად უზრუნველყოფენ მასალის ჩათრევას ჭრის ზონაში.

ბრტყელი დანების მჭრელი პირები შეიძლება იყოს გლუვი ან კბილებიანი. ისინი ძირითადად მუშაობენ დაწნევით გადაჭრის ან მაკრატლის პრინციპით. დანის სისქე უნდა იყოს შესაძლოდ მინიმალური, წინააღმდეგ შემთხვევაში ჭრის წინააღმდეგობა მნიშვნელოვნად იზრდება. ჭრის ძალაზე გავლენას ახდენს აგრეთვე დანის ალესვის კუთხე. მისი ოპტიმალური სიდიდე შეადგენს 12-20°.

ნახ.1.16,დ-ზე ნაჩვენებია ლენტური დანა გამოიყენება ფქვილის საკონდიტრო ნაწარმის და სხვა ანალოგიური სტრუქტურის პროდუქტების დასჭრელად. ამ დანების შედარებით მცირე სიგანის გამო ხახუნის ძალები და მთხე მიკრული პროდუქტი ნაკლებია დისკურ დანებთან შედარებით. ლენტური დანების ოპტიმალური სისქე შეადგენს დაახლოებით 1 მმ-ს. მჭრელი პირი ძირითადად არის კბილებიანი. მისი ჭრის სიჩქარე შეიძლება იყოს 5-50 მ/წმ.

რკალისებური დანები (ნახ.1.16,ე) ძირითადად გამოიყენება ზონარისებური მასალების განივი გადაჭრისათვის, აგრეთვე ხორცის, თევზის, ბოსტნეულის და სხვა პროდუქტების წვრილად დაქუცმაცებისათვის. მათი მჭრელი კონტური შესრულებულია არქიმედის ან ლოგარითმული სპირალის სახით. პირველ შემთხვევაში, დანის მუდმივი კუთხური სიჩქარის დროს, ჭრის სიჩქარეც მუდმივია, მეორე შემთხვევაში კი – მუდმივია სიმდოვრე დანის რადიუსის გასწვრივ. მათი სისქეა 2-5 მმ, მჭრელი პირის დახრის კუთხე 8-12°.

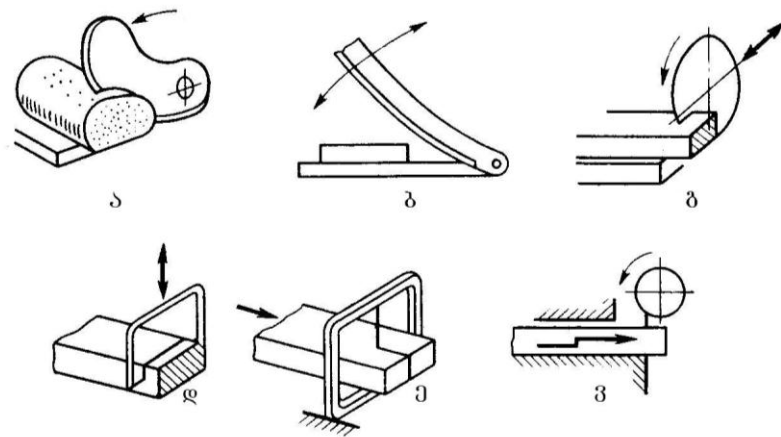


ნახ.1.18. ჭრის მეთოდები:

ა-დაწნევა მყარ საყრდენზე; ბ-კონტრდანებით; გ-თავისუფალი.

მჭრელი მავთული (ნახ.1.16,თ) ეფექტური გამყოფი მუშა ორგანოა. ის შეიძლება გამოიყენებული იყოს ბლანტი-პლასტიკური ჰომოგენური სტრუქტურის მასალების დასაჭრელად (კარაქი, მარგარინი, კამფეტის მასა), ან მყიფე პროდუქტებისთვის, როგორცაა მაგალითად, ვაფლი. მჭრელი მავთულის დიამეტრი შეადგენს 0,2-2 მმ.

ოპტიმალური მჭრელი ორგანოს შერჩევისას დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე დანის მასალის სწორად შერჩევას. იგი უნდა პასუხობდეს კვების ჰიგიენის მოთხოვნებს, იყოს ცვეთამედეგი მინიმალური ხახუნის კოეფიციენტით.



ნახ.1.19. მჭრელი დანების შესაძლო მოძრაობები:  
 ა-მბრუნავი ხმლისებური; ბ-მოქანავე ხმლისებური; გ-მბრუნავი, დისკური;  
 დ-მჭრელი მავთული წრფივ-უკუქცევადი მოძრაობით; ე-უძრავი მჭრელი  
 მავთული; ვ-მბრუნავი დანა.

ჭრისათვის აუცილებელი მასალისა და მჭრელი ორგანოს ფარდობითი მოძრაობა შეიძლება განხორციელდეს:

- გასაჭრელი მასალის მოძრაობით უძრავი მჭრელი ორგანოს მიმართ;
- მჭრელი ორგანოს მოძრაობით უძრავი გასაჭრელი მასალის მიმართ;
- მჭრელი ორგანოს და გასაჭრელი მასალის ორმხრივი მოძრაობით.

კვების პროდუქტების ჭრის მეთოდების და მოწყობილობების მრავალსახეობა განაპირობებს სხვადასხვა ტიპის მექანიზმების გამოყენებას ერთი და იგივე პროცესებისათვის.

## 2. კვების ფხვიერი პროდუქტების სეპარაციის და დახარისხების მეთოდები და მოწყობილობები

ფხვიერი მასალების სეპარაცია და დახარისხება ფართოდ გამოიყენება მეურნეობის სხვადასხვა დარგში. ისინი წარმოადგენენ ტექნოლოგიური პროცესების განუყოფელ ნაწილს ისეთ დარგებში როგორებიცაა: კვების მრეწველობა, მარცვლეულის გადამუშავება, სამშენებლო მასალების წარმოება, ქიმიური, სამთომადნეულის მრეწველობა და სხვა.

სეპარაცია ეწოდება არაერთგვაროვანი ნარევი მასის დაყოფას შემადგენელ კომპონენტებად და გამოიყენება ძირითადი პროდუქტის გასაწმენდად გარეშე მინარევებისაგან, რაც უზრუნველყოფს პროდუქტის ხარისხობრივი მაჩვენებლების ამაღლებას.

დახარისხების პროცესი გულისხმობს ერთგვაროვანი პროდუქტის დაყოფას ზომით კლასებად ან რომელიმე ხარისხობრივი მაჩვენებლის მიხედვით. დახარისხების შედეგად მიიღება თანაბარი ზომის ნაწილაკებისაგან შედგენილი



საბოლოო პროდუქტი ან ნახევარფაბრიკატი (შუალედური პროდუქტი). პირველ შემთხვევაში აუცილებელია მზა პროდუქტმა მიიღოს ხარისხის სტანდარტით გათვალისწინებული გარეგნული სახე, ხოლო მეორე შემთხვევაში, შუალედური პროდუქტის ნაწილაკების ზომითი ერთგვაროვნება მნიშვნელოვან წილად განაპირობებს მომდევნო ტექნოლოგიური ოპერაციების თანაბარ რეჟიმებში წარმართვას, რაც ასევე აისახება საბოლოო პროდუქტის ხარისხში. ამრიგად, ფხვიერი მასალების სეპარაცია და დახარისხება თანმხვედრი პროცესებია და მათ განსაკუთრებით დიდი გამოყენება აქვთ კვების მრეწველობის მრავალ დარგში.

აღნიშნული პროცესების ოპტიმალურ რეჟიმებში წარმართვისათვის და მაღალი ტექნოლოგიური ეფექტის მისაღწევად დიდი მნიშვნელობა აქვს ამ პროცესების ზუსტ თეორიულ ანალიზს და შეფასების კრიტერიუმების სწორად შერჩევას. ამ მიმართულებით ჩატარებულია მრავალი სამეცნიერო კვლევა როგორც საზღვარგარეთ, ასევე ჩვენს ქვეყანაში, მაგრამ ფხვიერი მასალების სეპარაციისა და დახარისხების მეთოდების მრავალფეროვნება, განსაკუთრებით კი ახალი მეთოდების დამუშავება, მოითხოვს აღნიშნულ პროცესებში კვლევების გაფართოებას.

დღეისათვის ფხვიერი მასალების სეპარაციის და დახარისხების პროცესებმა ფართო გამოყენება პოვენ მარცვლეულის გადამამუშავებელ, ფქვილის და ბურღულეული პროდუქტების, ჩაის, კვების კონცენტრატების და სხვა წარმოებაში.

სეპარაციისა და დახარისხების პროცესებთან განუხრელად არის დაკავშირებული ფხვიერი მასალების ვიბრაციული გადაადგილება, როგორც მოძრაობის ერთ-ერთი ყველაზე უფრო გავრცელებული სახე თანამედროვე სეპარატორებში და დამხარისხებელ მანქანებში. მასალების ვიბრაციული გადაადგილების თეორიის განვითარებასთან მჭიდროდ არის დაკავშირებული სეპარაციისა და დახარისხების პროცესების ტექნოლოგიური ეფექტურობის ამაღლება. ფხვიერი მასალების სეპარაციისა და დახარისხების პროცესების ტექნოლოგიური ეფექტურობის შეფასების თეორიის განვითარებაში დიდი წვლილი მიუძღვით ვ.გარიაჩკინის, ი.ვერხოვსკის, გ.ტერსკოვის, ვ.ცეცინოვსკის, გ.პავლოვსკის, ა.ვაინბერგის, პ.როზინის, ე.რამლერის, გ.ნიუტონის და სხვათა მეცნიერულ შრომებს.

სეპარაცია წარმოადგენს არაერთგვაროვანი ნარევების შემადგენელ კომპონენტებად გაყოფის მექანიკურ პროცესს, რომლებიც განსხვავდებიან ფიზიკური თვისებებით. სეპარაციის დახმარებით საწყისი მასალიდან შესაძლებელია გამოიყოს ყველაზე უფრო ღირებული კომპონენტი მისი

ხარისხობრივი მაჩვენებლების სრული დაცვით.

სეპარაციის და დახარისხების ამოცანას შეადგენს საერთო მასიდან ხარისხოვანი კომპონენტის სრული გამოყოფა და მისი გაყოფა ფრაქციებად ზომითი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების მიხედვით.

ის კომპონენტი, რომელიც საწყის მასალაში რაოდენობრივად მნიშვნელოვნად აღემატება სხვა კომპონენტებს, წარმოადგენს ძირითადს, ხოლო ყველა დანარჩენი – მინარევებს.

მინარევები, რომლებსაც შეიცავენ კვების ფხვიერი პროდუქტები, შეიძლება გავეოთ ორ ჯგუფად – სარეველა და ძირითადი კულტურის. სარეველა მინარევებს მიეკუთვნებიან მინერალური წარმოშობის სხვადასხვა ნაწილაკები (მიწის გუნდები, ქვები, ქვიშა, მტვერი და სხვა) და ორგანული წარმოშობის (დეროები, ბუსუსი და სხვა).

მინარევები, რომლებიც წარმოიქმნებიან ძირითადი კულტურისაგან, არიან დაქუცმაცებული, დეფორმირებული, არაკონდიციური ორგანოლექტიკური და ბიოქიმიური მაჩვენებლებით.

მინარევები ძირითადი კომპონენტისაგან განსხვავდებიან როგორც ხარისხობრივი მაჩვენებლებით, ასევე გარეგნული სახით. ამიტომ, მზა პროდუქციის ხარისხი დიდად არის დამოკიდებული საერთო მასაში მათ რაოდენობრივ შემცველობაზე.

საწყისი მასალის სეპარაციისა და დახარისხებისათვის იყენებენ ნაწილაკების სხვადასხვა ფიზიკურ თვისებებს. მათ განეკუთვნებიან:

- ხაზოვანი ზომები: სიგრძე, სიგანე და სისქე;
- ნაწილაკების აეროდინამიკური თვისებები;
- სიმკვრივე;
- ნაწილაკების ფორმა და ფრიქციული თვისებები;
- ელექტროფიზიკური, ფერომაგნიტური თვისებები და სხვა.

ხშირად, ნაწილაკების ცალკეული ფიზიკური თვისება ვერ უზრუნველყოფს საწყისი მასალის სრულად გაყოფას. ამიტომ, მაღალი ტექნოლოგიური ეფექტის მისაღწევად იყენებენ კომბინირებულ მეთოდებს, როდესაც საწყისი მასალის გაყოფა ხდება ნაწილაკების რამოდენიმე ფიზიკური თვისების მიხედვით.

ის ფიზიკური თვისებები, რომლებიც უზრუნველყოფენ საწყისი მასალის ყველაზე უფრო სრულად გაყოფას შემაღგენელ კომპონენტებად, წარმოადგენენ ნარევის გაყოფადობის ნიშანთვისებებს.

მანქანები, რომლებიც გამოიყენებიან ფხვიერი მასალების სეპარაციისათვის,

საწყის მასალას ჰყოფენ ერთი ან რამდენიმე ნიშანთვისების მიხედვით. შესაბამისად მანქანები იყოფიან ორ ჯგუფად – მარტივი და რთული.

მარტივ სეპარატორებში ნარევი იყოფა ერთი ნიშნით ორ ფრაქციად. რთულ სეპარატორებში ნარევის გაყოფა ხდება რამოდენიმე ნიშანთვისებით, შესაბამისი რაოდენობის ფრაქციებად.

ცხრილში 2.1 მოყვანილია ფხვიერი მასალების სეპარაციისა და დახარისხების მეთოდების და მუშა ორგანოების კლასიფიკაცია.

## **2.1. ფხვიერი მასალების სეპარაცია და დახარისხება ნაწილაკების ზომების მიხედვით**

ნარევის გაყოფის გემეტრიულ ნიშანთვისებებს წარმოადგენენ ნაწილაკების ხაზოვანი ზომები: სიგრძე – უდიდესი გრძივი ზომა; სიგანე – უდიდესი განივი ზომა; სისქე – უმცირესი განივი ზომა.

კვების ფხვიერი პროდუქტების გასაყოფად ფრაქციებად, რომლებიც განსხვავდებიან ნაწილაკების სიგრძით, გამოიყენება ტრიერები (ცხრ.2.1, პოზ. 1), რომელთა მუშა ორგანოს წარმოადგენს ცილინდრი ან დისკების ნაკრები. მათზე გაკეთებულია სხვადასხვა ფორმისა და ზომის ჯიბეები, რომლებშიც თავსდებიან მასალის ნაწილაკები.

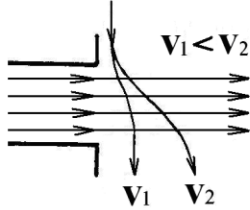
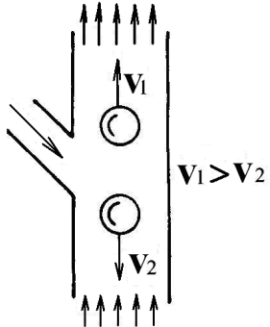
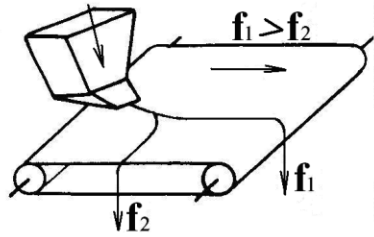
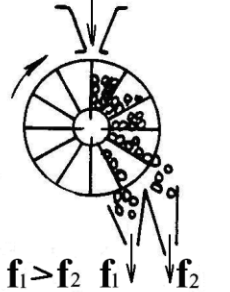
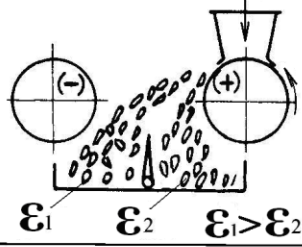
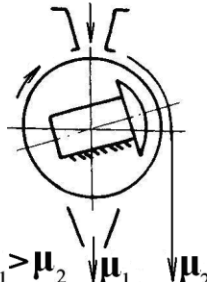
ტრიერების მუშაობის პრინციპი დაფუძნებულია სხვადასხვა სიგრძის ნაწილაკების ზღვრული აწევის კუთხეთა განსხვავებაზე, ჯიბეებიანი ზედაპირების

ფხვიერი მასალების სეპარაციის მეთოდების კლასიფიკაცია

ცხრილი 2.1

№	სეპარაციის ნიშანთვისება	მუშა ორგანო	პრინციპული სქემა
1	2	3	4
1	ნაწილაკების გეომეტრიული	სიგრძე	
2	ზომები	სიგანე	
3		სისქე	
4	ნაწილაკების სიმკვრივე	ვიბრაციული დეკა	
5	ნაწილაკების სიმკვრივე და აეროდინამიკური თვისებები აფრიანობის სიჩქარე	ვიბროპნევემა-ტიკური დეკა	



1	2	3	4
6	აეროდინამიკური თვისებები	ჰორიზონტალური პნევმოარხი	
7	ნაწილაკების აფრიანობის სიჩქარე	ვერტიკალური პნევმოარხი	
8	ნაწილაკების ფრიქციული თვისებები	განივად დახრილი ლენტური ტრანსპორტიორი	
9	გარე ხახუნის კოეფიციენტი	სექტორულ - ფრთებიანი დოლი	
10	დიელექტრიკული გამტარობა	დამუხტული ლითონის დოლები	
11	ელექტრომაგნიტური გამტარობა	დოლური ელექტრომაგნიტი	

ბრუნვის დროს. მასალის ფარდობითი მოძრაობის დროს, მცირე ზომის ნაწილაკების სიმძიმის ცენტრი იმყოფება ჯიბის არეში და მათი აწევის კუთხე უფრო მაღალია, ვიდრე გრძელი ნაწილაკებისა, რომელთა სიმძიმის ცენტრი იმყოფება ჯიბის გარეთ. ამის გამო, მცირე სიგრძის ნაწილაკები ( $l_2$ ) ცვივდებიან შემკრებ ღარზე, ხოლო გრძელი ნაწილაკები ( $l_1$ ) ჯიბეებიდან გადმოვარდნის შემდეგ უბრუნდებიან საწყის მასალას. მასალის ღერძულ გადაადგილებას უბრუნველყოფს ცილინდრის ღერძის დახრა ჰორიზონტისადმი. ამრიგად, ტრიერებზე სეპარაციის შედეგად მიიღება ორი ფრაქცია – მოკლე და გრძელი ნაწილაკებით.

მარცვლეულის წარმოებაში ტრიერები გამოიყენება ძირითადი კულტურიდან მოკლე და გრძელი მინარევების გამოსაყოფად. გარდა ამისა, მათი გამოყენება ხდება რთულ სეპარატორებში სხვა სახის მუშა ორგანოებთან კომბინაციით, საწყისი მასალის რამოდენიმე ნიშანთვისებით გაყოფისათვის.

კონსტრუქციული ნიშნით ტრიერები იყოფიან ცილინდრულ და დისკოებიან მანქანებად. თავის მხრივ დისკოებიანი ტრიერები იყოფიან ერთროტორიან და მრავალროტორიან მანქანებად.

დინამიკური მაჩვენებლებით ცილინდრული ტრიერები იყოფიან ნელმაგალ და სწრაფმაგალ მანქანებად, რომლებიც ძირითადად განსხვავდებიან მუშა ორგანოების ბრუნვის სიხშირით.

სწრაფმაგალი ტრიერები ხასიათდებიან მაღალი მწარმოებლობით, რამდენადაც მუშა ორგანოს ბრუნვის სიხშირის გაზრდა იწვევს მასალის ღერძული გადაადგილების სიჩქარის გაზრდას. მაგრამ, სიჩქარის გაზრდა მაქსიმალურ დასაშვებზე მეტად ამცირებს სეპარაციის ტექნოლოგიურ ეფექტს, რადგან მოკლე ნაწილაკები ვერ ასწრებენ ჯიბეების შევსებას იმის გამო, რომ მასალის ტრიერში ყოფნის დრო მცირდება. გარდა ამისა, ტრიერების მუშაობის ეფექტურობაზე დიდ გავლენას ახდენს მიწოდებული მასალის ფენის სისქე. რაც უფრო მცირეა ფენის სისქე, მით მაღალია ეფექტურობა. ტრიერების მუშაობის ეფექტურობისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მუშა ორგანოს ბრუნვის სიხშირისა და დახრის კუთხის ოპტიმალური მნიშვნელობების შერჩევას.

ტრიერების უარყოფით მხარეს მიეკუთვნება ის, რომ მათი გამოყენება ნაკლებადეფექტურია ისეთი მასალების სეპარაციისათვის, რომელთა ნაწილაკებსაც გააჩნიათ ხვეული, ხაოიანი ზედაპირები. ასეთი ნაწილაკები იჭედებიან ტრიერის ჯიბეებში და გაყოფა ფაქტიურად არ ხდება. ტრიერები არ გამოიყენება აგრეთვე

მასალის დასახარისხებლად ზომით კლასებად.

ტრიერების უარყოფითი თვისებები ზღუდავენ მათ გამოყენებას მრეწველობის სხვადასხვა დარგებში.

ფხვიერი მასალების გასაყოფად ნაწილაკების სიგანისა და სისქის მიხედვით გამოიყენება მანქანები, რომელთა მუშა ორგანოს წარმოადგენს სხვადასხვა ფორმისა და ზომების ნახვრეტებიანი ბადეები. ბადეზე გატარების შემდეგ საწყისი მასალა იყოფა ორ ნაწილად – ბადეში გასულ და ბადეზე გადასულ ფრაქციებად.

დამზადების მიხედვით ბადეები გვხვდება დატვიფრული და დაწნული, ხოლო ნახვრეტების ფორმის მიხედვით – წრიული, გრძივი და კვადრატული ნახვრეტებით. ბადეები წრიული ნახვრეტებით ჰყოფენ ნარევის ნაწილაკების  $b$  სიგანის მიხედვით (ცხრ.2.1,პოზ.2). ნაწილაკები, რომელთა სიგანე ნაკლებია ბადის ნახვრეტების დიამეტრზე ( $b < d$ ), გამოიყოფიან ბადეში გამავალ ფრაქციაში, ხოლო როდესაც  $b > d$ , მაშინ ნაწილაკები გადადიან ბადეზე.

კვადრატული ფორმის ნახვრეტები ნარევის ჰყოფენ იმავე  $b$  ზომის მიხედვით, მაგრამ გაყოფის სიზუსტე ნაკლებია, რადგან ნაწილაკების ბადეში გავლის დროს მათი ორიენტაცია შეიძლება მოხდეს კვადრატის როგორც გვერდის, ასევე დიაგონალის მიმართ.

წრიულ ნახვრეტებში ნაწილაკების მოხვედრის ალბათობის გაზრდის მიზნით, ნახვრეტებს ამზადებენ ძაბრისებური ფორმის, რომელიც უზრუნველყოფს ნაწილაკის ორიენტირებას გრძივი ღერძით ბადის ზედაპირის პერპენდიკულარულად.

ბადეები გრძივი ნახვრეტებით ნარევის ჰყოფენ ნაწილაკების  $a$  სისქის მიხედვით (ცხრ.2.1,პოზ.3). ის ნაწილაკები, რომელთა სისქე ნაკლებია ბადის ხვრელის  $d$  სიგანეზე, გადადიან ბადეში, ხოლო როდესაც  $a > d$ , ნაწილაკები გადადიან ბადიდან. გაყოფის ეფექტურობის გაზრდის მიზნით ბადის ზედაპირს ამზადებენ გოფირებული გრძივი ღარების სახით, რომელთა ძირზე კეთდება გრძივი ნახვრეტები. ღარები უზრუნველყოფენ ნაწილაკების სწორ ორიენტაციას ნახვრეტების მიმართ.

ბადიანი სეპარატორების ტექნიკური მანქანებლების შესაფასებლად სარგებლობენ ბადის ზედაპირის ფართის გამოყენების კოეფიციენტით, ანუ ცოცხალი კვეთის კოეფიციენტით, რომელიც წარმოადგენს ნახვრეტების ჯამური ფართის ფარდობას ბადის მთლიან ზედაპირთან. ეს კოეფიციენტი წარმოადგენს სეპარატორის მწარმოებლობის განმსაზღვრელ სიდიდეს.



## 2.2. ფხვიერი მასალების სეპარაცია და დახარისხება აეროდინამიკური თვისებების მიხედვით

ფხვიერი მასალების ნარევების სეპარაცია შემაღლებული კომპონენტების აეროდინამიკური თვისებების მიხედვით, ფართოდ გამოიყენება პრაქტიკაში სასოფლო-სამეურნეო მარცვლეული კულტურების გასაწმენდად გარეშე მინარევებისაგან. ასეთი სეპარატორების მუშაობის პრინციპი დაფუძნებულია სხვადასხვა კომპონენტების ნაწილაკების განსხვავებულ აფრიანობის სიჩქარეზე (ცხრ.2.1,პოზ.5,6). აფრიანობის სიჩქარე დამოკიდებულია ნაწილაკების თვისებაზე წინააღმდეგობა გაუწიოს ჰაერის ნაკადს. აფრიანობას განსაზღვრავს აგრეთვე ნაწილაკების ფორმა, სიმკვრივე, სივრცეში ორიენტაცია და სხვა. ჰაერის ნაკადის მიმართულების მიხედვით სეპარატორები გვხვდება ვერტიკალური, ჰორიზონტალური და დახრილი ნაკადებით.

მარცვლის გადამამუშავებელ საწარმოებში მარცვლის გასაწმენდად მსუბუქი მინარევებისაგან ფართოდ გამოიყენება ვერტიკალური პნევმოსეპარირების არხები, რომლებშიც მასალა და ჰაერი მოძრაობენ შემხვედრი მიმართულებით. ის ნაწილაკები, რომელთა აფრიანობის სიჩქარე მეტია ჰაერის ნაკადის სიჩქარეზე, წარიტაცებიან ზევით და მოთავსდებიან დამლექ მოწყობილობაში, ხოლო ნაწილაკები ნაკლები აფრიანობის სიჩქარით გადაადგილდებიან ქვევით. ამგვარად, ნარევი იყოფა ორ ფრაქციად – მსუბუქი და მძიმე (ცხრ.2.1,პოზ.7).

პნევმოსეპარირების ტექნოლოგიური ეფექტი დამოკიდებულია შემდეგ პარამეტრებზე: ჰაერის ნაკადის სიჩქარე; ხვედრითი დატვირთვა; მასალის მიწოდების თანაბრობა და სხვა.

საჰაერო სეპარატორები უპირატესად გამოიყენებიან წისქვილკომბინატებში, ალალს წარმოებაში, მარცვლის გასაწმენდად მტვრისა და სხვა მინარევებისაგან. მათ იყენებენ აგრეთვე ისეთ საწარმოებში, რომლებიც აღჭურვილნი არიან პნევმოტრანსპორტის დანადგარებით. აქ, სეპარატორების საშუალებით ხდება მასალისა და ნამუშევარი ჰაერის გაყოფა.

საჰაერო სეპარატორების კლასიფიკაცია შეიძლება მოხდეს ფუნქციონალური, ჰაერცირკულაციის და კონსტრუქციული ნიშნების მიხედვით. ფუნქციონალური დანიშნულებით საჰაერო სეპარატორები გამოიყენებიან ძირითადი მასალის გასაწმენდად მინარევებისაგან და ჰაერ-მასალის ნარევის გასაყოფად პნევმოტრანსპორტირების დროს. ჰაერცირკულაციის მიხედვით სეპარატორები გვხვდება ჩაკეტილი და გახსნილი ჰაერის ცირკულაციის სისტემებით.

კონსტრუქციული ნიშნის მიხედვით სეპარატორები გვხვდება ინდივიდუალური და ჯგუფური ვენტილატორებით.

საჰაერო სეპარატორები ხშირად გამოიყენებიან სხვა მუშა ოვანობებთან კომპლექსში. მაგალითად, მარცვლის გასაწმენდად და დასახარისხებლად ფართოდ გამოიყენება საჰაერო-ბადიანი სეპარატორები, ვიბროპნევმატიკური დამხარისხებელი დეკები საასპირაციო დანადგარით და სხვა.

საჰაერო სეპარატორები განსაკუთრებით ეფექტურად გამოიყენება მსუბუქი და მძიმე მინარევების გამოსაყოფად, რომლებიც მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან აეროდინამიკური მაჩვენებლებით ძირითადი კომპონენტისაგან. ისინი ნაკლებად ეფექტურია ისეთი მასალების დასახარისხებლად, რომელთა ნაწილაკები განსხვავდებიან ზომებით და ხარისხობრივი მაჩვენებლებით.

### **2.3. ფხვიერი მასალების სეპარაცია და დახარისხება ნაწილაკების სიმკვრივის მიხედვით**

ფხვიერი მასალების სეპარაცია და დახარისხება ნაწილაკების გეომეტრიული ზომების და აეროდინამიკური თვისებების მიხედვით ყოველთვის არ იძლევა სასურველ შედეგს, რადგან მთელი რიგი მასალების ნაწილაკები მცირედ ან საერთოდ არ განსხვავდებიან აღნიშნული ნიშნების მიხედვით. ასეთ შემთხვევაში ხშირად სარგებლობენ მასალების გრავიტაციული თვისებებით, კერძოდ, ნაწილაკების სიმკვრივეთა სხვაობით (ცხრ. 1, პოზ. 4).

ვიბროგრავიტაციული სეპარაციის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ფხვიერი მასალის ვიბრაციული მოძრაობა იწვევს ნაწილაკების ფენობრივ გადაადგილებას მასალაში, რაც გამოწვეულია მათი სიმკვრივეთა სხვაობით. მიმდინარეობს ე.წ. ფენობრივი თვითდახარისხება მსუბუქ და მძიმე ნაწილაკებად. ამასთან, მძიმე ნაწილაკები განლაგდებიან ქვედა ფენებში, ხოლო მსუბუქი – ზედა ფენებში.

გრავიტაციული სეპარაცია ეფექტურად გამოიყენება ძნელად გასაყოფი მასალების გასაწმენდად მინარევებისაგან, რომელთა სიმკვრივე მეტია ძირითადი კულტურის ნაწილაკებზე. ასეთ შემთხვევაში იყენებენ ვიბროპნევმატიკურ სეპარატორებს (ცხრ.2.1,პოზ.5), რომელთა ძირითად მუშა ორგანო წარმოადგენს ჰორიზონტისადმი დახრილი დეკა პერფორირებული მუშა ზედაპირით. ვიბრაციისა და ჰაერის ნაკადის ერთობლივი მოქმედებით უფრო მკვრივი ნაწილაკები განლაგდებიან დეკის ზედაპირზე და ვიბრაციის გავლენით გადაადგილდებიან დეკის ზედა მხარისაკენ, ხოლო ნაკლებად მკვრივი ნაწილაკები მოდიან შეწონად მდგომარეობაში და ჰაერის ნაკადით გადაადგილდებიან დეკის დახრის

მიმართულებით.

#### **2.4. ფხვიერი მასალების სეპარაცია ნაწილაკების ფორმისა და ფრიქციული თვისებების მიხედვით**

ფხვიერი მასალების სეპარაციის და დახარისხების ერთ-ერთ გავრცელებულ მეთოდს წარმოადგენს მასალის გაყოფა ნაწილაკების ფორმისა და ფრიქციული თვისებების მიხედვით (ცხრ.2.1,პოზ.8,9).

გასაყოფი კომპონენტების ნაწილაკებს ხშირად აქვთ განსხვავებული ფორმისა და ფრიქციული თვისებების ზედაპირები, რაც განაპირობებს მათი სრიალის ან გორვის ხახუნის კოეფიციენტების სხვაობას.

მანქანებს, რომლებიც ნარევეს ჰყოფენ ნაწილაკების ფორმისა და ფრიქციული თვისებების მიხედვით უწოდებენ ფრიქციულ სეპარატორებს. ამ მანქანებს მიეკუთვნებიან: ფრიქციული დახრილი სიბრტყეები, ლენტური, ვალცებიანი, ცილინდრული, დისკური და სხვა ტიპის სეპარატორები.

ფორმისა და ხახუნის კოეფიციენტის მიხედვით, მასალის სხვადასხვა ნაწილაკებს მუშა ზედაპირებზე გადაადგილებისას აქვთ მოძრაობათა განსხვავებული ტრაექტორიები, რაც უზრუნველყოფს მათ გამოყოფას სხვადასხვა ფრაქციებში.

ლენტური ფრიქციული სეპარატორების (ცხრ.2.1,პოზ.8) ძირითად პარამეტრს წარმოადგენს მუშა ზედაპირის განივი დახრის კუთხე ჰორიზონტისადმი, რომელიც შეირჩევა ნაწილაკების ხახუნის კუთხის მიხედვით ისე, რომ სხვადასხვა ნაწილაკისათვის მივიღოთ განსხვავებული მოძრაობათა ტრაექტორიები.

დისკურ სეპარატორებში ნაწილაკებზე მოქმედებენ ცენტრიდანული, სიმძიმის და ხახუნის ძალები, რომლებიც სხვადასხვა ნაწილაკებს გადაადგილებენ განსხვავებული სიჩქარით და მიმართულებით. ეს უზრუნველყოფს საწყისი მასალის გაყოფას ფრაქციებად.

ფრიქციული სეპარატორების საერთო ნაკლოვან მხარეს წარმოადგენს მასალის თხელი ფენით მიწოდების აუცილებლობა, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს მათ მწარმოებლობას. გარდა ამისა, შედარებით დაბალია გაყოფის სიზუსტე.

ნაწილაკების ფორმისა და ფრიქციულ თვისებებს შორის არსებობს მჭიდრო კავშირი, კერძოდ, ერთი და იმავე კომპონენტის მაგრამ განსხვავებული ფორმის ნაწილაკებს აქვთ სხვადასხვა ხახუნის კოეფიციენტები და პირიქით – სხვადასხვა კომპონენტების ერთნაირი ფორმის ნაწილაკებს შეიძლება ჰქონდეთ თანაბარი ფრიქციული თვისებები. ყოველივე ეს გათვალისწინებული უნდა იყოს მუშა

ორგანოების შერჩევის დროს.

ფორმის მიხედვით მასალებს ჰყოფენ სეპარატორებზე, რომელთა მოქმედების პრინციპი დამყარებულია სრიალისა და გორვის ხახუნის კოეფიციენტების სხვაობაზე. სრიალის ხახუნის კოეფიციენტი გაცილებით დიდია გორვის ხახუნის კოეფიციენტზე. მასალების აღნიშნული თვისებებით გაყოფისათვის გამოიყენება სხვადასხვა კონსტრუქციის სეპარატორები, მათგან ფართო გავრცელება ჰპოვეს ლენტურმა ტრანსპორტიორებმა, რომლებსაც შეიძლება ჰქონდეთ დახრა ჰორიზონტისადმი განივი ან გრძივი მიმართულებით. მწარმოებლობის გაზრდის მიზნით გამოიყენება რამოდენიმე დახრილი ტრანსპორტიორისაგან შემდგარი სისტემებიც. ასეთ მუშა ორგანოებზე საწყისი მასალის გაყოფის მაღალი ეფექტურობისათვის იდიალურ შემთხვევას წარმოადგენს ისეთი ნარევი, რომლის ერთი კომპონენტის ნაწილაკები ხასიათდებიან მკვეთრად გამოხატული სფერული ფორმით, ხოლო მეორე კომპონენტის კი – ბრტყელი ან გაურკვეველი გეომეტრიული ფორმით.

სფერული ფორმის სხეულებს სიბრტყეზე აქვთ მოძრაობის ყველაზე მაღალი თავისუფლების ხაირსხი და შესაბამისად – მინიმალური გორვის ხახუნის კოეფიციენტი და ხახუნის კუთხე.

სეპარატორის დახრილ, მოძრავ მუშა ზედაპირზე მოხვედრილი სხვადასხვა კომპონენტების ნაწილაკები მათი ფორმისა და ფრიქციული თვისებების მიხედვით იწყებენ გორვით ან სრიალით მოძრაობას. ფრაქციების მაღალი სიზუსტით გაყოფისათვის საჭიროა განვსაზღვროთ მათი მოძრაობათა ტრაექტორიები.

განვიხილოთ ლენტური ტიპის დახრილ, მოძრავ მუშა ზედაპირზე სფერული ფორმის ნაწილაკების მოძრაობის კანონზომიერებანი (ნახ.2.1), რომლებიც გადაადგილდებიან გორვით, გრავიტაციულად. შევადგინოთ მათი სიბრტყეზე მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებები:

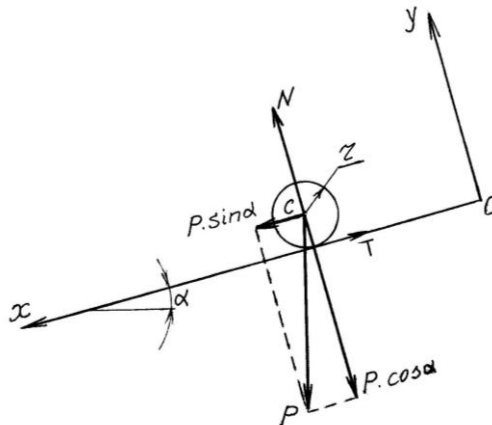
$$\frac{P}{g} \frac{d^2 x_c}{dt^2} = P \cdot \sin \alpha - T; \quad (2.1)$$

$$\frac{P}{g} \frac{d^2 y}{dt^2} = N - P \cdot \cos \alpha; \quad (2.2)$$

$$\frac{P}{g} r^2 \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = -T \cdot r, \quad (2.3)$$

სადაც  $g$  - ნაწილაკის სიმძიმის ძალაა;  $N$  - ნორმალური რეაქციის ძალა;  $T = N \cdot f$  - გორვის ხახუნის ძალა;  $P \cdot \sin \alpha$  - ნაწილაკის მამოძრავებელი ძალა;  $P \cdot \cos \alpha$  - სიმძიმის ძალის ნორმალური მდგენელი;  $\alpha$  - სიბრტყის ჰორიზონტისადმი დახრის

კუთხე;  $r$ - სფერული ნაწილაკის რადიუსია.  $x_c$  და  $y_c$ -თი აღნიშნულია ნაწილაკის სიმძიმის ცენტრის კოორდინატები.



ნახ.2.1. ნაწილაკების ფორმისა და ფრიქციული თვისებებით სეპარაციის საანგარიშო სქემა

რადგან  $y_c = r$ , ამიტომ  $\ddot{y}_c = 0$  და (2.2) განტოლებიდან ვღებულობთ

$$N = P \cdot \cos \alpha \quad (2.4)$$

იმისათვის, რომ მოვძებნოთ ჩ ვერტიკლის მოძრაობის განტოლება, წინასწარ უნდა გავიგოთ ხახუნის ძალა  $T$ , რადგან ნაწილაკი ასრულებს უსრიალო გორვას, ამიტომ ნაწილაკის შეხების წერტილი  $x$  სიბრტყესთან იქნება სიჩქარეთა მყისიერი ცენტრი და გვექნება

$$\frac{dx_c}{dt} = -r \frac{d\varphi}{dt} \quad (2.5)$$

ეს განტოლება გავაწარმოთ დროით, მივიღებთ

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -\frac{1}{r} \frac{d^2x_c}{dt^2}, \quad (2.6)$$

სადაც  $\varphi$  - ნაწილაკის შემობრუნების კუთხეა მყისიერი ცენტრის მიმართ.

(2.6)-ის ჩასმით (2.3)-ში გვექნება

$$\frac{P}{g} \cdot r \frac{d^2x_c}{dt^2} = T \cdot r, \text{ ანუ} \quad (2.7)$$

$$T = \frac{P}{g} \frac{d^2x_c}{dt^2} \quad (2.8)$$

(2.8)-ის შეტანით (2.1)-ში მივიღებთ

$$\frac{2P}{g} \cdot \frac{d^2x_c}{dt^2} = P \cdot \sin \alpha, \text{ ანუ}$$

$$\frac{d^2x_c}{dt^2} = \frac{g}{2} \cdot \sin \alpha \quad (2.9)$$

(2.9) განტოლების ორჯერ ინტეგრებით მივიღებთ ნაწილაკის სიძიძის ცენტრის სიჩქარისა ( $v_c$ ) და მოძრაობის ( $x_c$ ) განტოლებებს

$$v_c = \frac{dx_c}{dt} = \frac{g}{2} \sin \alpha \cdot t, \quad (2.10)$$

$$x_c = \frac{g}{4} \cdot \sin \alpha \cdot t^2. \quad (2.11)$$

(2.9) განტოლების საწყის პირობებად მიღებულია, რომ როცა  $t=0$ , მაშინ  $x_c=0$  და  $v_c = dx_c/dt = 0$ . უკანასკნელი პირობა მიღებულია იმ მოსაზრებით, რომ სეპარატორის მუშა ზედაპირის დახრის კუთხე ჰორიზონტისადმი მცირეა და მასზე უმნიშვნელო სიმაღლიდან ვარდნილი ნაწილაკის სიჩქარის მდგენელის მნიშვნელობა დახრის მიმართულებით შეიძლება უგულებელყოთ.

(2.11)-დან გამოვირიცხოთ  $t$ , ამისათვის მასში შევიტანოთ

$$t = \frac{l_{\text{გრ.}}}{v_{\text{გრ.}}}, \quad (2.12)$$

სადაც  $l_{\text{გრ.}}$  - სეპარატორის მუშა ზედაპირის (ტრანსპორტიორის) სიგრძეა;  $v_{\text{გრ.}}$  - მისი მოძრაობის სიჩქარეა.

საბოლოოდ მივიღებთ ნაწილაკის რთული მოძრაობის განტოლებას მუშა ზედაპირზე

$$x_c = \frac{g}{4v_{\text{გრ.}}^2} \cdot \sin \alpha \cdot l_{\text{გრ.}}^2. \quad (2.13)$$

(2.13) განტოლება სამართალიანია მაშინ, როდესაც  $\alpha > \varphi_{\text{გ.ბ.}}$  ( $\varphi_{\text{გ.ბ.}}$  - ნაწილაკის გორვის ხახუნის კუთხეა).

იმ შემთხვევაში, როდესაც უფორმო ნაწილაკი სრიალებს დახრილ ზედაპირზე, მისი მოძრაობის კანონზომიერების დასადგენად ვისარგებლოთ ძალის მუშაობის ცნობილი განტოლებით

$$(P - T) \cdot b = \frac{mv_c^2}{2}, \quad (2.14)$$

სადაც  $b$  - მუშა ზედაპირის სიგანეა;  $m$  - ნაწილაკის მასაა;

(2.14) განტოლება შეიძლება ჩავწეროთ შემდეგი სახით

$$(mg \sin \alpha - f_{\text{ს.ბ.}} \cdot mg \cos \alpha) b = \frac{mv_c^2}{2}. \quad (2.15)$$

ბოლო განტოლებიდან მივიღებთ მასალის მოძრაობის სიჩქარეს,  $b$  - მანძილის გაგლის შემდეგ

$$v_b = \sqrt{2gb(\sin \alpha - f_{b.b.} \cdot \cos \alpha)}, \quad (2.16)$$

სადაც  $f_{b.b.}$  - ნაწილაკის მუშა ზედაპირზე სრიალის ხახუნის კოეფიციენტი.

ნაწილაკის განივი მიმართულებით საშუალო სიჩქარის განსაზღვრისათვის (2.16) განტოლება უნდა ვაინტეგრროთ  $b$  -თი, გვექნება

$$v_{b_{საშ.}} = \frac{1}{b} \int_0^b \sqrt{2gb(\sin \alpha - f_{b.b.} \cdot \cos \alpha)} db, \quad (2.17)$$

აქედან

$$v_{b_{საშ.}} = \frac{2}{3} \sqrt{2gb(\sin \alpha - f_{b.b.} \cdot \cos \alpha)} \quad (2.18)$$

ნაწილაკის რთული მოძრაობის განტოლებას სრიალის შემთხვევაში ექნება სახე

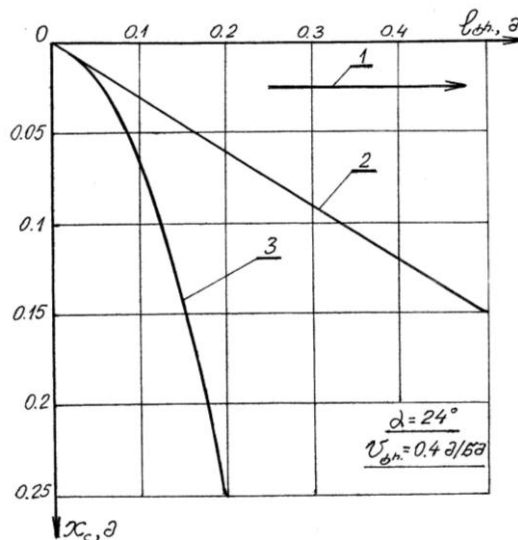
$$x_c = \frac{2l_{გრ.}}{3v_{გრ.}} \sqrt{2gb(\sin \alpha - f_{b.b.} \cdot \cos \alpha)} \quad (2.19)$$

(2.19) განტოლება სამართლიანია, როდესაც  $\alpha > \varphi_{b.b.}$  ( $\varphi_{b.b.}$  - ნაწილაკის მუშა ზედაპირზე სრიალის ხახუნის კუთხეა).

ნარევის სრულყოფილად გაყოფისათვის მუშა ზედაპირის ჰორიზონტისადმი დახრის კუთხე  $\alpha$  უნდა შეირჩეს შემდეგი პირობით

$$\varphi_{b.b.} < \alpha < \varphi_{b.b.}$$

განხილული თეორიული ანალიზის საილუსტრაციოდ ნახ.2.2-ზე მოცემულია ყურძნის მთელი (3) და დაზიანებული მარცვლების (1, 2) კლასიფიკატორის მუშა



ნახ.2.2. ფრიქციულ კლასიფიკატორზე ფრაქციონა მოძრაობის ტრაექტორიები

ზედაპირზე მოძრაობათა ტრაექტორიების გრაფიკები, სადაც აბსცისთა ღერძი

შეესაბამება მუშა ზედაპირის სიგრძეს, ხოლო ორდინატთა ღერძი – მარცვლების სიმძიმის ცენტრის განივ გადადგილებას, რომლებიც გამოთვლილია (2.13) და (2.19) ფორმულებით. ამ ფორმულებით სარგებლობისას გათვალისწინებული იყო მასალის ფრიქციული თვისებები:

მთელი მარცვლის გორვის ხახუნის კუთხე  $\varphi_{\text{გ.ბ.}} = 3^{\circ}$ ; ხახუნის კოეფიციენტი  $f_{\text{გ.ბ.}} = 3,7 \cdot 10^{-2}$ ; დეფორმირებული მარცვლებისათვის -  $\varphi_{\text{ბ.ბ.}} = 23^{\circ}40'$ ,  $f_{\text{ბ.ბ.}} = 0,438$ ; ბუნებრივად დაზიანებული მარცვლებისათვის -  $\varphi_{\text{ბ.ბ.}} = 27^{\circ}30'$ ;  $f_{\text{ბ.ბ.}} = 0,52$ .

## 2.5. ფხვიერი მასალების სეპარაცია ელექტროფიზიკური თვისებებით

ფხვიერი მასალების სეპარირების ერთ-ერთ ნიშანთვისებას წარმოადგენს მათი ელექტროფიზიკური თვისებების განსხვავება (ცხრ.2.1,პოზ.10,11).

ელექტროსეპარაციის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ნაწილაკები, რომლებსაც გადაეცემა ელექტრული მუხტი ხვდებიან გარე ელექტრულ ველში. ელექტროგამტარობისა და დამუხტვის ხარისხის მიხედვით ნაწილაკებზე მოქმედებენ განსხვავებული სიდიდის ელექტრული მიზიდულობის ძალები, რის გამოც ისინი გადაადგილდებიან განსხვავებული ტრაექტორიით.

ელექტრული სეპარატორები იყოფიან: ნაწილაკების თვისებების (ელექტროგამტარობა, დიელექტრიკული მუდმივა და სხვა), ნაწილაკების დამუხტვის მეთოდით (დამუხტულ ელექტროდებთან შეხება, იონიზაცია და სხვა) და ელექტრული ველის ხასიათის მიხედვით.

ელექტროსეპარაციის პროცესის ეფექტურობაზე გავლენას ახდენს მრავალი ფაქტორი, რომლებიც ზღუდავენ მათ ფართო გამოყენებას წარმოებაში. მათ მიეკუთვნებიან: დაბალი მწარმოებლობა, გამართვისა და რეგულირების დიდი სირთულე და გაყოფის შედარებით დაბალი სიზუსტე. გარდა ამისა, პროცესის ეფექტურობაზე არსებით გავლენას ახდენენ ნაწილაკების ზედაპირული ელექტროგამტარობა და შენობაში ჰაერის ტენიანობა. ამიტომ ის მასალები, რომლებიც საჭიროებენ ელექტროსეპარაციას უნდა იყვნენ მაქსიმალურად მშრალი, ხოლო შენობა საჭიროებს ჰაერის კონდიციონირებას ტენიანობის მიხედვით. ეს გარემოებები ზღუდავენ ელექტროსეპარატორების გამოყენებას მთელ რიგ საწარმოებში.

მრეწველობაში ფართო გავრცელება პოვენს მაგნიტურმა და ელექტრომაგნიტურმა სეპარატორებმა, რომლებიც დანიშნული არიან ძირითადი



კულტურის გასაწმენდად ფერომინარეგებისაგან (ცხრ.2.1,პოზ.11).

მაგნიტური სეპარაციის დროს საწყისი მასალა თხელი ფენით მიეწოდება მაგნიტების უშუალო სიახლოვეს. ფერომაგნიტური მინარეგები, რომლებიც მოხვდებიან მაგნიტურ ველში, მიიზიდებიან მაგნიტის პოლუსებისაკენ. ძირითადი კულტურის ნაწილაკები მაგნიტურ ველში გაივლიან თავისუფლად.

არსებული მაგნიტური სეპარატორები იყოფიან მუდმივ და ელექტრომაგნიტიან მანქანებად. მუდმივ მაგნიტებში, ელექტრომაგნიტებთან შედარებით მიზიდულობის ძალა ნაკლებია და გარკვეული დროის განმავლობაში მცირდება. ამ თვალსაზრისით ელექტრომაგნიტურ სეპარატორებს ენიჭებათ უპირატესობა. კონსტრუქციულად მუდმივმაგნიტიანი სეპარატორები უფრო მარტივია.

ელექტრომაგნიტური სეპარატორების ყველაზე ურო გავრცელებულ სახეს წარმოადგენს დოლური სეპარატორი (ცხრ.2.1,პოზ.11), რომელიც ხასიათდება მაღალი მწარმოებლობით და მუშაობის საიმედოობით. აქ მასალის გაყოფა ხდება განსხვავებული ელექტრომაგნიტური გამტარობის სხვაობათა პრინციპით.

ელექტრომაგნიტური სეპარატორის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: უძრავი ელექტრომაგნიტის ირგვლივ ბრუნავს არამაგნიტური მასალისაგან დამზადებული დოლი. ფერომაგნიტური მინარეგები მიიზიდებიან დოლის ზედაპირისაკენ მანამ, სანამ არ გამოვლენ მაგნიტური ველიდან ( $\mu_1$ ). გასუფთავებული მასალა მოძრაობს დოლის მხები მიმართულებით ( $\mu_2$ ).

ზემოთგანხილული ფხვიერი მასალების სეპარაციის ძირითადი ნიშანთვისებები: გეომეტრიული, ფიზიკური, ელექტროფიზიკური და სხვა, გამოიყენება სხვადასხვა კომბინირებით, რთული სეპარატორების სახით, რომლებიც დანიშნული არიან ძნელად გასაყოფი ნარეგების სეპარაციისათვის.

ელექტროსეპარაცია ძირითადად შედგება ორი ეტაპისაგან: ელექტროობით ნაწილაკების დამუხტვა და დამუხტული ნაწილაკების გაყოფა ელექტროსტატიკური ძალების დახმარებით, მიღებული მუხტების სიდიდისა და ნიშნის შესაბამისად.

ნაწილაკების წინასწარი დამუხტვის მეთოდები განპირობებულია მათი ელექტროგამტარობის, დიელექტრიკული მუდმივასა და სხვა თვისებებით. სეპარატორებს, რომლებშიც ნაწილაკები იმუხტებიან აღნიშნული მეთოდებით ეწოდებათ ელექტროსტატიკური (ცხრ.2.1,პოზ.10), ხოლო სეპარატორებს, რომლებშიც ნაწილაკები იმუხტებიან გვირგვინისებრი მუხტებით, შესაბამისად ეწოდებათ გვირგვინისებრი.

ელექტროსეპარატორებში ნაწილაკების დამუხტვის მეთოდებია მათი შეხება დამუხტულ ელექტროდებთან, იონიზაცია და სხვა. წარმოქმნილი ელექტრული

ველის ხასიათის მიხედვით სეპარაცია მიმდინარეობს სტატიკურ ველში, ან გვირგვინისებრი მუხტის ველში. ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში გამოიყენება ის მეთოდი, რომლითაც მიიღწევა ნარევის ნაწილაკების მუხტების სიდიდეთა შორის მაქსიმალური სხვაობა.

ზემოთაღნიშნულიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ელექტროსეპარაციის პროცესის მექანიზმი დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, რომლებსაც მიეკუთვნებიან: ნაწილაკების ელექტროგამტარობა, დიელექტრიკული მუდმივა, ზომები, ფორმა, სიმკვრივე, ტენიანობა; აგრეთვე ელექტრული ველის დაძაბულობა, მუშა ორგანოების სიჩქარე, სეპარატორში მიწოდებული პროდუქტის ფენის სისქე, ნაწილაკების დამუხტვის ხანგრძლივობა და სხვა.

ფხვიერი მასალების ელექტროსეპარაციის მეთოდს მექანიკურთან შედარებით, მთელი რიგი პროდუქტებისათვის, ახასიათებს გარკვეული უპირატესობა, რაც გამოიხატება იმაში, რომ ასეთ სეპარატორებში მინიმუმამდეა შემცირებული მასალის ხახუნი მუშა ზედაპირზე, რაც იწვევს ნაწილაკების გარე ზედაპირზე არსებული ყველაზე უფრო ნაზი ფენის გახეხვას და მისი ხარისხის რამდენადმე გაუარესებას (მაგალითად მშრალი ჩაი).

ელექტროგვირგვინისებრ სეპარაციას ელექტროსტატიკურთან შედარებით ახასიათებს მთელი რიგი უპირატესობა. კერძოდ, უფრო ძლიერია ელექტრული ველი, აგრეთვე ნაწილაკები იმუხტებიან ელექტრობის დიდი რაოდენობით ვიდრე კონტაქტური მეთოდით დამუხტვის დროს.

ტექნიკაში ცნობილია ელექტროგვირგვინისებური სეპარატორების სამი ძირითადი ტიპი: ცილინდრული და კამერული. მათი დასახელება მიანიშნებს დადებითი ელექტროდების შესრულების ფორმაზე. ცილინდრული და კამერული სეპარატორების მუშაობის პრინციპები უმნიშვნელოდ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ორივე შემთხვევაში სეპარაცია მიმდინარეობს გვირგვინისებრი მუხტის ველში ნაწილაკების თავისუფალი ვარდნის პირობებში. კამერულ სეპარატორებს იყენებენ იმ შემთხვევაში, როდესაც ნარევის გაყოფა საჭიროა მოხდეს ნაწილაკების სიდიდის მიხედვით, ხოლო ცილინდრული ტიპის სეპარატორები გამოიყენებიან იმ შემთხვევაში, როდესაც სეპარაცია ტარდება ნაწილაკების ელექტროგამტარობის მიხედვით.

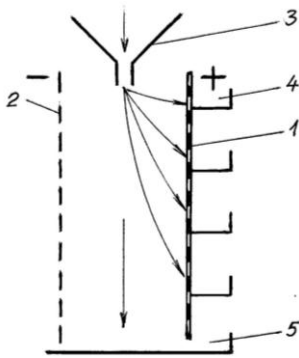
ნახ.2.3-ზე წარმოდგენილია კამერული ტიპის, ელექტროგვირგვინისებრი სეპარატორის პრინციპული სქემა, ხოლო ნახ.2.4-ზე – საერთო ხედი. ასეთი ტიპის სეპარატორი შედგება დადებითი 1 და უარყოფითი 2 ელექტროდებისაგან. ამასთან, დადებითი ელექტროდი დამიწებულია. ელექტროდებს მიეწოდება მაღალი ძაბვის

მუდმივი დენი, რომელიც ელექტროდებს შორის ქმნის უარყოფითი ნიშნის მოცულობით მუხტს. საწყისი მასალა, ხეიმირიდან 3, თანაბარი ფენით მიეწოდება ელექტროდებს შორის არეში. აქ ნაწილაკები იმუხტებიან და ელექტრული ველის მოქმედებით იხრებიან დადებითი ელექტროდის მხარეს, გადიან მის ლითონის ბადეში და გამოდიან სეპარატორიდან ღარებით 4. ამასთან გადახრის ხარისხი დამოკიდებულია ნაწილაკზე მოქმედი მექანიკური და ელექტრული ძალების თანაფარდობით. ნარევის ის ნაწილაკები, რომლებიც არ იმუხტებიან ან იღებენ მცირე სიდიდის ელექტრულ მუხტს გამოიყოფიან ღარით 5.

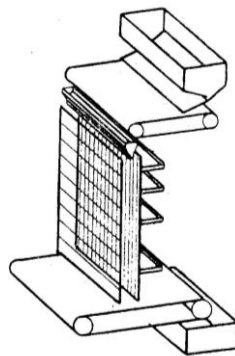
ელექტროგვირგვინისებრი მუხტის საწყისი ხვედრითი დაძაბულობა კამერული სეპარატორებისათვის განისაზღვრება პიკის ემპირიული გამოსახულებით

$$E_{საწ.} = 29,86(1 + \frac{0,301}{\sqrt{\sigma \cdot r_o}}), \text{ კვ/სმ,}$$

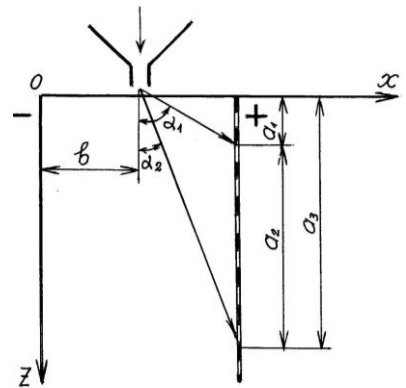
სადაც  $\sigma$  - ჰაერის სიმკვრივეა;  $r_o$  - უარყოფითი ელექტროდის გამტარის რადიუსია, მმ.



ნახ.2.3. კამერული ტიპის ელექტროსეპარატორის სქემა



ნახ.2.4. ელექტროსეპარატორის საერთო ხედი



ნახ.2.5. ელექტროსეპარატორის საანგარიშო სქემა

საწ. -ის გადასაყვანად საწყის საწ. ძაბვაში გამოიყენება შემდეგი განტოლება

$$U_{საწ.} = U_{საწ.} \cdot r_o \cdot \ln \frac{2h}{r_o} \text{ კვ,}$$

სადაც  $\lambda$  - ელექტროდებს შორის მანძილია, სმ.

ძაბვის განსაზღვრა ელექტროდებს შორის არეს ყოველ წერტილში საკმაოდ ძნელია და მის მიახლოებით გამოსათვლელად სარგებლობენ მაიერის განტოლებით

$$E = \frac{2hr_o}{x(2h-x)} \sqrt{\frac{2J}{K} \left[ \left(\frac{x}{r_o}\right)^2 - \frac{x^3}{3hr_o^2} - 1 \right]} + E_{საწ.}^2, \text{ კვ/სმ,}$$

სადაც  $\mu$  - გვირგვინისებრი მუხტის დენია, ამპ;

$x$  - მოცემული წერტილიდან გვირგვინის წარმომქმნელი გამტარის ცენტრამდე მანძილია, სმ.

- იონების მოძრაობის მახასიათებელია და  $=v/$ , სადაც  $v$  - იონების მოძრაობის სიჩქარეა.

სეპარაციის ეფექტურობისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ნაწილაკების დამუხტვის პროცესს. დროში ნაწილაკების დამუხტვა შეიძლება განისაზღვროს პოტენიეს ფორმულით

$$Q_t = (1 + 2 \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2}) E r^2 \frac{\pi \cdot n \cdot e \cdot h \cdot t}{1 + \pi \cdot n \cdot e \cdot h \cdot t},$$

სადაც  $\epsilon$  - ნაწილაკების დიელექტრიკული მუდმივაა;  $r$  - ნაწილაკის რადიუსია (სფერულ ფორმამდე დაყვანილი);  $\pi$  - იონების კონცენტრაციაა;  $e$  - იონის მუხტია;  $h$  - ნაწილაკის ელექტრულ ველში ყოფნის დროა.

ნაწილაკზე ელექტრული ველის ძალის მოქმედება განისაზღვრება კულონის ფორმულით

$$F_1 = Q \cdot E.$$

ელექტროსტატიკური ძალა, რომელიც გამოწვეულია ელექტრული ველის არაერთგვაროვნებით, განისაზღვრება ფორმულით

$$F_2 = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} r^3 \cdot E \frac{dE}{dx}.$$

გარდა ამისა, ნაწილაკზე მოქმედებს  $= mg$  სიმძიმის ძალა, სადაც  $m$  - ნაწილაკის მასაა;  $g$  - სიმძიმის ძალის აჩქარება.

ჰაერის წინააღმდეგობის ძალა განისაზღვრება სტოქსის ფორმულით

$$F_3 = 6\pi \cdot \xi \cdot r \cdot v,$$

სადაც  $\xi$  - ჰაერის სიბლანტეა;  $v$  - ნაწილაკის ვარდნის სიჩქარეა.

გარდა ამისა, ნაწილაკზე მოქმედებს ელექტრული ქარის ძალა, რომელიც გამოწვეულია ჰაერის მოლეკულების ინტენსიური გადაადგილებით დადებითი ელექტროდის მხარეს.

ამ ძალების მოქმედების საფუძველზე ნაწილაკის მოძრაობის განტოლებებს  $x$

და  $z$  (ნახ.2.5) დერძების მიმართ ექნებათ შემდეგი სახე  $z = \frac{gt^2}{2}$ ;

$$x = b + \frac{3}{8} \frac{(1 + 2 \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2}) E^2}{8\pi r \gamma} \left[ t^2 + \frac{t}{\beta} - (\frac{t}{\beta} - \frac{1}{\beta^2}) \ln(1 + \beta t) \right],$$

სადაც  $b$  - მანძილია ნაწილაკის, ველის არეში ვარდნის წერტილიდან უარყოფით ელექტროდამდე, სმ;

$$\beta = \pi ek ;$$

$\gamma$  - ნაწილაკის მოცულობითი მასაა, გრ/სმ<sup>3</sup>.

ნახ.2.5-ზე  $a_3$ -ით აღნიშნულია სეპარატორის სიმაღლე;  $a_2$ -ით – მისი მუშა არეს სიმაღლე, ხოლო  $a_1$ -ით – I ფრაქციის მიღების წერტილის დაშორება  $x$  ღერძიდან.

ვარდნილი ნაწილაკის ვერტიკალიდან გადახრის ტრაექტორია განისაზღვრება განტოლებით

$$tg \alpha = \frac{3}{2} \frac{1 + 2 \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2}}{490 \pi \gamma},$$

საიდანაც შეიძლება მივიღოთ სეპარაციის ფაქტორი

$$K = \frac{1 + 2 \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2}}{r \gamma}$$

ამრიგად, სეპარაციის ეფექტი იქნება უფრო მაღალი, რაც უფრო დიდი იქნება განსხვავება ნაწილაკების სეპარაციის ფაქტორებს შორის.

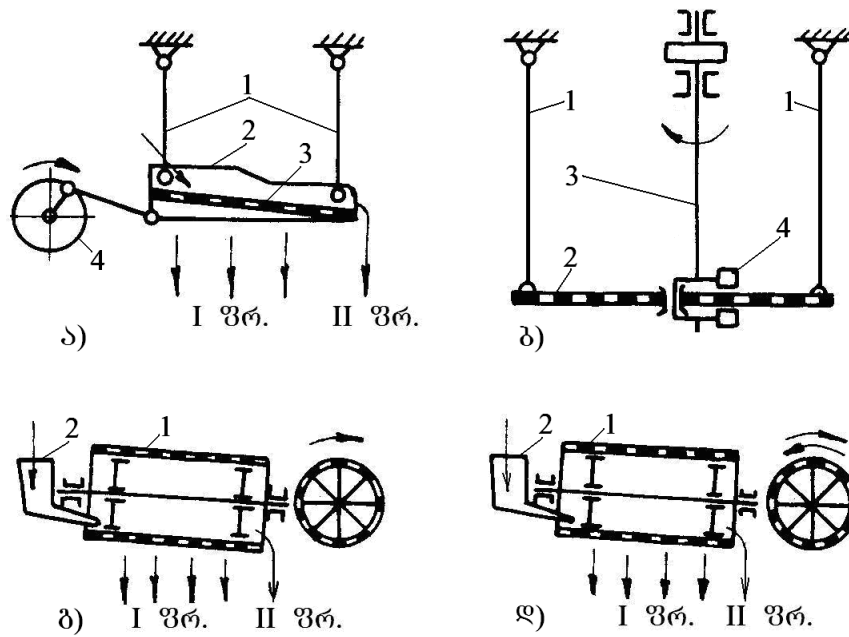
ზემოთგანხილული ფხვიერი მასალების სეპარაციის ძირითადი ნიშანთვისებები: გეომეტრიული, ფიზიკური, ელექტროფიზიკური და სხვა, გამოიყენება სხვადასხვა კომბინირებით, რთული სეპარატორების სახით, რომლებიც დანიშნული არიან ძნელად გასაყოფი ნარევების სეპარაციისათვის.

## 2.6. სეპარაციისა და დახარისხების მოწყობილობების მუშა ორგანოები

ფხვიერი მასალების სეპარაციისა და დახარისხებისათვის ყველაზე უფრო გავრცელებულ მოწყობილობას წარმოადგენს ბადიანი მუშა ორგანო, რომელიც შეიძლება ასრულებდეს სხვადასხვა სახის მოძრაობას: რხევითს, ვიბრაციულს, ბრტყელ-გადატანითს, წრიულს და სხვა. მუშა ორგანოს ფორმა და ამძრავის სახე შეირჩევა ყოველი კონკრეტული შემთხვევისათვის. ნახ.2.6-ზე ნაჩვენებია ბადიანი მუშა ორგანოების სქემები. ნახ.2.6,ა-ზე წარმოდგენილია ბრტყელბადიანი მუშა ორგანო. დრეკად საკიდებზე 1 დაკიდებულია ჩარჩო 2, რომელზედაც დამაგრებულია დამხარისხებელი ბადე 3. ბადე რხევით მოძრაობას იღებს მრუდმხარა-ბარბაცა ამძრავი მექანიზმით.

ნახ.2.6,ბ-ზე ბრტყელი ბადე 2 დაკიდებულია დრეკად საკიდებზე 1. ბადის ჩარჩოში ჩამაგრებულია მუხლა ლილვი 3 საპირწონე ტვირთებით. ამძრავი მექანიზმით ბადე იღებს წრიულ-გადატანით მოძრაობას, რაც იწვევს მასზე საწყისი მასალის ფარდობით გადაადგილებას. ნახ.2.6,გ-ზე ნაჩვენებია ცილინდრულბადიანი

მუშა ორგანო, რომელიც დახრილია ჰორიზონტისადმი გარკვეული კუთხით და ასრულებს წრიულ მოძრაობას. ბადის 1 ბრუნვა და მისი დახრა უზრუნველყოფს მასალის როგორც ფარდობით მოძრაობას მუშა ზედაპირზე, ასევე ღერძულ გადაადგილებას გამომტვირთი ბოლოსაკენ. მასალის მიწოდება ცილინდრის შიგა არეში ხორციელდება ხვიშირიდან 2. ანალოგიური კონსტრუქცია აქვს ნახ.2.6,დ-ზე მოცემულ მუშა ორგანოს იმ განსხვავებით, რომ იგი ასრულებს რხევით წრიულ მოძრაობას. ოთხივე სქემაში, საწყისი მასალა ფარდობითი მოძრაობის შედეგად იყოფა ორ ფრაქციად – ბადეში გასულ (I ფრ.) და ბადეზე გადასულ (II ფრ.) ფრაქციებად.



ნახ.2.6. ბადიანი დამხარისხებელი მუშა ორგანოები

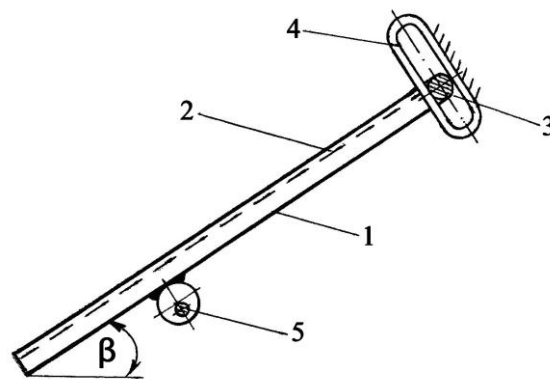
მანქანები ბრტყელი და ცილინდრული ბადეებით გამოიყენებიან როგორც სეპარაციისათვის, ასევე დახარისხებისათვის. ბრტყელბადიანი მანქანები ცილინდრულთან შედარებით ხასიათდებიან უფრო მაღალი მწარმოებლობით, რადგან მუშა ზედაპირის გამოყენების კოეფიციენტი მათში გაცილებით მაღალია. დინამიკური მახასიათებლების და კონსტრუქციის კომპაქტურობის თვალსაზრისით უპირატესობა ენიჭება როტაციულ მანქანებს.

ბადიანი მანქანების ძირითად უარყოფით მხარეს წარმოადგენს ბადის ნახვრეტების ხშირი გადავსება, რაც ამცირებს მათ მწარმოებლობას და ტექნოლოგიურ ეფექტურობას. ამიტომ, ასეთ მანქანებში ხშირად იყენებენ გამწმენდ მექანიზმებს. მაგრამ, მთელ რიგ შემთხვევებში ამ მექანიზმების მოქმედება არაეფექტურია და მიმართავენ ბადეების ხელით გაწმენდას. ასეთი მანქანების

უარყოფით მხარეს მიეკუთვნება აგრეთვე მასალის გაძლიერებული ხახუნი მუშა ზედაპირზე, რაც უარყოფითად მოქმედებს ზოგიერთი პროდუქტის ხარისხზე. ხახუნი იწვევს აგრეთვე მტვრის წარმოქმნას, სანიტარულ-ჰიგიენური პირობების გაუარესებას და ღირებული პროდუქტის დანაკარგების ზრდას.

### 2.6.1. ექსცენტრულამძრავიანი მუშა ორგანო

დამხარისხებელი მანქანების ერთ-ერთი მუშა ორგანოს სქემა ნახვენებია ნახ.2.7-ზე. მუშა ორგანო შედგება ჩარჩოსაგან 1, რომლის ზედაპირზე დამაგრებულია ბადე 2. ჩარჩოს ბოლოზე გაკეთებული აქვს თითები 3, რომლებიც ჩასმულია უძრავ მიმმართველში 4. მუშა ზედაპირი დახრილია კორიზონტისადმი გარკვეული  $\beta$  კუთხით და ექსცენტრული ლილვით 5 ასრულებს ვიბრაციულ მოძრაობას.



ნახ.2.7. ექსცენტრულამძრავიანი მუშა ორგანო

აღნიშნული მუშა ორგანოს ექვივალენტური მექანიზმის საანგარიშო სქემა მოცემულია ნახ.2.7-ზე, რომელიც წარმოადგენს დეზაქსიალურ, მრუდმხარა – ბარბაცა ჩ მექანიზმს, მცოცით ჩ წერტილში. მივიღოთ შემდეგი აღნიშვნები: მრუდმხარას სიგრძე  $AB = r$ ;  $\varphi$  - მრუდმხარას მობრუნების კუთხე; ბარბაცას სიგრძე -  $BC = l$ ; დეზაქსიალი - ე;  $\psi$  - მახვილი კუთხე ბარბაცასა და მცოცის (ც) მიმმართველ ხაზს შორის;  $\alpha$  - საანგარიშო სქემის მუშა მდგომარეობაში მობრუნების კუთხე.

მოცემულ მექანიზმში ბარბაცა შეესაბამება მუშა ორგანოს – ვიბრაციულ დეკას. იმის გამო, რომ რეალურად  $r/l$  შეფარდება ძალზე მცირეა და არ აღემატება 0,01-ს, მექანიზმის კინემატიკური კვლევა, მცირე დაშვებით შესაძლებელია ბარბაცას შუა წერტილის მიხედვით. გარდა ამისა, დეზაქსიალის

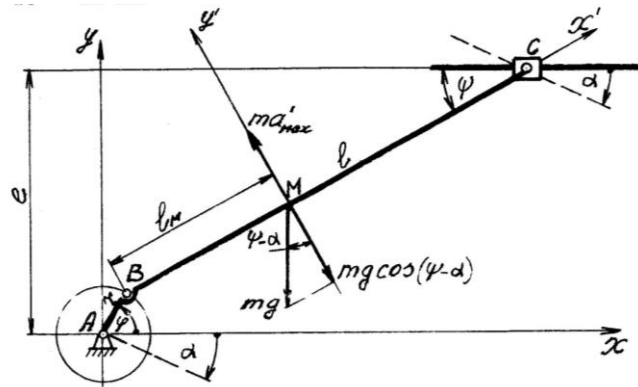
(ე) და  $\psi$  კუთხის შერჩევით, საკმაო სიზუსტით, შესაძლებელია ბარბაცას მთელ სიგრძეზე (სრულ კინემატიკურ ციკლში) თანაბარი რეჟიმული პარამეტრების მიღება. ამასთან, დაცული უნდა იყოს პირობა  $\psi < 90^\circ - \rho$ , სადაც  $\rho$  მცოცის მიმართველში სრიალის ხახუნის კუთხეა.

მივიღოთ ხე კოორდინატთა სისტემა, რომლის  $x$  ღერძი მიმართულია  $n$  მცოცის მოძრაობის პარალელურად, ხოლო  $\varphi$  კუთხე აითვლება ამავე ღერძიდან საათის ისრის მოძრაობის საწინააღმდეგოდ.

ბარბაცას ნებისმიერი წერტილის, ან მასზე თავისუფლად მოთავსებული ნაწილაკის მდებარეობა მოცემულ კოორდინატთა სისტემაში ხასიათდება განტოლებებით

$$x_M = r \cos \varphi + l_M \cos \psi;$$

$$y_M = r \sin \varphi + l_M \sin \psi$$



ნახ.2.8. მუშა ორგანოს ამძრავის ექვივალენტური, ოთხრგოლა, მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმი

გამოვრიცხოთ ამ განტოლებებიდან კუთხე  $\psi$ . ამისათვის მათში შევიტანოთ შემდეგი მნიშვნელობები:

$$\left. \begin{aligned} \cos \psi &= \frac{l_M}{l} \sqrt{\ell^2 - (e - r \sin \varphi)^2}; \\ \sin \psi &= (e - r \sin \varphi) / \ell \end{aligned} \right\} \quad (2.20)$$

მივიღებთ:

$$\left. \begin{aligned} x_M &= r \cos \varphi + \frac{l_M}{l} \sqrt{\ell^2 - (e - r \sin \varphi)^2}; \\ y_M &= r \sin \varphi + \frac{l_M}{l} (e - r \sin \varphi). \end{aligned} \right\} \quad (2.21)$$

(2.21) -ის ორჯერ გაწარმოებით ვღებულობთ წერტილის სიჩქარის და აჩქარების მდგენელთა განტოლებებს  $x$  და  $y$  ღერძების მიმართ.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ  $\varphi = \omega t$ , სადაც  $\omega$  მრუდმხარას კუთხური



სიჩქარეა, ხოლო  $\dot{\varphi}$  - დრო, მივიღებთ:

$$v_M^x = \dot{x}_M = \omega r \left\{ \sin(\omega t) - \frac{\ell_M [e - r \sin(\omega t)]}{\ell \sqrt{\ell^2 - [e - r \sin(\omega t)]^2}} \right\}; \quad (2.22)$$

$$v_M^y = \dot{y}_M = \omega r \cos(\omega t) \left(1 - \frac{\ell_M}{\ell}\right) \quad (2.23)$$

$$a_M^x = \ddot{x}_M = -\omega^2 r \left\{ \begin{aligned} & \cos(\omega t) + \frac{\ell_M}{\ell \sqrt{\ell^2 - [e - r \sin(\omega t)]^2}} \times \\ & \times \left[ r \cos^2(\omega t) + \sin(\omega t) [e - r \sin(\omega t)] + \frac{r [e - r \sin(\omega t)]^2 \cdot \cos^2(\omega t)}{\ell^2 - [e - r \sin(\omega t)]^2} \right] \end{aligned} \right\}; \quad (2.24)$$

$$a_M^y = \ddot{y}_M = -\omega^2 r \sin(\omega t) \left(1 - \frac{\ell_M}{\ell}\right). \quad (2.25)$$

რეჟიმული პარამეტრების დასადგენად საჭიროა წერტილის გადაადგილების, სიჩქარისა და აჩქარების კანონზომიერებათა განსაზღვრა ბარბაცას მართობი და გასწვრივი მიმართულებებით, ანუ – ხ<sup>1</sup>y<sup>1</sup> კოორდინატთა სისტემაში, რაც გამოისახება შემდეგი ფორმულებით:

$$x_M^1 = y_M \cdot \sin \psi + x_M \cdot \cos \psi; \quad (2.26)$$

$$y_M^1 = y_M \cdot \cos \psi - x_M \cdot \sin \psi; \quad (2.27)$$

$$v_M^{x1} = \dot{y}_M \cdot \sin \psi + \dot{x}_M \cdot \cos \psi; \quad (2.28)$$

$$v_M^{y1} = \dot{y}_M \cdot \cos \psi - \dot{x}_M \cdot \sin \psi; \quad (2.29)$$

$$a_M^{x1} = \ddot{y}_M \cdot \sin \psi + \ddot{x}_M \cdot \cos \psi; \quad (2.30)$$

$$a_M^{y1} = \ddot{y}_M \cdot \cos \psi - \ddot{x}_M \cdot \sin \psi; \quad (2.31)$$

სადაც  $\sin \psi$  და  $\cos \psi$  განისაზღვრებიან (2.20) განტოლებებიდან.

ტექნოლოგიური მოთხოვნებიდან გამომდინარე მასალის გადაადგილება ვიბრაციულ მუშა ზედაპირზე შეიძლება მიმდინარეობდეს ზედაპირიდან მოუწყვეტლივ ან მოწყვეტით – ნახტომისებურ რეჟიმში.

ნახტომისებურ რეჟიმში გადაადგილებისას მცირდება მასალის ხახუნი ზედაპირზე და არ ხდება მექანიკური დაზიანება. გარდა ამისა, ასეთი რეჟიმით მნიშვნელოვნად მაღლდება მანქანის მწარმოებლობა. ყოველივე ზემოთაღნიშნული, მთელ რიგ შემთხვევებში განაპირობებს ნახტომისებურ რეჟიმში მასალის

გადაადგილების უპირატესობას.

დეკის ზედაპირის ნორმალზე ( $y^1$ ), მ მასის ნაწილაკის წონასწორობისათვის გვექნება

$$ma_{\max}^1 = Kmg \cos(\psi - \alpha),$$

სადაც - კოეფიციენტი ითვალისწინებს მასალის მუშა ზედაპირზე ადგეზიურობას. მშრალი ფხვიერი მასალისათვის  $=1$ ;

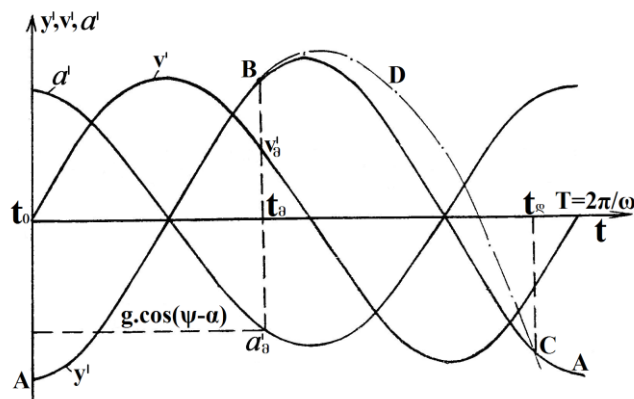
$\psi - \alpha$  კუთხე განსაზღვრავს მუშა ზედაპირის საჭირო დახრას ჰორიზონტისადმი ( $\beta$ , ნახ.2.7).

ვიბრაციული გადაადგილების პროცესი ხასიათდება მუშაობის მაჩვენებელი სიდიდით, რომელიც წარმოადგენს ზედაპირის მაქსიმალური აჩქარების და თავისუფალი ვარდნის აჩქარების პროექციითა ფარდობას ზედაპირის ნორმალზე. ჩვენ შემთხვევაში, წონასწორობის პირობებიდან, აღნიშნულ მახასიათებელს ექნება შემდეგი სახე:

$$\Gamma = \frac{a_{\max}^1}{g \cdot \cos(\psi - \alpha)} \quad (2.32)$$

ნახტომისებურ გადაადგილებას ადგილი აქვს როდესაც  $\Gamma > 1$ .

ნახ.2.9-ზე ნაჩვენებია დეკის ნორმალზე გადაადგილების ( $y^1$ ), სიჩქარისა ( $v^1$ ) და აჩქარების ( $a^1$ ) გრაფიკები, აგრეთვე მატერიალური ნაწილაკის მოძრაობის ტრაექტორია (ჩ) ნახტომისებური გადაადგილების რეჟიმში.



ნახ.2.9. ვიბრაციული დეკის ნორმალზე გადაადგილების ( $y^1$ ), სიჩქარის ( $v^1$ ) და აჩქარების ( $a^1$ ) გრაფიკები

ვიბრაციულ დეკაზე მატერიალური წერტილის მოძრაობა ხასიათდება შემდეგი კანონზომიერებით: სრული კინემატიკური ციკლის ( $T = 2\pi/\omega$ ), ტოტა დროის მონაკვეთში მასალა გადაადგილდება დეკასთან ერთად, როგორც ერთი მთლიანი სხეული, ფარდობითი მოძრაობის გარეშე. დეკის გადაადგილების გრაფიკზე ( $y^1$ ) ამ

მომენტს შეესაბამება მონაკვეთი. როდესაც დეკას აჩქარება გაუტოლდება (ზღვრული წონასწორული მდგომარეობა  $a_0^1$  წერტილში) ან გადააჭარბებს გცოს( $\psi - \alpha$ ) სიდიდეს, ანუ როცა  $\Gamma > 1$ , ნაწილაკი წერტილში მოწყდება დეკის ზედაპირს და იწყებს მოძრაობას როგორც ჰორიზონტისადმი კუთხით გასროლილი სხეული ჩ პარაბოლის ტრაექტორიით. ამ მომენტს შეესაბამება ციკლის ტა დრო. ტდ- ტა დროის შემდეგ ნაწილაკი დავარდება დეკაზე (ჩ წერტილი). ნაწილაკის მოწყვეტისა (ტა) და დავარდნის (ტდ) მომენტები დამოკიდებულია მუშაობის რეჟიმის მახასიათებლის  $\Gamma$  სიდიდეზე. სქემაზე ნახვენებ შემთხვევაში, ნაწილაკი ჩ წერტილში დავარდნის შემდეგ (თუ მხედველობაში არ მივიღებთ დავარდნის მომენტში მცირე სრიალს) დეკასთან ერთად გადაადგილდება უკუ მიმართულებით ჩ მონაკვეთზე, ხოლო -დან -მდე - მუშა მიმართულებით. ამის შემდეგ ციკლი მეორდება.

იმისათვის, რომ განისაზღვროს დეკაზე მასალის გადაადგილების საშუალო სიჩქარე და შესაბამისად მწარმოებლობის დამოკიდებულება რეჟიმულ პარამეტრებთან, საჭიროა  $\Gamma$ -ს მოცემული სიდიდისათვის ვიპოვოთ ნაწილაკის მოწყვეტის (ტა) და დავარდნის (ტდ) მომენტები. მათი პოვნა ანალიზური გზით დაკავშირებულია რთული ტრანსცენდენტული განტოლებების ამოხსნასთან. ამიტომ, ამ ამოცანის გადაწყვეტა უფრო მოხერხებულია გრაფო-ანალიზური მეთოდით.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ტა განისაზღვრება გრაფიკულად, აჩქარებათა გრაფიკის ( $a^1$ ) მიხედვით. ტდ-ს განსაზღვრისათვის ვისარგებლოთ თეორიული მექანიკიდან ცნობილი, ჰორიზონტისადმი კუთხით გასროლილი სხეულის მოძრაობის განტოლებებით ხე კოორდინატთა სისტემაში:

$$x = v_0 \cdot t \cdot \cos \alpha_0, \quad (2.33)$$

$$y = y_0 \cdot r \cdot \sin \alpha_0 - \frac{1}{2} g t^2, \quad (2.34)$$

სადაც  $v_0$  - საწყისი სიჩქარეა;  $t$  - დროა;  $\alpha_0$  - ჰორიზონტისადმი გასროლის კუთხეა.

დეკის ნორმალზე (2.34) განტოლების პროექცია მიიღებს სახეს

$$y^1 = y_0^1 + V_0^1(t - t_0) - g \cos(\psi - \alpha) \frac{(t - t_0)^2}{2} \quad (2.35)$$

ამ განტოლებას აქვს ჩ პარაბოლის სახე, რომლის გადაკვეთის წერტილი (ჩ) დეკის გადაადგილების გრაფიკთან (ქ<sup>1</sup>), შეესაბამება ნაწილაკის ზედაპირზე დავარდნის მომენტს (ტდ).

ტა და ტდ-ს პოვნის შემდეგ განისაზღვრება ნაწილაკის ფრენის ხანგრძლივობა  $t_{ფ} = t_{დ} - t_{ა}$ .

ნაწილაკის ფრენის სიჩქარეს ( $v_0$ ) და მისი ვექტორის პორიზონტისადმი დახრის კუთხეს ვანგარიშობთ (2.32) და (2.33) განტოლებათა მნიშვნელობებით მოწყვეტის მომენტისათვის.

$$v_0 = \sqrt{(v^x)^2 + (v^y)^2} \quad (2.36)$$

$$\alpha_0 = \alpha - \arctg(v^y / v^x) \quad (2.37)$$

დეკაზე მასალის გადაადგილების საშუალო სიჩქარის საანგარიშო სქემა მოცემულია ნახ.2.10-ზე.

დეკის მუშა ზედაპირის მდებარეობები ნაწილაკის მოწყვეტისა და დავარდნის (ნაჩვენებია პუნქტირით) მომენტისათვის განისაზღვრება (2.21) განტოლებით და  $\psi$  კუთხით, რომელიც (2.20)-ის თანახმად ტოლია:

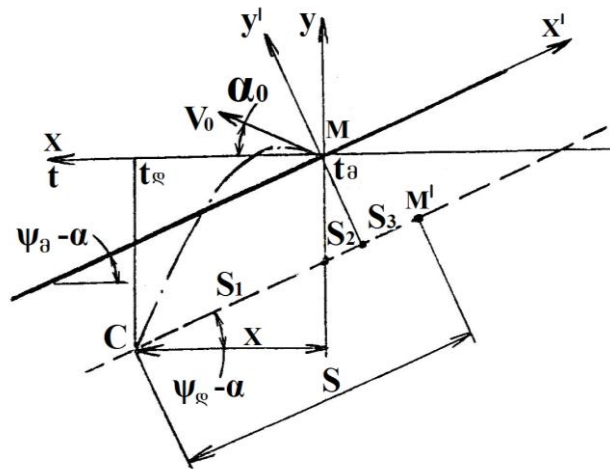
$$\psi_{ა(დ)} = \arcsin \left[ \frac{e - r \sin(\omega t_{ა(დ)})}{l} \right] \quad (2.38)$$

სქემაზე (ნახ.2.4) ნაწილაკის ფრენის ტრაექტორია მოწყვეტის წერტილიდან, დავარდნის ჩ წერტილამდე აღიწერება (2.34) განტოლებით.

იმისათვის, რომ დავარდნის შემდეგ მასალა დეკაზე არ გადაადგილდეს უკუმიმართულებით, ანუ ადგილი არ ჰქონდეს უკუსრიალს, საჭიროა დაცული იყოს შემდეგი პირობა:

$$a_x^1 \leq g \sin(\psi - \alpha) + [Kg \cos(\psi - \alpha) \pm a_y^1] \cdot f,$$

სადაც ფ დეკის ზედაპირზე მასალის სრიალის ხახუნის კოეფიციენტი.



ნახ.2.10. ვიბრაციულ დეკაზე მასალის გადაადგილების საშუალო სიჩქარის საანგარიშო სქემა

მასალის გადაადგილება დეკის ზედაპირზე ერთი ციკლის (თ) განმავლობაში ტოლი იქნება

$$\Sigma = \Sigma_1 + \Sigma_2 + \Sigma_3,$$

სადაც  $S_1 = x / \cos(\psi_{\text{გ}} - \alpha)$ ;  $S_2 = (y_M^1 - y_{M^1}^1) \operatorname{tg}(\psi_{\text{გ}} - \alpha)$ ;  $S_3 = x_{M^1}^1 - x_M^1$ , ანუ

$$S = \frac{x}{\cos(\psi_{\text{გ}} - \alpha)} + (y_M^1 - y_{M^1}^1) \operatorname{tg}(\psi_{\text{გ}} - \alpha) + x_{M^1}^1 - x_M^1. \quad (2.39)$$

(2.20) – ში ხ განისაზღვრება (2.14)-დან (ტლ- ტმ) დროისათვის, ხოლო  $x_M^1$ ,  $x_{M^1}^1$ ,  $y_M^1$  და  $y_{M^1}^1$  კი (2.21), (2.26) და (2.27) განტოლებებიდან ტმ და ტლ მომენტებისათვის.

საბოლოოდ ვანგარიშობთ დეკაზე მასალის გადაადგილების საშუალო სიჩქარეს და მწარმოებლობას

$$\left. \begin{aligned} V_{\text{საშ}} &= S/T \\ Q &= b \cdot h \cdot V_{\text{საშ}} \cdot \gamma \cdot \eta \end{aligned} \right\} \quad (2.40)$$

სადაც ბ-დეკას მუშა ზედაპირის სიგანეა; ჰ-მასალის ფენის სიმაღლეა;  $\gamma$ -მასალის მოცულობითი მასაა;  $\eta$ -მიწოდების უთანაბრობის კოეფიციენტი.

ვიბრაციული დეკის მწარმოებლობის ანალიზური დასაბუთებისათვის საჭიროა განისაზღვროს ვიბრაციულ დეკაზე მასალის გადაადგილების საშუალო სიჩქარის დამოკიდებულება რეჟიმულ პარამეტრებთან. კერძოდ,  $\omega$ -ს სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის აიგება ვიბრაციული დეკის აჩქარების გრაფები (ნახ.2.11) და  $g \cdot \cos(\psi - \alpha)$  ორდინატისათვის აბსცისათა ტ ღერძზე განისაზღვრება  $\omega_i$ -ს შესაბამისი, ნაწილაკის ზედაპირიდან მოწყვეტის მომენტები (ტმ). დეკის ზედაპირის მართობ ღერძზე (ქ<sup>1</sup>) გადაადგილების გრაფიკზე მიღებული წერტილებიდან (2.35) განტოლებით აიგება ნაწილაკთა ფრენის ტრაექტორიის გრაფიკები, რომელთა გადაკვეთით  $y_M^1(\omega)$ -ს გრაფიკთან მივიღებთ ნაწილაკის დავარდნის მომენტებს (ტლ).

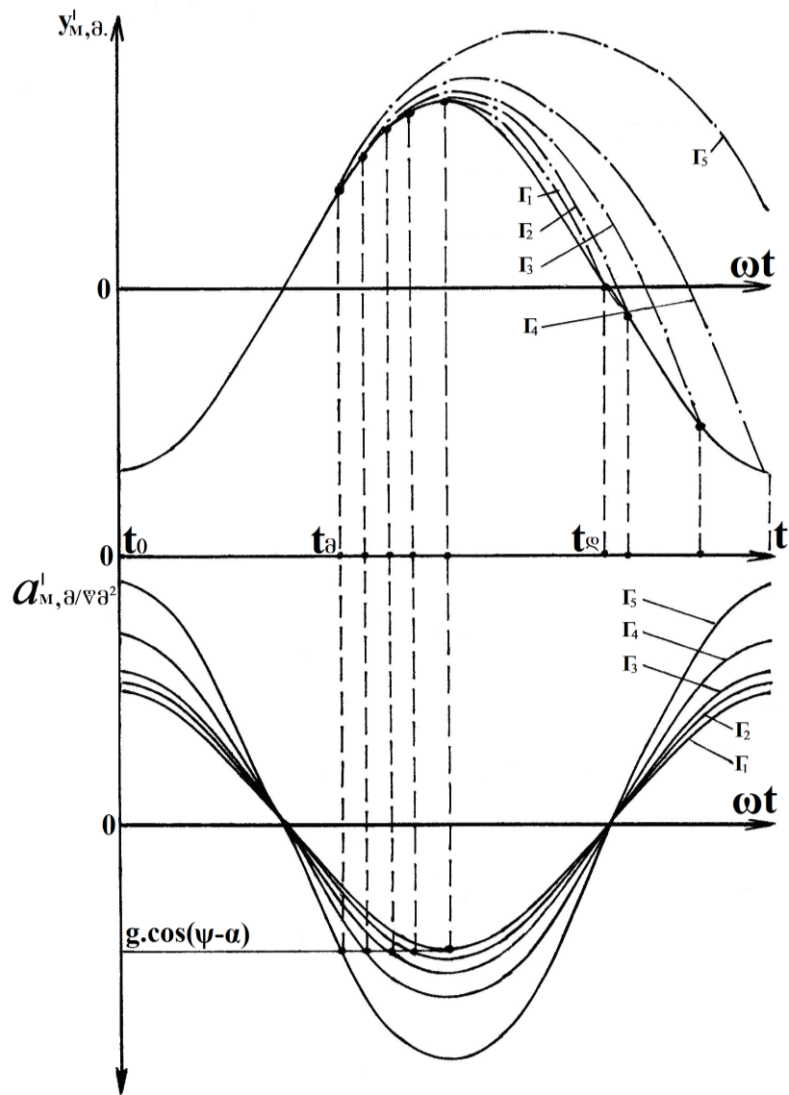
ტმ და ტლ -ს მნიშვნელობებისათვის (2.33) განტოლებით განისაზღვრება ნაწილაკის ფრენის მანძილი ჰორიზონტალურ ღერძზე

$$x = v_o(t_{\text{გ}} - t_{\text{გ}}) \cdot \cos \alpha_o$$

ნაწილაკის ფრენის საწყის სიჩქარეს (ვო) და ამ სიჩქარის ვექტორის ჰორიზონტისადმი დახრის კუთხეს ( $\alpha_o$ ) ვანგარიშობთ (2.36) და (2.37) ფორმულებით.

დეკის ზედაპირზე ნაწილაკის გადაადგილების მანძილს ერთი სრული ციკლის განმავლობაში, ვპოულობთ (2.39) ფორმულით, რის შემდეგაც ვანგარიშობთ მასალის გადაადგილების საშუალო სიჩქარეს და თეორიულ

მწარმოებლობას.



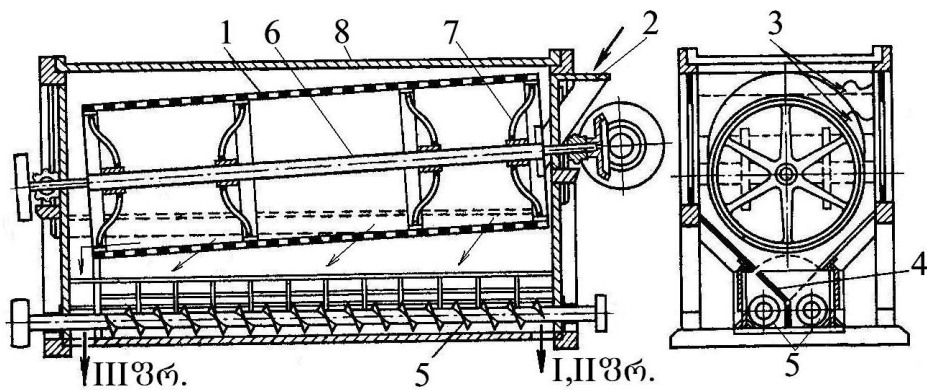
ნახ.2.11. ვიბრაციული დეკის რეჟიმული პარამეტრების და ნაწილაკის მოძრაობის გრაფიკები

### 2.6.2. ცილინდრულ-ბადიანი დამხარისხებელი მუშა ორგანო

ფხვიერი პროდუქტების სეპარაციის და დახარისხების ცილინდრულბადიან მუშა ორგანოს ბრტყელბადიანებთან შედარებით გააჩნიათ როგორც დადებითი, ასევე ნაკლოვანი თვისებები. დადებით თვისებებს მიეკუთვნებიან კონსტრუქციის კომპაქტურობა, ბადის მარტივი, უხმაურო ბრუნვითი მოძრაობა, ვიბრაციის და ინერციის ძალების არარსებობა, რაც ზრდის მათ საიმედოებას და ხანგამძლეობას. ნაკლოვან მხარედ უნდა ჩაითვალოს მუშა ზედაპირის გამოყენების დაბალი

კოეფიციენტი. შესაბამისად ასეთი მანქანების ხვედრითი მწარმოებლობა შედარებით დაბალია.

ცილინდრულბადიანი მანქანის სქემა ნახ.2.12-ზე. კორპუსში 8 ჩადგმულია დახრილი ლილვი 6, რომელზეც მანებით 7 დამაგრებულია ცილინდრული ბადე 1. კორპუსის ქვედა ნაწილში, ბადის ქვეშ მოთავსებულია ფრაქციების გამომტანი ორი პარალელური შნეკი 5. ბადე 1 ორსეკციანია, რომლებიც შესრულებულია ორი სხვადასხვა ზომის ნახვრეტებით. ამის გამო, დახარისხების შედეგად ვლებულობთ სამ სხვადასხვა ფრაქციას – I,II ბადეში გასულს და III – ბადიდან გადასულს. ბადეში გასული ფრაქციები ჩაედინება შნეკების 5 არეში. რომ არ მოხდეს გამოყოფილი ფრაქციების ერთმანეთში შერევა,



ნახ.2.12. ცილინდრულბადიანი დამხარისხებელი მანქანა

შნეკები შესაბამის ზონებში დახურულია საფარით 4. საწყისი მასალა დამხარისხებელს მიეწოდება ხვიმირიდან 2, საიდანაც ჩაედინება ცილინდრული ბადის 1 შიგა არეში. ცილინდრის ბრუნვისა და დახრის გამო მასალა ფარდობით მოძრაობით გადაადგილდება ღერძული მიმართულებით, რის შედეგადაც ის იყოფა ფრაქციებად. I და II ფრაქცია მანქანიდან გამოაქვთ შნეკებს 5, ხოლო III ფრაქცია გამოიყოფა ცილინდრის ღია ბოლოდან მიმართველი ღარით. ბადის გარე ზედაპირი შეხებაშია უძრავ ჯაგრისებთან 3, რომლებითაც ხდება ბადის ნახვრეტების გაწმენდა მასალის ნაწილაკებისაგან.

ცილინდრულბადიანი დამხარისხებელი მანქანის მწარმოებლობა განისაზღვრება ფორმულით

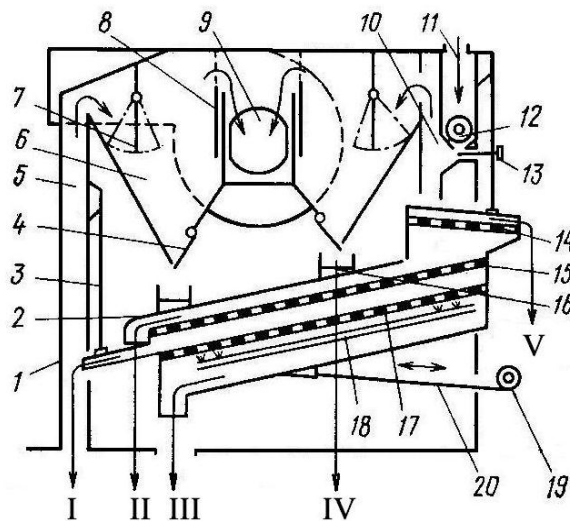
$$Q = 0,6 \cdot \rho \cdot n \cdot \text{tg} 2\beta \sqrt{R^3 h^3} \text{ კგ/წთ,}$$

სადაც  $\rho$  - მასალის მოცულობითი მასაა, კგ/მ<sup>3</sup>;  $n$  - ცილინდრის ბრუნვის სიხშირეა, ბრ/წთ;  $\beta$  - ცილინდრის ღერძის ჰორიზონტისადმი დახრის კუთხეა;  $R$  - ცილინდრის რადიუსია, მ;  $h$  - ბადის განივკვეთში მასალის მაქსიმალური ფენის

### 2.6.3. ჰაერ-ბადიანი სეპარატორი

ჰაერ-ბადიანი სეპარატორები გამოიყენება მარცვლეულის გასაწმენდად მსუბუქი და უხეში მინარევებისაგან. მათი ძირითადი მუშა ორგანოებია ბადეების სისტემა და ვენტილატორი. მუშაობის პრინციპი დამყარებულია ნარევის კომპონენტების გრანულომეტრულ და აეროდინამიკურ თვისებათა განსხვავებაზე.

სეპარატორის (ნახ. 2.13) კორპუსში 1, დრეკადი ფურცლოვანი ფირფიტებით 3 დაკიდებულია ბადეების ჩარჩო 2, რომელიც რხევით მოძრაობაში მოდის ექსცენტრული ლილვით 19 და ბარბაცათი 20. სეპარატორის ზედა ნაწილში მოთავსებულია მარცვლის მიმღები ხვიმირა 11, მკვებავი შნეკით 12. შნეკის ქვეშ დაყენებულია მასალის მიწოდების სარეგულირებელი შიბერი 13. მსუბუქი მინარევების დასაჭერად, რომლებიც გამოიყოფა ვენტილატორის 9 მიერ შეწოვილი



ნახ.2.13. ჰაერ-ბადიანი სეპარატორი

I- გასუფთავებული მარცვალი; II- მსხვილი მინარევები;  
III- წვრილი მინარევები; IV- მსუბუქი მინარევები; V- უხეში მინარევები.

ჰაერიდან, კორპუსში გაკეთებულია დამლექი კამერები 6. ჰაერის მორაობის სიჩქარე საასპირაციო არხებში 5,10 და დამლექ კამერებში 6 რეგულირდება სარქველებით 7 და ფარებით 8, რომლებსაც აყენებენ ნახაზზე პუნქტრით ნაჩვენებ სხვადასხვა მდებარეობაში. ყოველი დამლექი კამერის ქვეშ სახსრულად დაკიდებულია სარქველები 4, რომლებიც ვენტილატორის მიერ შექმნილი გაიშვიათების გამო მჭიდროდ ეკვრიან კამერის კედლებს. სარქველების 4 გახნა წარმოებს კამერებში დაღეჭილი მსუბუქი მინარევების წონის ხარჯზე, რის



შედეგად მინარევები ცვივიან დახრილ, გამომტან ღარებზე 16, რომლებიც დამაგრებულია ბადეების ჩარჩოზე 2. ბადეების გაწმენდას ემსახურება ჯაგრისებიანი ინერციული მექანიზმი 18.

ხვიშირიდან 11 მიწოდებული მარცვალი, რომელიც საასპირაციო არხში 10 სუფთავდება მსუბუქი მინარევებისაგან, ცვივა ბადეების კორპუსში. 14 და 15 ბადეებზე ხდება უხეში და მსხვილი მინარევების გამოყოფა, ხოლო ბადეზე 17 – გამოიყოფა მსუბუქი მინარევები. ამავე ბადეზე გადასული გასუფთავებული მარცვალი სეპარატორიდან გამოდის საასპირაციო არხის 5 გავლით. ამრიგად, საწყისი მარცვალი სეპარატორში იყოფა ხუთ ფრაქციად, რომელთაგან მხოლოდ ერთი (I ფრაქცია) არის ძირითადი, ხოლო დანარჩენი კი – მინარევები.

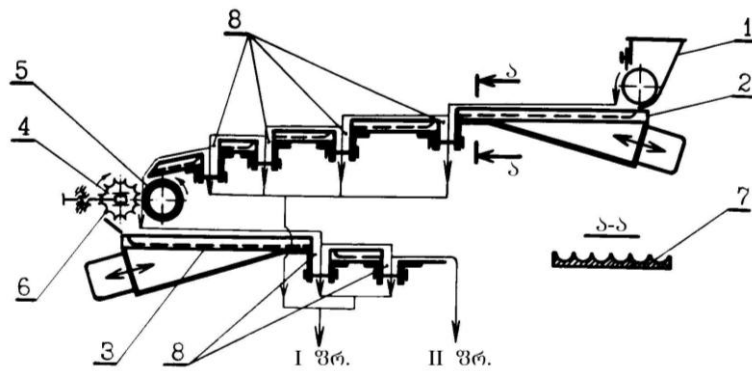
## 2.7. მშრალი ჩაის სეპარატორი

სეპარატორი (ნახ.2.14) დანიშნულია მშრალი ჩაის ნახევარფაბრიკატის გასაწმენდად უხეში ღეროებისგან. სეპარაცია ხორციელდება ნაწილაკების სიგრძის მიხედვით, რადგანაც ჩაის უხეში ღეროები ხასიათდებიან მკვეთრად გამოხატული გრძივი ცილინდრული სახით [10]. ბადიანი მანქანები ვერ უზრუნველყოფენ მასალის სეპარაცია-დახარისხებას ნაწილაკების სიგრძის მიხედვით. ისინი საწყის პროდუქტს ჰყოფენ მხოლოდ ნაწილაკების სივანისა და სისქის მიხედვით (ცხრ.2.1, პოზ. 2,3). სიგრძის მიხედვით მასალის გასაყოფად გამოიყენება ტრიერული მოწყობილობები (ცხრ.2.1, პოზ. 1), მაგრამ, მთელი რიგი ცუდადდენადი ფხვიერი პროდუქტებისათვის, მაგალითად, როგორცაა მშრალი ჩაი, ტრიერების გამოყენება შეუძლებელია, რამდენადაც მათ მუშა ზედაპირზე არსებული ჯიბეები ივსება ნაწილაკებით და არ ხდება მათი სრული განტვირთვა.

სეპარატორის მუშა ორგანოებია: მკვებავი 1, ორი ვიბრაციული დეკა 2 და 3, შერჩევითი მტეხი ლილვაკები 4 და 5. ორივე ვიბრაციული დეკა მრავალ საფეხურიანია, რომლებიც ერთმანეთს შორის ქმნიან მასალის გამყოფ, სარეგულირებელ ღრეხოს 8. საფეხურების მუშა ზედაპირები შესრულებულია გრძივი ღარების 7 სახით. ამძრავად გამოყენებულია ელექტრომაგნიტური ვიბრატორი. დეკები განლაგებულია ერთმანეთის თავზე და მათ შორის მოთავსებულია შერჩევითი მტეხი ლილვაკები გრძივი რიფებით 6 და მორეზინებული ზედაპირით 5 (მათი მოქმედების პრინციპი განხილული იყო პირველ თავში).

ჩაი მკვებავით 1 მიეწოდება დეკის პირველ საფეხურს. ვიბრაციის შედეგად, გადაადგილებასთან ერთად, მასალის ნაწილაკები ორიენტირდებიან გრძივ ღარებში და გადაივლიან გამყოფ ღრეხოზე. ღრეხოების სივანე ისეა შერჩეული, რომ უხეში

დეროები გარანტირებულად გადადიან მათზე, ხოლო მოკლე ზომის ჩაის ნაწილაკები კი ცვივიან ღრეხში და გამოიყოფიან I ფრაქციაში. პირველი დეკის რამოდენიმე საფეხურის გავლის შემდეგ, უხეში დეროები და გრძელი ზომის ჩაის ნაწილაკები მიეწოდებიან შერჩევით მტეხში, სადაც ჩაის ნაწილაკები ინტენსიურად იმსხვრევიან, ხოლო უხეში დეროები კი რჩებიან მთელი. ამრიგად, მეორე დეკაზე მიეწოდება გრძელი დეროების და მოკლე ჩაის ნაწილაკების ნარევი, რომლის გაყოფა ხდება პირველი დეკის ანალოგიურად. საბოლოოდ საწყისი მასალა იყოფა ორ ფრაქციად: I ფრ. – მოკლე ჩაის ნაწილაკები; II ფრ. – გრძელი უხეში დეროები. ვიბრაციული დეკის საფეხურების რაოდენობა დამოკიდებულია საჭირო მწარმოებლობაზე.



ნახ.2.14. მშრალი ჩაის სეპარატორი

სხვა ფხვიერი მასალების სეპარირებისათვის, რომლებიც არ საჭიროებენ შუალედურ დაქუცმაცებას, განხილულ სეპარატორში მოიხსნება შერჩევითი მტეხი ლილვაკების კვანძი და მეორე ვიბრაციული დეკა. საჭირო მწარმოებლობიდან გამომდინარე, მეორე დეკა შეიძლება გამოყენებული იქნას, როგორც პირველის უშუალო გაგრძელება.

### 2.7.1. ვიბრაციულ დეკის, მასალის გამყოფი ღრეხოს სიღიდის განსაზღვრა

ზემოთ განხილული სეპარატორის ვიბრაციული დეკის ძირითად პარამეტრს წარმოადგენს გამყოფი ღრეხოს სიგანე, რომელიც განსაზღვრავს საწყისი მასალის გაყოფის სიზუსტეს.

ნახ.2.15-ზე წარმოდგენილია გამყოფი ღრეხოს სიღიდის საანგარიშო სქემა. ნაწილაკი, რომლის სიმძიმის ცენტრი დაძრულია სიმეტრიის  $h$  ცენტრიდან  $r_c$

სიდიდით, ვიბრაციულ დეკაზე შეიძლება გადაადგილდეს მოკლე ( $\ell_a$ ) ან გრძელი ( $\ell_b$ ) მხარით წინ. თუ ღრეხოს სიდიდე შეესაბამება ნაწილაკის მოკლე მხარის სიგრძეს, მაშინ საწყისი ორიენტაციის მიუხედავად იგი ღრეხოში ჩაგარდება მოკლე მხარეთი. ერთ შემთხვევაში ნაწილაკი გადაყირავდება დეკის გადასასვლელ წიბოზე (0) (ნახ.2.15,ა), ხოლო მეორე შემთხვევაში – დანის  $O_1$  წიბოზე (ნახ.2.15,ბ). ამიტომ, ნაწილაკის ღრეხოზე გარანტირებული გადასვლისათვის მისი სიგანე შერჩეული უნდა იყოს ნაწილაკის მოკლე მხარის სიგრძის მიხედვით.

გამყოფი ღრეხოს სიდიდე ფუნქციაა ნაწილაკის სიგრძის  $-\ell$ , სიმძიმის ცენტრის დაშორების სიმეტრიის ცენტრიდან  $-r_c$ , დეკაზე მასალის გადაადგილების სიჩქარის  $-v_o$  და ღრეხოზე გადასასვლელ (0) და მიმდებ (01) წიბოების აცდენის მანძილის ვერტიკალზე  $y_o$ .

$$S = f(\ell, r_c, v_o, y_o)$$

ეს ფუნქცია შედგება ორი შესაკრებისაგან: პირველი – ღრეხოს სიდიდე, რომელიც საჭიროა გარკვეული სიგრძის ნაწილაკის ღრეხოში ჩასაგარდნად სტატიკურ პირობებში -  $\mathcal{U}_0$ ; მეორე – ნაწილაკის პორიზონტალური მიკრო ნახტომით ( $\mathcal{U}_C$ ) მისი საწყისი  $v_o$  სიჩქარით გამოწვეული (ნახ.2.15,გ)

$$\mathcal{U} = \mathcal{U}_0 + \mathcal{U}_C.$$

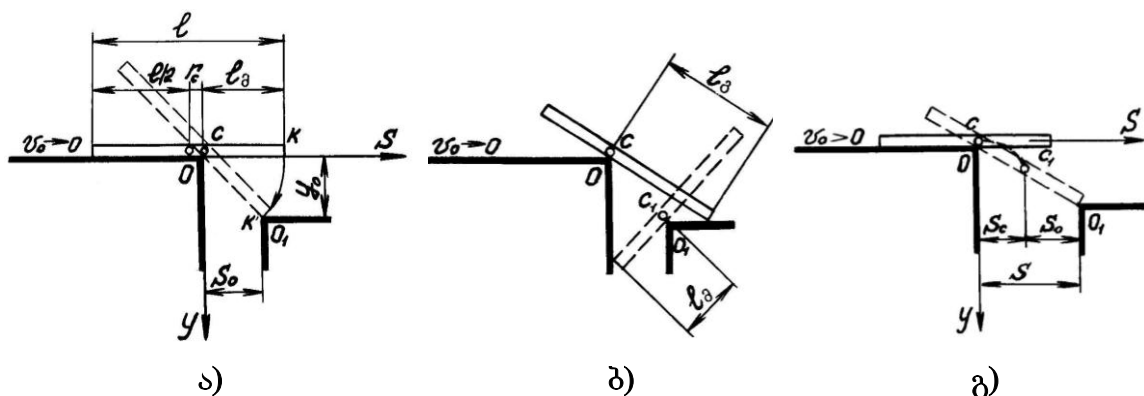
$$(2.41)$$

ამ შემთხვევაში ნაწილაკი განიხილება როგორც გარკვეული  $\ell$  სიგრძის ცილინდრული ღერო დაძრული სიმძიმის ცენტრით. თუ ჩავთვლით, რომ ნაწილაკის სიმძიმის  $\chi$  ცენტრის, ღრეხოს გადასასვლელ წიბოზე (0) გადასვლის მომენტში ნაწილაკის მოძრაობის სიჩქარე მიისწრაფვის ნულისაკენ, მაშინ ის შემობრუნდება

წიბოს მიმართ და მისი ბოლო – აღწერს  $1$  რკალს რადიუსით  $OK = \ell_a = \frac{\ell}{2} - r_c$

(ნახ.2.15,ა). ამავე ნახაზიდან გვაქვს

$$S_o = \sqrt{\ell_a^2 - y_o^2}. \quad (2.42)$$



ნახ.2.15. ვიბრაციული დეკის გამყოფი ღრეხოს საანგარიშო სქემა

ეს ტოლობა სამართლიანია ზღვრებში  $y_0[0; \ell_g \sin \rho]$ , სადაც  $\rho$  ნაწილაკის წიბოზე სტატიკური ხახუნის კუთხეა.

ნაწილაკის სიმძიმის ცენტრის აბსოლუტური გადაადგილების ჰორიზონტალური მდგენელი, მისი 0 წიბოზე გადასვლის შემდეგ, შეიძლება განისაზღვროს ჰორიზონტალურად  $v_0$  საწყისი სიჩქარით გასროლილი სხეულის მოძრაობის განტოლებიდან შ კოორდინატთა სისტემაში

$$S_c = v_0 \sqrt{\frac{2y_c}{g}}, \quad (2.43)$$

სადაც  $y_c$  - ნაწილაკის მასის ცენტრის აბსოლუტური გადაადგილების ვერტიკალური მდგენელია;  $g$  - თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა.

ჩავსვათ (2.42) და (2.43), (2.41)-ში და მივიღოთ  $y_c \approx y_0$ , მაშინ გვექნება

$$S = \sqrt{\left(\frac{\ell}{2} - r_c\right)^2 - y_0^2} + v_0 \sqrt{\frac{2y_0}{g}}. \quad (2.44)$$

## 2.7.2. ვიბრაციულ დეკაზე მასალის სეპარაციის პროცესის კინეტიკა

სეპარაციის პროცესის კინეტიკა კარად არის შესწავლილი სხვადასხვა ფხვიერი მასალისათვის. განსაკუთრებით მრავალი ნაშრომია მიძღვნილი მარცვლეულის ბრტყელბადიანი სეპარაციის პროცესის კვლევებისადმი. მიღებული მათემატიკური გამოსახულებებით განსაზღვრულია საწყისი მასალიდან ძირითადი კომპონენტის გამოყოფის ხარისხის (სისრულის) დამოკიდებულება პროცესის ძირითად პარამეტრებთან კავშირში. კერძოდ მიღებულია პროცესის კინეტიკის განტოლება [29]

$$\eta = 1 - e^{-kt}, \quad (2.45)$$

სადაც  $\eta$  - ძირითადი კომპონენტის გამოყოფის სისრულეა;  $k$  - პროცესის კონსტანტა;  $t$  - პროცესის მიმდინარე დროა.

ვ. ცეცინოვსკის შრომებში [29] მოყვანილია  $k$  კონსტანტას დამოკიდებულება მუშა ორგანოების ზოგიერთ მახასიათებელ სიდიდესთან - სეპარაციის რეჟიმებთან და მასალის თვისებებთან, რომელიც მოცემულია ფორმულით

$$k = v\psi \frac{V_y}{h}, \quad (2.46)$$

სადაც  $v$  - არის ბადის ნახვრეტების ზომის შეფარდება ბადეში გასული ნაწილაკების ზომასთან;  $\psi$  - ბადის ცოცხალი კვეთის კოეფიციენტი;  $V_y$  - ბადის

ზედაპირის ნორმალის მიმართულებით მასალის გავლის სიჩქარეა;  $\kappa$  - მასალის ფენის სისქეა.

მრავალრიცხოვანი კვლევებით დადასტურებულია (2.45) განტოლების სამართლიანობა.

ბადიან მუშა ორგანოებში  $\nu$  კოეფიციენტი უმრავლეს შემთხვევაში 1-თან მიახლოებული სიდიდეა. იმ შემთხვევაში, როდესაც კომპონენტთა ნაწილაკების ზომათა ვარიაციული განაწილების მრუდები არ ფარავენ ერთმანეთს და მათ შორის საკმარის ინტერვალია, მაშინ  $\nu$ -ს სიდიდე სასურველია იყოს 1-ზე მეტი.

განხილული ვიბრაციული დეკის გამყოფი ღრეჩოსათვის (შ, ნახ.2.15), კ კონსტანტას საანგარიშო (2.46) ფორმულაში მნიშვნელოვანია ღრეჩოში მასალის გავლის სიჩქარის ვერტიკალური მდგენელის  $\nu_y$  და ღრეჩოს ცოცხალი კვეთის კოეფიციენტის  $\psi$  განსაზღვრა.

$\nu_y$  სიჩქარის საანგარიშო სქემა მოცემულია ნახ.2.16-ზე. ნაწილაკი დეკის მიმართველ დარებში გადაადგილდება  $\nu_0$  სიჩქარით. მასის ცენტრი  $\chi$  გადასასვლელ 0 წიბოზე გავლის შემდეგ, ღრეჩოს არეში მოძრაობს ჩნ1 ტრეაქტორიაზე, როგორც პრიზონტალურად,  $\nu_0$  სიჩქარით გასროლილი სხეული. ღრეჩოში ნაწილაკის გარანტირებული გავლისათვის აუცილებელია, რომ მასის ცენტრი ვერტიკალურად დაეშვას I-I პორიზონტალურ სიბრტყეში, რომელიც გადის 01 მიმღებ წიბოზე. ეს გადაადგილება ტოლია

$$y_c = y_o + \frac{\delta}{2},$$

სადაც  $y_o$  - გადასასვლელ (0) და მიმღებ (01) წიბოებს შორის მანძილია ვერტიკალზე;  $\delta$  - ნაწილაკის სისქეა.

დროის რაღაც  $t_y$  მონაკვეთში ნაწილაკის მასის ცენტრი გაივლის მანძილს, რომელიც ტოლია ჩნ1 ტრეაქტორიის. ამასთან. მისი ვერტიკალური გადაადგილება იქნება

$$y_c = \frac{gt_y^2}{2} = y_o + \frac{\delta}{2}. \quad (2.47)$$

ნაწილაკის ვარდნის სიჩქარე განისაზღვრება ტოლობით

$$t_y = \frac{\ell_{cc_1}}{\nu} = \frac{\ell_{cc_1}}{\sqrt{\nu_s^2 + \nu_y^2}}, \quad (2.48)$$

სადაც  $\ell_{cc_1}$  არის ჩნ1 ტრეაქტორიის სიგრძე, რომელიც მიახლოებით განისაზღვრება

$$l_{cc_1} \approx \sqrt{\left(y_o + \frac{\delta}{2}\right)^2 + S_c^2} \quad (2.49)$$

$v$  - ნაწილაკის მოძრაობის აბსოლუტური სიჩქარე ჩნ1 ტრაექტორიაზე;

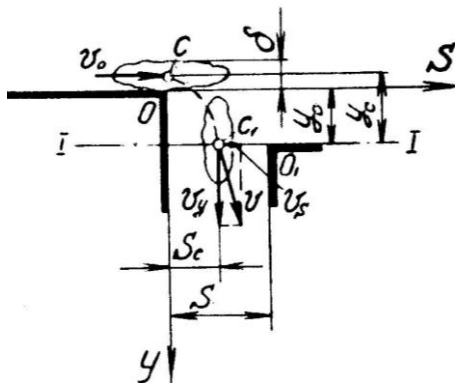
$v_x$  და  $v_y$  - შესაბამისად  $v$  სიჩქარის ჰორიზონტალური და ვერტიკალური მდგენელებია.

თუ ჩავსვავთ (2.49)-ში  $\omega_c$ -ს მნიშვნელობას (2.43)-დან და გავითვალისწინებთ, რომ  $v_x = v_o = \text{ცონსტ}$ , მაშინ (2.47) - (2.49) განტოლებების ერთობლივი ამოხსნით მივიღებთ ღრეჩოში ნაწილაკის გავლის ვერტიკალური სიჩქარის საანგარიშო ფორმულას

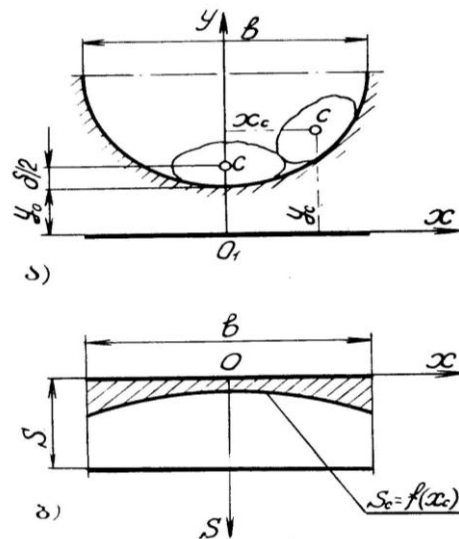
$$v_y = \frac{1}{2} \sqrt{g(2y_o + \delta)}. \quad (2.50)$$

მაგრამ, ეს ფორმულა არ ითვალისწინებს სიჩქარის დანაკარგს, რომელიც გამოწვეულია ხახუნის ძალების არსებობით. ამიტომ, პრაქტიკული გაანგარიშებებისათვის (2.50)-ში უნდა შევიტანოთ შემასწორებელი კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია მასალის ფიზიკურ თვისებებზე, ღრეჩოს პარამეტრებზე, მუშაობის რეჟიმებზე და სხვა.

$$v_y = K \frac{1}{2} \sqrt{g(2y_o + \delta)}. \quad (2.51)$$



ნახ.2.16. გამყოფ ღრეჩოში ნაწილაკის მოძრაობის სიჩქარის საანგარიშო სქემა



ნახ.2.17. გამყოფი ღრეჩოს ცოცხალი კვეთის კოეფიციენტის საანგარიშო სქემა

როგორც წესი  $K < 1$ . იდეალური შემთხვევისათვის  $K = 1$ .

ღრეჩოს ფართის გამოყენების კოეფიციენტის სიდიდე  $\psi$  დამოკიდებულია დეკის მიმმართველი ღარების პროფილზე. მასალის ფენის ისეთი სისქისათვის, რომელიც ტოლია ან მეტი ღარების სიღრმის, ქვედა ფენის ნაწილაკები

განლაგდებიან ღარების ნახევრადწრიულ ზედაპირზე სხვადასხვა ყო დაშორებით მიმდები  $O_1$  წიბოსაგან ვერტიკალზე (ნახ.2.17,ა). შესაბამისად, მათი მასის ჩ ცენტრს ღრეჩოში ჩავარდნის დროს აქვთ განსხვავებული ტრაექტორია და აბსოლუტური გადაადგილების ჰორიზონტალური  $\Sigma_C$  მდგენელის სხვადასხვა მნიშვნელობა.

ყც-ის დამოკიდებულება ნაწილაკის მიმმართველი ღარის ზედაპირზე მდებარეობაზე  $O_1$ სე კოორდინატთა სისტემაში გამოისახება დამოკიდებულებით

$$y_c = \frac{1}{2}(2y_o + b + \delta - \sqrt{b^2 - 4x_c^2}), \quad x_c \left[ a; \frac{b}{2} \right], \quad (2.52)$$

სადაც  $b$  - მიმმართველი ღარის სიგანეა.

თუ ჩავსვავთ (2.52)-ს (2.43)-ში მივიღებთ ნაწილაკის მასის ცენტრის ჰორიზონტალური გადაადგილების საანგარიშო ფორმულას

$$S_c = \frac{v_o}{\sqrt{g}} \sqrt{2y_o + b + \delta - \sqrt{b^2 - 4x_c^2}}. \quad (2.53)$$

(2.53)-ის ინტეგრირებით ზღვრებში  $(0; \frac{b}{2})$ , შეიძლება განისაზღვროს გამყოფი ღრეჩოს „მკვდარი“ ზონა (ნახ.2.17, ბ-ზე წახაზული ფიგურა)

$$F_c = \frac{2v_o}{\sqrt{g}} \int_0^{\frac{b}{2}} \sqrt{2y_o + b + \delta - \sqrt{b^2 - 4x_c^2}}. \quad (2.54)$$

ღრეჩოს გამოყენების კოეფიციენტი განისაზღვრება ტოლობით

$$\psi = \frac{F_s - F_c}{F_s} = 1 - \frac{F_c}{S \cdot b} \quad (2.55)$$

სადაც  $F_s = S \cdot b$  - გამყოფი ღრეჩოს ფართია ერთი მიმმართველი ღარის არეში.

(2.46) ფორმულაში  $v$  კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება ღრეჩოში გამავალი ნაწილაკების სიგრძის ( $\ell_{გაა}$ ) და გამყოფი ღრეჩოს სიდიდეთა ფარდობით, იცვლება მასალის ფენის სისქისაგან დამოკიდებულებით ზღვრებში  $v [1; \ell_{გაა} / S]$ . პრაქტიკული გაანგარიშებისათვის შეიძლება მივიღოთ მისი საშუალო მნიშვნელობა -  $v \approx 1,5$ .

### 3. კვების ფხვიერი პროდუქტების შემრევი მანქანები

ფხვიერი პროდუქტების შემრევი მანქანები ფართოდ გამოიყენება კვების მრეწველობის მრავალ დარგში, მათ შორის ფქვილის, კომბინირებული საკვების, კვების კონცენტრატების, საკონდიტრო, ჩაის საწარმოებში და სხვა.

ფხვიერი პროდუქტების შერევის მიზანია ერთგვაროვანი მასების მიღება კვების პროდუქტების წარმოების დროს. საწყისი მასალების შერევის შედეგად მიიღება ან უშუალოდ მზა პროდუქტი, ან იგი შეადგენს სხვა ტექნოლოგიური პროცესის ერთ-ერთ ოპერაციას.

ფხვიერი პროდუქტების შერევის ეფექტურობა განისაზღვრება იმ დროით, რომელიც აუცილებელია შერევის საჭირო ხარისხის მისაღებად.

$$m^{am} = c,$$

სადაც  $t$  – შერევის ხანგრძლივობაა, წთ;

$n$  – შემრევის მუშა ორგანოს ბრუნვის სიხშირეა, ბრ/წთ;

$m$  – კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია პროდუქტის ფიზიკურ თვისებებზე;

$a$  – კოეფიციენტი;  $a=1$ , როდესაც შემრევის მოწყობილობა ეწინააღმდეგება მთლიანი პროდუქტის ბრუნვას შერევის პროცესში;  $a=2,5$ , როდესაც აღნიშნულ მოვლენას ადგილი არა აქვს.

$c$  – მუდმივი სიდიდეა.

შერევის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია შემრევის მუშა არეს მოცულობაზე. თანაბარი პირობებისთვის

$$\frac{t_1}{t_2} = \sqrt[3]{\frac{V_1}{V_2}},$$

სადაც  $t_1$  და  $t_2$  - შესაბამისად  $V_1$  და  $V_2$  მოცულობების შერევის ხანგრძლივობაა;

შემრევის მოცულობა განისაზღვრება ფორმულით

$$V = \frac{Q}{t_c} k \text{ მ}^3,$$

სადაც  $Q$  – მწარმოებლობაა მ<sup>3</sup>/წმ;  $t_c$  - ციკლის ხანგრძლივობაა, წმ;  $k$  - მუშა მოცულობის შევსების კოეფიციენტი.

შერევის პროცესზე გავლენას ახდენენ მასალების ისეთი თვისებები როგორებიცაა: სიმკვრივე; ნაწილაკების ზომების სიდიდე და მათი განაწილება;



ტენიანობა; ნაწილაკების ფორმა და ფრიქციული თვისებები; ელექტრომაგნიტური თვისებები და სხვა.

შერევის ხარისხი განისაზღვრება ნარევი ნაწილაკების განაწილების თანაბრობით, რომელიც მიიღწევა შერევის გარკვეული ხანგრძლივობის შემდეგ. შემრევის ეფექტურობა ფასდება შერევის შედეგად მიღებული ნარევის ნიმუშის შემადგენლობის გადახრით სტანდარტით დადგენილთან შედარებით, ან შერევის ხარისხით, რომელიც გამოიხატება ნარევის ფაქტიური გადახრის შეფარდებით იდიალურად შერეული ნარევის თეორიულ გადახრასთან. კარგი შერევის დროს ეფექტურობის მაჩვენებელი უახლოდება 1-ს ან 100% -ს.

შერევის ერთგვაროვნების კეფიციენტი განისაზღვრება ფორმულით

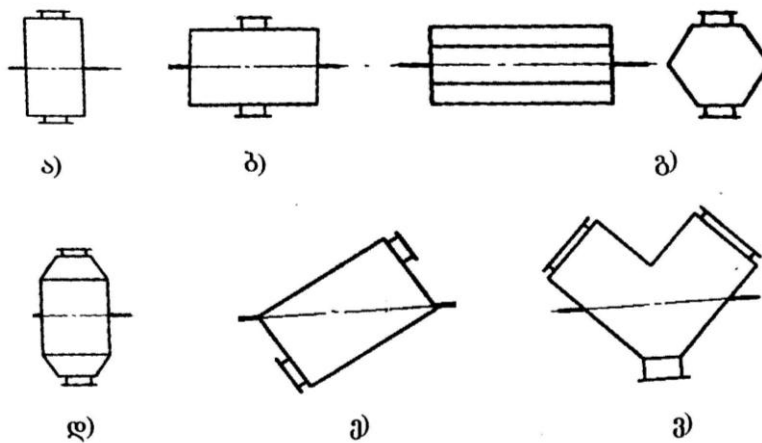
$$E = \frac{b-a}{b}, \quad \text{ან} \quad E = 1 - \frac{a}{b},$$

ცადაც  $b$  - პროდუქტის მოცემული საშუალო კონცენტრაციაა;

$a$  - პროდუქტის მოცემული კონცენტრაციის საშუალო გადახრაა მის რამოდენიმე წერტილში.

### 3.1. დოლური შემრევეები

მშრალი ფხვიერი პროდუქტების შემრევეები კონსტრუქციის მიხედვით იყოფიან მბრუნავ და სატრანსპორტო მოწყობილობებად. მბრუნავ მოწყობილობებს მიეკუთვნებიან სხვადასხვა ტიპის შემრევეები: დოლური, კონუსური, მბრუნავი კუბით და სხვა. დოლური შემრევეების ძირითადი ტიპები ნაჩვენებია ნახ.3.1-ზე.



ნახ.3.1. დოლური შემრევეების ძირითადი ტიპები

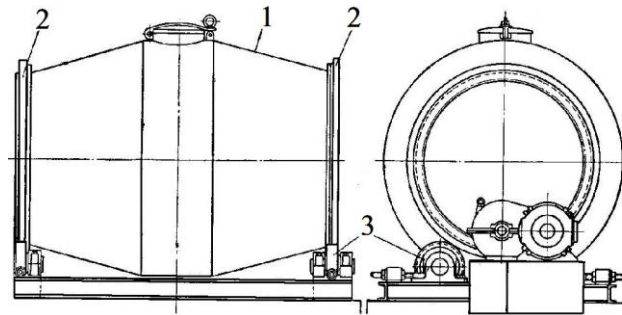
უფრო ხშირად, ცილინდრულ დოლებს ამაგრებენ ჰორიზონტალურ ლილვებზე, ან ვერტიკალურად (ნახ.3.1.ა,დ) ან ჰორიზონტალურად (ნახ.3.1.ბ,გ).

ფხვიერი პროდუქტების ინტენსიური შერევისათვის, როდესაც დასაშვებია

ნაწილაკების დაქუცმაცება, იყენებენ ექვსწახნაგა ტიპის შემრევებს (ნახ.3.1.გ).

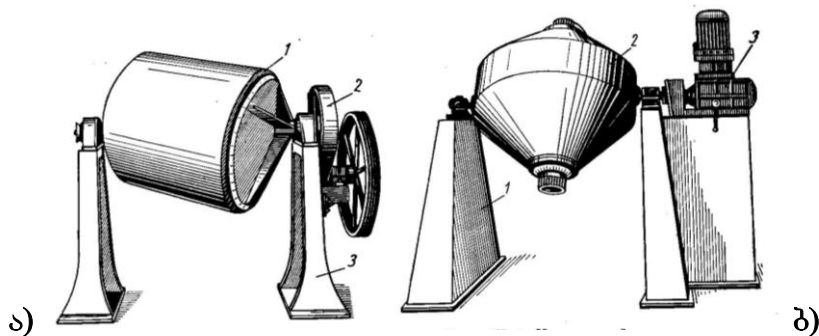
მთელი რიგი ფხვიერი კვების პროდუქტები (ჩაი, ყავა) მოითხოვენ შერევის რბილ რეჟიმებს, რომელებიც უზრუნველყოფენ ნაწილაკების სტრუქტურის მთლიანობას და არ იწვევენ მათ გადახეხვას. ამ მიზნით იყენებენ კონუსურძირიან დოლებს (ნახ.3.1.დ). პროდუქტების მოძრაობის თავისებურებების გამო შერევის მაღალ ეფექტს იძლევიან ნახ.3.1.ე.ვ სქემები.

ფართოდ არის გავრცელებული ცილინდრული დოლები და ცილინდრულ-ბიკონუსური დოლები (ნახ.3.2). ასეთი შემრევები, როგორც წესი არიან პერიოდული ქმედების. მათში კომპონენტების ჩატვირთვა-გამოტვირთვა, წინა სქემებისაგან განსხვავებით, უფრო ხშირად წარმოებს ერთი ლიუკიდან. ასეთი შემრევის ერთერთი სახე ნაჩვენებია ნახ.3.2-ზე. დოლი 1 ბანდაჟებით 2 დაყრდნობილია გორგოლაჭებზე 3 და ასრულებს ბრუნვით მოძრაობას.



ნახ.3.2. ცილინდრულ- ბიკონუსური შემრევი დოლი

პერიოდული ქმედების შემრევებს მიეკუთვნებიან აგრეთვე ნახ.3.3-ზე და ნახ.3.4-ზე ნაჩვენები სქემები.



ნახ.3.3. პერიოდული ქმედების შემრევები : ა) “ბარბარა კასრი”; ბ) კონუსური შემრევი

როგორც გამოკვლევები აჩვენებს, ფხვიერი პროდუქტების შერევის ხარისხი მათი მრავალჯერადი, დასაშვებზე ზედმეტად გადაჩეხვით უარესდება და ნარევი მიმდინარეობს საწინააღმდეგო პროცესი – დახარისხება და სეპარაცია. ამის გამო

ყოველი ცალკეული პროდუქტისა და შემრევისათვის ექსპერიმენტულად განისაზღვრება პროდუქტის გადაჩენვის ოპტიმალური რაოდენობა, რომელიც უზრუნველყოფს შერევის მაღალ ხარისხს.

თუ აღვნიშნავთ საჭირო გადაჩენვის რიცხვს  $m$ -ით, დოლის ბრუნვის სიხშირეს წუთში  $n$ -ით, მაშინ დოლში პროდუქტის შერევის ხანგრძლივობა შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით

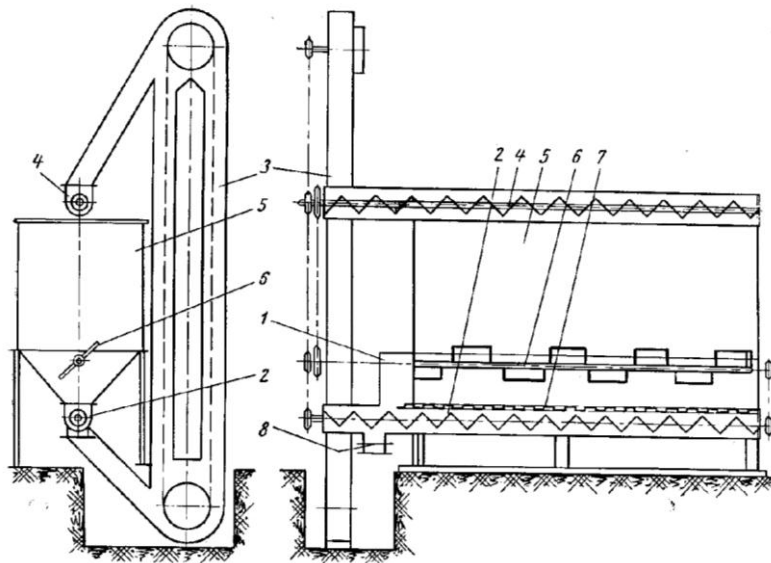
$$t = \frac{m}{n} \text{ წთ.}$$

დოლური ტიპის შემრევის მწარმოებლობა შეიძლება ვიანგარიშოთ ფორმულით

$$Q = \frac{V\rho}{t_1 + t_2 + t_3} \text{ კგ/წმ,}$$

სადაც  $V$  - შემრევ დოლში პროდუქტის მოცულობაა, მ<sup>3</sup>;  $\rho$  - ნარევის მოცულობითი მასაა, კგ/მ<sup>3</sup>;  $t_1$  - პროდუქტის შერევისათვის საჭირო დროა, წმ;  $t_2$  - დოლის შესავსებად საჭირო დროა, წმ;  $t_3$  - დოლის განტვირთვისათვის საჭირო დროა, წმ.

### 3.2. შნეკური შემრევები



ნახ.3.4. პერიოდული ქმედების შნეკური შემრევი

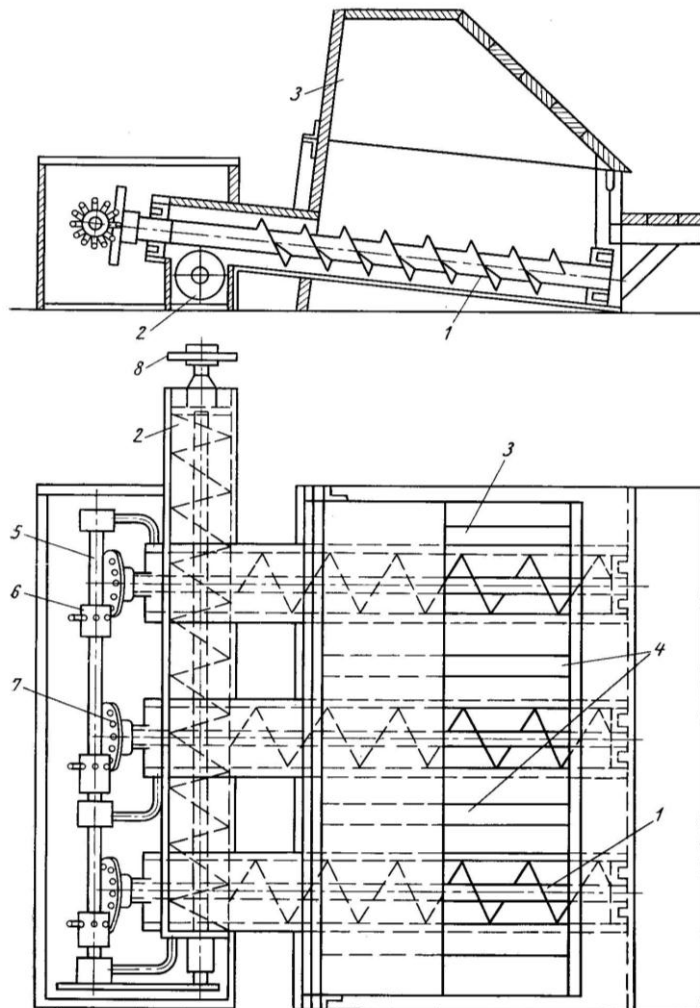
შემრევის (ნახ.3.4) ძირითადი ნაწილებია: ჩამტვრითი 1, ქვედა შნეკი 2, ჩამჩებიანი ელევატორი 3, ზედა შნეკი 4, ბუნკერი 5, ამრევი 6, შიბერი 7 და გამომშვები მილყელი 8.

შერევა მიმდინარეობს შემდეგნაირად. როდესაც შიბერი 7 დაკეტილია ბუნკერი 5 ივსება შესარევი კომპონენტებით. შემდეგ შიბერი იხსნება და ქვედა შნეკის 2, ჩამჩებიანი ელევატორით 3 და ზედა შნეკით 4 კვლავ ჩაედინება ბუნკერში 5, საიდანაც თვითდინებით კვლავ მიეწოდება ქვედა შნეკს 2. ამრიგად, პროდუქტის

მრავალჯერადი ცირკულირებით მიიღწევა კომპონენტების თანაბარი შერევა.

გავრცელებულ მოწყობილობას წარმოადგენს უწყვეტი ქმედების შნეკური ტიპის პროპორციული შემრევი (ნახ.3.5), რომელიც გამოიყენება პურის ქარხნებში სხვადასხვა შემადგენლობის ფქვილის შესარევად რეცეპტურით დადგენილი პროპორციით.

შემრევი შედგება რამოდენიმე მკვებავი 1 და ერთი შემრევი 2 შნეკებისაგან. კვებავი შნეკების ბრუნვის სისწირეები და შესაბამისად ნარევის შემადგენლობა იცვლება 6-7 მასრული გადაცემის ფარდობის ცვლილებით. ამ მიზნით მასრულ ვარსკვლავს 6 გადაადგილებენ დერძულად ლილვის 5 გასწვრივ და მოსდებენ მასრულ ბადროს 7 სხვადასხვა დიამეტრზე. ყოველ მასრულ ვარსკვლავს აქვს 14 კბილი სფეროსებური თავებით, ხოლო მასრულ დისკებზე კონცენტრულად, სამ რიგად განლაგებულია 14; 21 და 28 რაოდენობის ნახვრეტები.



ნახ.3.5. უწყვეტი ქმედების შნეკური ტიპის პროპორციული შემრევი

ერთდროულად შესარევი მასალების რაოდენობა განისაზღვრება სექციების 3 რაოდენობით. ნარევის შემადგენელი ნაწილების რაოდენობის შესაძლო თანაფარდობა სამსექციანი შემრევის შემთხვევაში, მოცემულია 3.1 ცხრილში.

ნარევში შემავალი სხვადასხვა სახის ფქვილის ფარდობითი ვარიანტები

ცხრილი 3.1

შნეკის ნომერი	ვ ა რ ი ა ნ ტ ე ბ ი							
	1		2		3		4	
	ნახვრე- ტების რაოდე- ნობა	ნარევის %	ნახვრე- ტების რაოდე- ნობა	ნარევის %	ნახვრე- ტების რაოდე- ნობა	ნარევის %	ნახვრე- ტების რაოდე- ნობა	ნარევის %
1	14	33,3	14	37,5	14	40,0	14	42,8
2	14	33,3	14	37,5	14	40,0	21	28,6
3	14	33,3	21	25,0	28	20,0	21	28,6

ცხრ.3.1-ის გაგრძელება

შნეკის ნომერი	ვ ა რ ი ა ნ ტ ე ბ ი							
	5		6		7		8	
	ნახვრე- ტების რაოდე- ნობა	ნარევის %	ნახვრე- ტების რაოდე- ნობა	ნარევის %	ნახვრე- ტების რაოდე- ნობა	ნარევის %	ნახვრე- ტების რაოდე- ნობა	ნარევის %
1	14	46,2	14	50,0	21	36,4	21	40,0
2	21	30,7	28	25,0	21	36,4	28	30,0
3	28	23,1	28	25,0	28	27,2	28	30,0

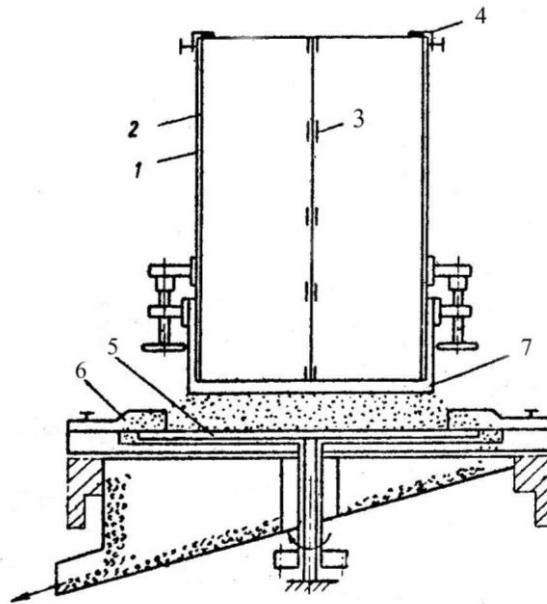
შემრევს მაქსიმალური მწარმოებლობა ექნება იმ შემთხვევაში, როდესაც მკვებავი შნეკების მასრული ვარსკვლავების კბილები მოღებაში იქნებიან დისკოების იმ რიგზე, რომელსაც აქვს 14 ნახვრეტი, მინიმალური კი – 28 ნახვრეტიან რიგზე.

**3.3. მბრუნავთეფშიანი შემრევი მოწყობილობა**

ფხვიერი მასალების პროპორციული შემრევი მანქანების რიგს მიეკუთვნება ნახ.3.6-ზე ნაჩვენები მოწყობილობა [11].

შემრევი შეგდება ვერტიკალური ცილინდრისაგან 1, რომელშიც ჩადგმულია რადიალური ტიხრები 2, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებული არიან პეტლებით 3. ტიხრების მობრუნებით ერთმანეთის მიმართ, ცილინდრში მიიღება შერევის პროპორციის შესაბამისი ტევადობის სექტორული მოცულობები. ტიხრების ფიქსირება სასურველ მდებარეობაში ხორციელდება ქანჩების 4 საშუალებით. ცილინდრის ქვეშ მოთავსებულია თეფშისებური, მბრუნავი განმტვირთი მოწყობილობა 5, რომელზედაც მასალა ცვივა ცილინდრის (სექტორების) ღია

ბოლოდან და იკავებს მასზე წაკვეთილი კინუსის ფორმას, ბუნებრივი დახრის კუთხით. თეფშიდან მასალის გადმოცლა წარმოებს უძრავი მომკვეთი დანებით 6.



ნახ.3.6. ფხვიერი მასალების პროპორციული შემრევი

შემრევის მწარმოებლობის რეგულირება შესაძლებელია სამი გზით: ტელესკოპური ცილინდრის 7 ვერტიკალური გადაადგილებით; მომკვეთი დანების 6 რადიალური გადაადგილებით; თეფშის 5 ბრუნვის სიხშირის შეცვლით.

შერევის დადგენილი რეცეპტურის მისაღებად საჭიროა სექტორული მოცულობების, ანუ მათი შესაბამისი ცენტრალური კუთხეების პროპორციული შერჩევა ისე, რომ ჯამში მივიღოთ სრული 360°.

თუ დადგენილია შერევის რეცეპტურა - კომპონენტების მასური მიწოდება დროში, ანუ  $q_1, q_2, q_3 \dots q_n$  კგ/სთ და მათი მოცულობითი მასები ( $\rho$ ) თანაბარია, მაშინ სექტორული მოცულობების ცენტრალური კუთხე გამოითვლება მარტივი პროპორციით

$$\alpha_i = \frac{q_i \cdot 360^\circ}{\sum_{i=1}^n q_i}$$

მაგრამ, როდესაც შესარევი კომპონენტების მოცულობითი მასები განსხვავებულია, მაშინ ჯერ უნდა განვსაზღვროთ შემრევი დანადგარის მოცულობითი მწარმოებლობა ფორმულით

$$Q = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{\rho_i} = \frac{q_1}{\rho_1} + \frac{q_2}{\rho_2} + \frac{q_3}{\rho_3} \dots \frac{q_n}{\rho_n}, \text{ მ}^3 / \text{სთ},$$

შემდეგ განისაზღვრება ცალკეული სექტორული მოცულობების ცენტრალური კუთხეები

$$\alpha_i = \frac{q_i \cdot 360^\circ}{\rho_i \cdot Q}$$

### 3.4. ბლანტი პროდუქტების შემრევი მოწყობილობები

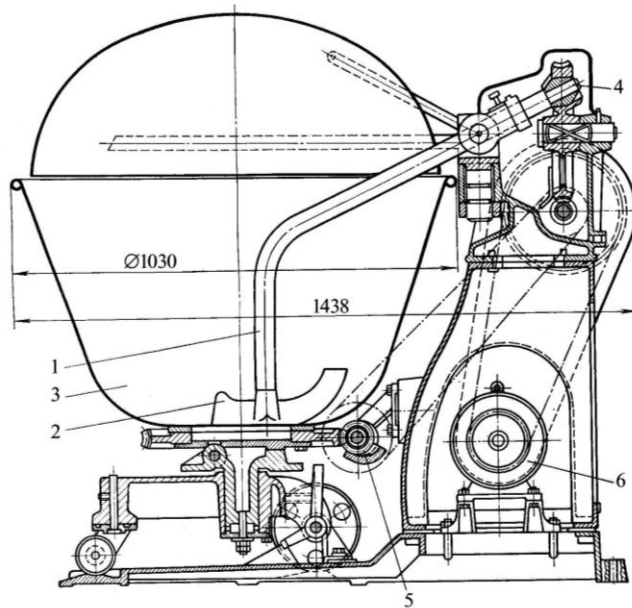
ბლანტი პროდუქტების შერევა აუცილებელი ტექნოლოგიური პროცესია კვების მრეწველობის მთელი რიგი საწარმოებისათვის, როგორებიცაა პურის, ხორცის, საკონდიტრო, საკონსერვო და სხვა მრავალი საწარმო. ხშირად ბლანტი პროდუქტი მიღება მშრალი მასალის თხევადფაზიან კომპონენტთან შერევით, ისე როგორც ეს ხდება მაგალითად, ცომის მომზადების დროს. ასეთ შემთხვევაში კომპონენტები შერევის დროს იცვლიან საწყის, განსხვავებულ ფიზიკურ თვისებებს და გარდაიქმნებიან ერთგვაროვან ბლანტ მასად.

#### 3.4.1. პერიოდული ქმედების ცომის საზელი მანქანა

ბლანტი პროდუქტების შემრევი მოწყობილობები, ისევე როგორც - ფხვიერი მასალების, გვხვდებიან პერიოდული და უწყვეტი ქმედების. პერიოდული შემრევის ერთერთ სახეს სარმოადგენს ცომის საზელი მანქანა, რომლის სქემა ნახვენებია ნახ.3.7-ზე.

მანქანა შედგება ურიკაზე დამაგრებული ვარცლისაგან 3, რომელშიც მოთავსებულია მომზელი ორგანო 2. ეს უკანასკნელი დასმულია მოხრილ ბერკეტზე 1, რომლის ბოლო 4 სახსრულად ჩამაგრებულია ჭია კბილანის დისკში ექსცენტრულად. ჭია კბილანის ბრუნვის შედეგად ორმაგსახსრული ბერკეტი 1 მუშა ორგანოს ანიჭებს მოზელვისათვის საჭირო ტრაექტორიას. ვარცლი 3 ბრუნავს საკუთარი ღერძის ირგვლივ ჭია კბილანური გადაცემით 5. მანქანა მოძრაობას იღებს საერთო ამძრავიდან 6.

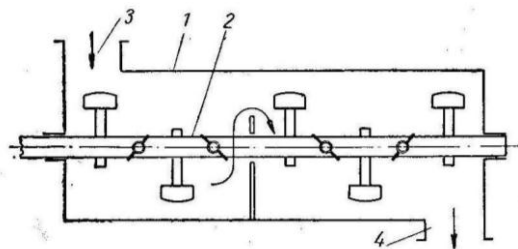
მანქანის ვარცლის მოცულობაა - 140-330 ლ; მოზელვის ხანგრძლივობა 6-8წთ; მწარმოებლობა - 1-2 ტ/სთ.



ნახ.3.7. პერიოდული ქმედების ცომის საზელი მანქანა

### 3.4.2 უწყვეტი ქმედების ცომის საზელი მანქანა

ბლანტი პროდუქტების უწყვეტი ქმედების შემრევის ერთერთ სახეს წარმოადგენს ცომსაზელი მანქანა, რომლის პრინციპული სქემა მოცემულია ნახ.3.8-ზე.



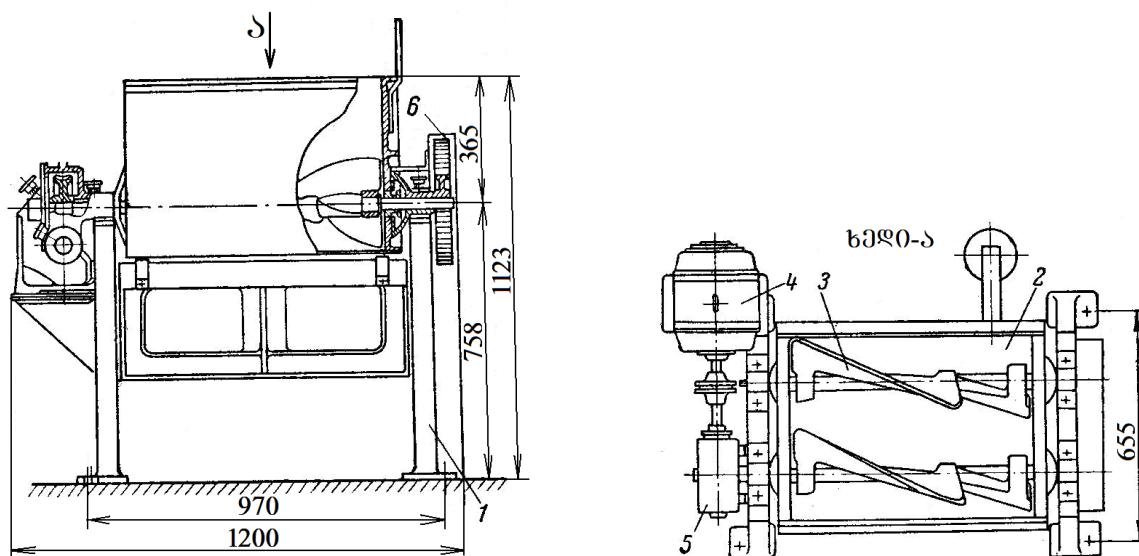
ნახ.3.8. უწყვეტი ქმედების ცომის საზელი მანქანის პრინციპული სქემა

მანქანა შედება ვარცლისაგან 1, რომელშიც ჩადგმულია კორიზონტალური ლილვი 2 მასზე დახრილად განლაგებული შემრევი ლოპატებით. ვარცლში კომპონენტები მიეწოდება ხერელიდან 3, ხოლო მოზელილი მასის გამოტვირთვა წარმოებს მილყელიდან 4. ლოპატების ლილვზე დახრილად განლაგება უზრუნველყოფს ცომის როგორც ინტენსიურ მოზელას, ასევე – მის ღერძულ გადაადგილებას გამოსასვლელი მილყელისკენ. ამრიგად, მანქანაში როგორც კომპონენტების მიწოდება, ასევე მოზელილი ცომის გამოსვლა მიმდინარეობს უწყვეტ ნაკადში.



### 3.4.3. ხორცის ფარშის შემრევი მანქანა

ძევეულის საწარმოებში საჭიროა სხვადასხვა ხარისხის და ცხიმინობის ხორცის, აგრეთვე სხვა ინგრედიენტების შერევა, რის შემდეგაც მზადდება ფართო ასორტიმენტის ხორცის პროდუქტები: ძეხვი, სოსისი, სარდელი, პილმენი, ღვეხელი და სხვა. ამ მიზნით გამოიყენება ლოპატებიანი ფარშის შემრევი მანქანები. ერთერთი ასეთი პერიოდული ქმედების მანქანის სქემა ნაჩვენებია ნახ.3.9-ზე.



ნახ.3.9. ფარშის შემრევი პერიოდული ქმედების მანქანა

მანქანის ძირითადი ნაწილებია: დგარი 1, ვარცლი 2, ძის ფორმის ორი ცალი შემრევი ლოპატი 3, ელექტროძრავა 4, ჭია რედუქტორი 5 და ლოპატებს შორის ცილინდრული კბილანური გადაცემა 6. ლოპატები 3 ვარცლში 2 განლაგებული არიან პორიზონტალურ სიბრტყეში, პარალელურად და ბრუნავენ ურთიერთშემხვედრი მიმართულებით. ლოპატების ფრთების მოხაზულობა და მათი ურთიერთსაწინააღმდეგო ბრუნვა უზრუნველყოფს ფარშის ინტენსიურ არევას. ვარცლის დაცლა წარმოებს მისი შემობრუნებით სპეციალური მექანიზმის დახმარებით.

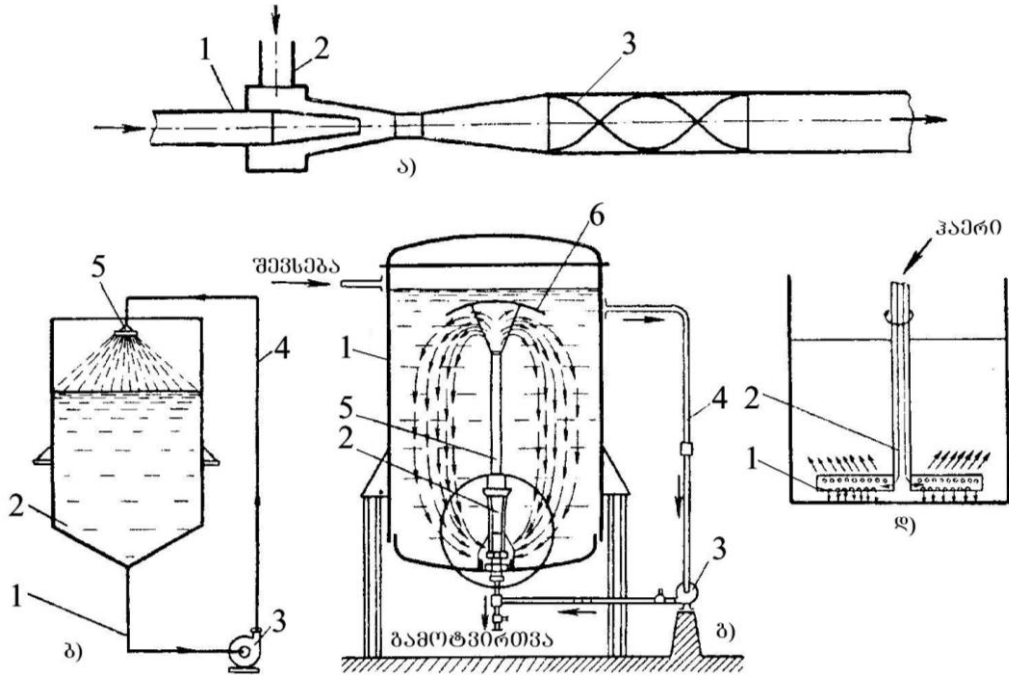
### 3.5. კვების თხევადი პროდუქტების შემრევი მოწყობილობები

კვების თხევადი პროდუქტების შემრევი მოწყობილობები ფართოდ გამოიყენება საკონდიტრო, პურსაცხობ, მაკარონის, მეღვინეობის, ლუდის და სხვა მრავალ კვების საწარმოში. მათი დანიშნულებაა: ხსნარების, ემულსიების, სუსპენზიების მომზადება; თბური, ქიმიური და ბიოქიმიური პროცესების ინტენსიფიკაცია; პროდუქტების დამუშავება მათთვის განსაზღვრული კონსისტენციის მინიჭების

მიზნით.

კვების თხევად პროდუქტების შერევას ახორციელებენ როგორც მექანიკური შემრევებით, ასევე სხვა მეთოდებითაც, მაგალითად მილგაყვანილობებით, ცირკულაციით, შეკუმშული ჰაერით და სხვა.

მილგაყვანილობებში შერევის ყველაზე მარტივ მოწყობილობას წარმოადგენს ორი მილის V-სებური შეერთება (ნახ.10,ა), რომელთაგან ორივეში მიედინება სითხე.



ნახ.3.10. კვების თხევად პროდუქტების არამექანიკური შემრევი მიწყობილობების სქემები

შესარევი სითხეები მიეწოდებიან მილებიდან 1 და 2. შერევის ეფექტს მნიშვნელოვნად ზრდის მილში სპირალური ხეის მსგავსი დეტალის 3 ჩადგმა, რომელიც ზრდის ნაკადის ტურბოლენტურობას.

მილგაყვანილობებში მიზანშეწონილია ნაკლებად ბლანტი პროდუქტების შერევა. რომლებიც კარგად ერევიან ერთმანეთში.

ცირკულაციურ შერევას აწარმოებენ ჭურჭელში 2 (ნახ.3.10,ბ) სითხის მრავალჯერადი გადასხმით, რომელიც ხორციელდება გამომშვები მილით 1, ტუმბოთი 3, მიმწოდი მილით 4 და გამშხეფით 5.

ცირკულაციურ შემრევს მიეკუთვნება ნახ.3.10,გ-ზე მოცემული სქემა, სადაც ცირკულაცია წარმოებს ჭურჭელში 1 შემწოვი 4 და დამჭირხნი 5 მილებით ტუმბოს 3 დახმარებით. დამჭირხნი 5 მილში ჩადგმულია საქშენი 2, ზემოდან კი მოთავსებულია სითხის ამრეკლი. ასეთი კონსტრუქცია უზრუნველყოფს სითხის კარგ ტურბოლენტურ დინებას და შერევას.

პნევმატიკურ შერევას ახორციელებენ ჭურჭელში მოთავსებული

პერფორირებული მილით, რომელშიც მიეწოდება შეკუმშული ჰაერი. სითხეში გავლისას ჰაერი იწვევს მის ბარბოტირებას და შერევას. პნევმატიკური შერევის ნაკლოვან მხარეს წარმოადგენს ის, რომ მათ იყენებენ მხოლოდ დაბალი დინამიკური სიბლანტის მქონე სითხეებისათვის.

შერევის ინტენსივობის ამადლებისათვის იყენებენ პნევმატიკური და მექანიკური შერევის კომბინირებულ მეთოდს (ნახ.3.10,დ). ჭურჭელში მოთავსებულია ვერტიკალური, ღრუტანიანი მილი, რომელზედაც დამაგრებულია ასევე ღრუტანიანი პერფორირებული ფრთა 1. მილში 2 მიეწოდება შეკუმშული ჰაერი, რომელიც ფრთის 1 გავლით შედის სითხეში და იწვევს მის ბარბოტირებას. სითხეების შერევა ხორციელდება როგორც ფრთის ბრუნვით, ასევე ჰაერის მოძრაობით.

### 3.5.1. კვების თხევადი პროდუქტების მექანიკური შემრევი მოწყობილობები

კვების თხევადი პროდუქტების შერევისათვის ყველაზე დიდი გავრცელება ჰპოვეს მექანიკურმა შემრევმა მოწყობილობებმა, რომლებიც აღჭურვილი არიან სხვადასხვა სახის მუშა ორგანოებით. უმრავლეს შემთხვევაში მუშა ორგანო წარმოადგენს ვერტიკალურ ან ჰორიზონტალურ ლილვზე დამაგრებულ სხვადასხვა კონფიგურაციის ფრთებს, რომლებიც ბრუნვითი მოძრაობით ინტენსიურად ზემოქმედებენ შესარევ სითხეებზე. სიჩქარის მიხედვით მექანიკური შემრევები იყოფა ნელმავალ (ფრთებიანი) და ჩქარმავალ (ტურბინული და პროპლერული) შემრევებად. მათ მიერ შექმნილი სითხის ნაკადის ხაიათის მიხედვით მექანიკური შემრევი შეიძლება იყოს ტანგენციალური, რადიალური, ღერძული და სითხის შერეული მოძრაობით.

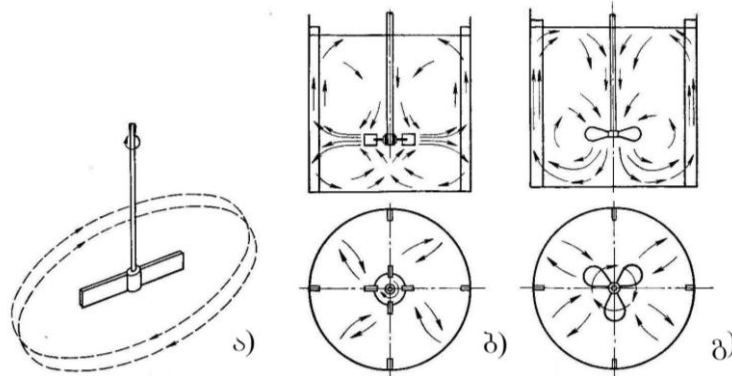
ტანგენციალური მოძრაობის დროს (ნახ.3.11,ა) სითხე ჭურჭელში მოძრაობს მუშა ორგანოს მოძრაობის ტრაექტორიის შესაბამისად. სითხის ღერძულ გადაადგილებას პრაქტიკულად ადგილი არა აქვს. შერევა წარმოებს ფრთების კონტურზე წარმოქმნილი გრივალით. ტანგენციალური დინება დამახასიათებელია სწორფრთიანი შემრევებისათვის დაბალი ბრუნვის დროს.

რადიალური დინების დროს (ნახ.3.11,ბ) სითხე ჭურჭელში მოძრაობს მუშა ორგანოდან რადიალური მიმართულებით. სითხის რადიალური დინების მისაღწევად აუცილებელია, რომ ცენტრიდანული ძალა იყოს მეტი გარშემომყოფი სითხის წინააღმდეგ. ცენტრიდანული ძალა, რომელსაც შემრევი აწვითარებს დამოკიდებულია მუშა ორგანოს დიამეტრზე და ბრუნვის სიხშირეზე.

ღერძული დინების დროს (ნახ.3.11,გ) ჭურჭელში სითხე შედის და გამოდის

მუშა ორგანოს ბრუნვის ღერძის პარალელურად.

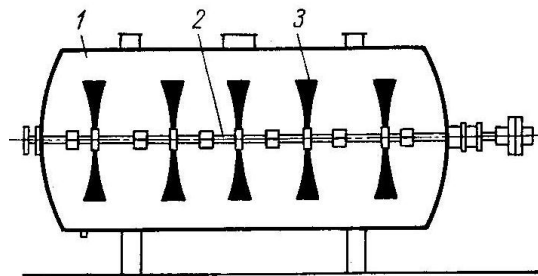
შემრევეების უმრავლეს სახეობებში მიმდინარეობს სითხის შერეული დინება, რაც შედეგია ზემოთგანხილული დინებათა კომპლექსური მოქმედების. შერეულ დინებას ჰქმნის მაგალითად დახრილფრთებიანი მუშა ორგანოები. ამ დროს წარმოიქმნება როგორც ტანგენციალური, ასევე ღერძული დინებები.



ნახ.3.11. მექანიკურ შემრევეებში სითხის მოძრაობის ტიპები

### 3.5.2. კვების თხევადი პროდუქტების ლოპატებიანი შემრევი მოწყობილობები

აღნიშნული შემრევეები მიეკუთვნებიან მექანიკურ მოწყობილობებს, რომელთა მუშა ორგანოზე დამაგრებულია სწორკუთხა კვეთის ლოპატები ბრუნვის ღერძისადმი პერპენდიკულარულად ან დახრილად (ნახ.3.12).



ნახ.3.12. კორიზონტალური, ლოპატებიანი შემრევი

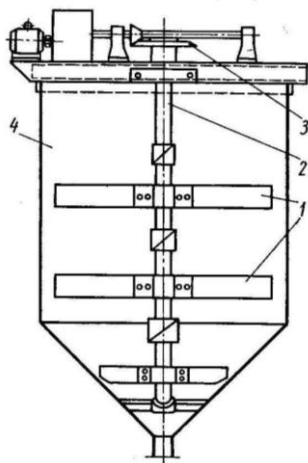
ლოპატებიანი შემრევეების ძირითად ზომებს ირჩევენ შესარევი სითხეების სიბლანტისაგან დამოკიდებულებით. ისეთი სითხეებისათვის, რომელთა დინამიკური სიბლანტე შეადგენს  $1 \text{ ნ.წმ/მ}^2$  – მდე, ერთლილვიანი შემრევეებისათვის იღებენ ძირითადი პარამეტრების შემდეგ თანაფარდობას:

$$\frac{d}{D} = 0,66...0,9; \quad \frac{h}{D} = 0,1...0,2; \quad \frac{y}{D} = 0,1...0,3; \quad \frac{H}{D} = 0,8...1,3 ,$$

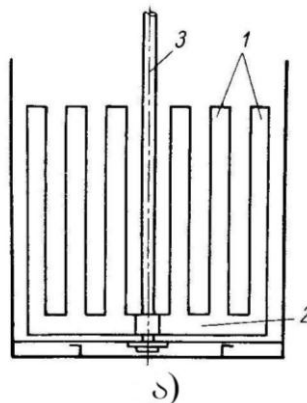
სადაც  $d$  - შემრევის როტორის გარე დიამეტრია, მ;  $D$  - შემრევის ჭურჭლის შიგა დიამეტრია, მ;  $h$  - შემრევის ლოპატის სიმაღლეა, მ;  $\gamma$  - ლოპატიდან ჭურჭლის ძირამდე მანძილია, მ;  $H$  - ჭურჭელში სითხის დონის სიმაღლეა, მ.

ღრმა ჭურჭლებში 1 სითხეების შერევის ტურბოლენცობის გაზრდის მიზნით, ჰორიზონტალურ ლილვზე 2 რამოდენიმე რიგად ამაგრებენ ლოპატებს 3. შესარევი სითხეების სიბლანტისაგან დამოკიდებულებით, რიგებს შორის მანძილს ირჩევენ 0,3-დან 0,8დ-მდე. ასეთი ტიპის შემრევის უპირატესობას წარმოადგენს კონსტრუქციის სიიაფე, ხოლო ნაკლოვან მხარეს – სითხის უმნიშვნელო ღერძული გადაადგილება, რაც ამცირებს შერევის ეფექტურობას. გარდა ამისა, მათი გამოყენება შესაძლებელია ისეთი სითხეებისათვის, რომელთა დინამიკური სიბლანტე არ აღემატება 1 ნ.წმ/მ<sup>2</sup>.

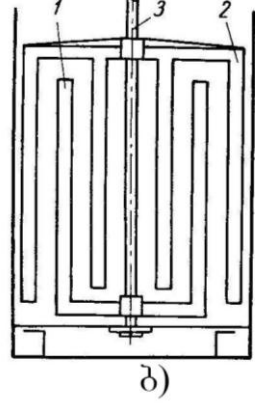
ვერტიკალურ ჭურჭლიანი შემრევი (ნახ.3.13) აღჭურვილი არიან ვერტიკალური ლოპატებიანი ლილვებით. შერევის გაუმჯობესების მიზნით



ნახ.3.13. ვერტიკალური ლოპატებიანი შემრევი



ნახ.3.14. სავარცხლისებური შემრევის სქემები:  
ა) – ერთმაგი: 1- ვერტიკალური ლოპატი; 2- ჰორიზონტალური ლოპატი; 3- ლილვი; ბ) ორმაგი: 1-ქვედა სავარცხელი; 2- ზედა სავარცხელი; 3- ლილვი.

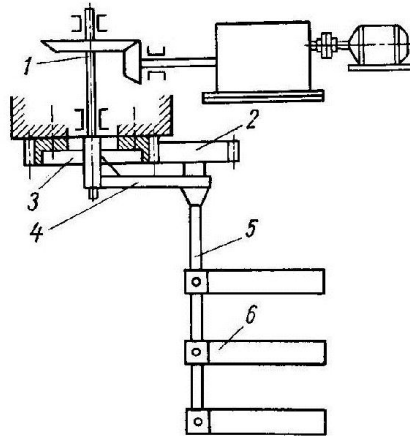


ლოპატები ლილვზე დამაგრებული არიან ჰორიზონტისადმი 30-45<sup>0</sup>-იანი დახრილი კუთხით, ამასთან ლოპატების ყოველი წყვილი მეზობელი ლოპატების მიმართ განლაგებული არიან სწორი კუთხით. ამის გამო, ჭურჭელში წარმოიქმნება შესარევი სითხეების ღერძული ნაკადი. ანალოგიური შემრევის ლილვის ბრუნვის სიხშირეს იღებენ ზღვრებში- 20...100 ბრ/წთ.

სავარცხლისებური შემრევი წარმოადგენენ ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ლოპატების შერწყმას. კონსტრუქციული შესრულებით ისინი შეიძლება იყვნენ ერთმაგი (ნახ.3.14,ა) და ორმაგი (ნახ.3.14,ბ). ამ უკანასკნელში ერთი სავარცხლის ვერტიკალური ლოპატები შედიან მეორე სავარცხლის ლოპატებს

შორის არეში. ამასთან, სავარცხლები ბრუნავენ ურთიერთ შემხვედრი მიმართულებით, რაც ზრდის შერევის ეფექტს. სავარცხლისებური შემრევები გამოიყენება ისეთი კვების სითხეების შესარევად, როდესაც მიზანშეუწონელია მათი წრიული მოძრაობა ჭურჭელში.

**პლანეტარული შემრევები** (ნახ.3.15) გამოიყენება დიდი ტევადობის ჭურჭლებში სითხეების ინტენსიური შერევისათვის. მათ მუშა ორგანოს წარმოადგენს ლოპატე-



ნახ.3.15. პლანეტარული შემრევის მუშა ორგანო

ბიანი 6 ლილვი, რომელიც ექსცენტრულად თავსდება ჭურჭელში და მოძრაობაში მოდის ცენტრალური ლილვიდან 1 პლანეტარული 2-3-4 მექანიზმით. ლოპატები 6 ასრულებენ რთულ ბრუნვით მოძრაობას – საკუთარი ლილვის და შემრევის ცენტრალური ლილვის მიმართ. ლოპატების პლანეტარული მოძრაობის გამო ჭურჭელში მოთავსებული მთელი სითხე თანმიმდევრობით მოდის შეხებაში ლოპატებთან, რაც უზრუნველყოფს ინტენსიურ შერევას.

გარდა განხილულისა, კვების მრეწველობაში გამოიყენებიან შემრევები სხვადასხვა მუშა ორგანოებით: პროპელერული, ტურბინული, კონუსური, ვიბრაციული და სხვა.

შემრევებში მიმდინარე პროცესები ღრმად შეისწავლება კვების საწარმოთა პროცესების და აპარატების, აგრეთვე კვების საწარმოთა მოწყობილობების გაანგარიშებისა და კონსტრუირების საფუძვლების კურსებში. აქ მოვიყვანთ მხოლოდ შემრევებისათვის მოთხოვნილი სიმძლავრის საანგარიშო ფორმულების საბოლოო სახეს.

ჰორიზონტალურ ლოპატებიანი შემრევებისათვის მოთხოვნილი სიმძლავრე განისაზღვრება ფორმულით

$$P = 0,0038 \psi \cdot \rho \cdot n^3 \cdot h \cdot d^4 \cdot z, \text{ კვტ,}$$

სადაც  $\psi$  - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს სითხის ნაკადის კვეთის

ფართობის ზრდას ლოპატის ელემენტარულ ფართთან შეფარდებით და მისი სიდიდე იცვლება 1,1...2,0 ზღვრებში;  $\rho$  - სითხის მოცულობითი მასაა, კგ/მ<sup>3</sup>;  $n$  - შემრევის ლილვის ბრუნვის სისშირეა წმ-ში;  $z$  - ლოპატის სიმაღლეა, მ;  $d_1$  - ლოპატის დიამეტრია, მ;  $d_2$  - ლოპატების რიცხვია.

ვერტიკალურ ლოპატებიანი შემრევებისათვის მოთხოვნილი სიმძლავრე განისაზღვრება ფორმულით

$$P = 0,0038 \cdot \psi \cdot \rho \cdot n^3 \cdot h \cdot z (d_1^4 - d_2^4), \text{ კვტ,}$$

სადაც  $d_1$  და  $d_2$  - შესაბამისად ლოპატების გარე და შიგა დიამეტრებია, მ.

## 4. ნედლეულის და პროდუქტების მადოზირებელი მოწყობილობები

კვების საწარმოო პროცესებში ძალზე მნიშვნელოვანია ნედლეულის და შუალედური პროდუქტების ზუსტი, დოზირებული მიწოდება, როგორც გადამამუშავებელ ტექნოლოგიურ მოწყობილობებში, ასევე შიგასაქარხნო ტრანსპორტირების დანადგარებში, რაც განაპირობებს სამუშაო რეჟიმების სტაბილურობას. ძირითადი მოთხოვნები, რასაც უნდა აკმაყოფილებდნენ მადოზირებელი მოწყობილობები არის მაღალი მწარმოებლობა და მიწოდების სიზუსტე.

კვების მრეწველობაში გამოიყენება დოზირების როგორც წონითი, ასევე მოცულობითი მეთოდი. სიზუსტის თვალსაზრისით უპირატესობა ენიჭება პირველს, მაგრამ მოცულობითი დოზირების მეთოდს გააჩნია მთელი რიგი უპირატესობანი, რაც განაპირობებს ამ მეთოდის ფართო გამოყენებას. ეს უპირატესობებია: კონსტრუქციის სიმარტივე, მაღალი მწარმოებლობა, საიმედოება, პროცესის ნაკადურობა, ადვილი მომსახურება და სხვა. ამიტომ, თანამედროვე მაღალმწარმოებლური ნაკადური ხაზები უპირატესად აღჭურვილია მოცულობითი დოზატორებით.

მუშა ციკლის მიხედვით დოზატორები გვხვდება პერიდული, ანუ პორციული და უწყვეტი ქმედების. ამ შემთხვევაშიც, პროცესის ნაკადურობის და მაღალი მწარმოებლობის თვალსაზრისით უპირატესობა ენიჭება უწყვეტი ქმედების დოზატორებს, თუმცა ფართო გამოყენება აქვთ პორციულ დოზატორებსაც.

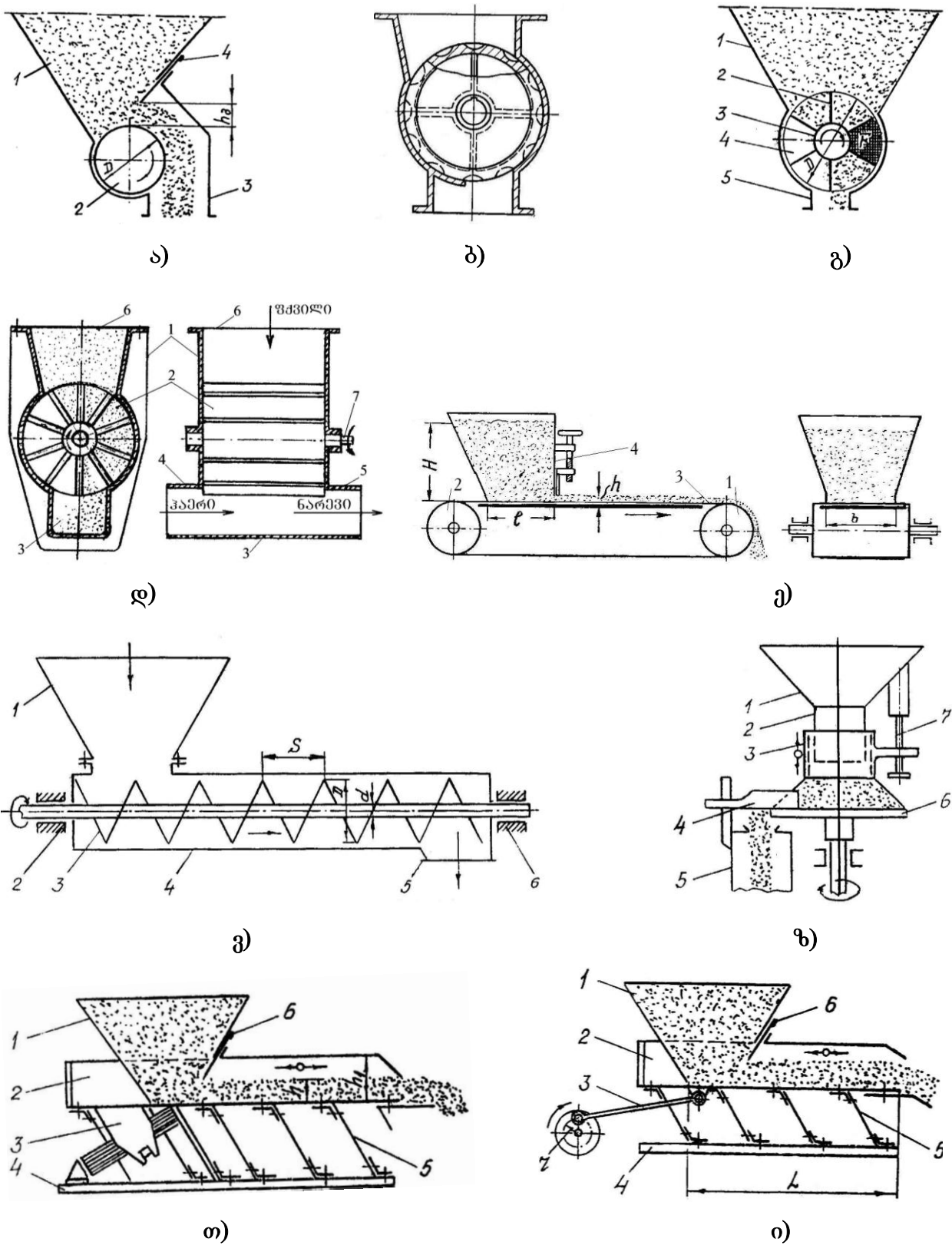
ფუნქციონალური დანიშნულებით, კვების საწარმოებში დოზატორები გამოიყენება ფხვიერი, თხევადი, ბლანტი, პლასტიკური და სხვა სტრუქტურის ნედლეულის და შუალედური პროდუქტების დოზირებული მიწოდებისათვის სხვადასხვა ტექნოლოგიურ ოპერაციებზე. ნედლეულის თვისებებისაგან დამოკიდებულებით და განსხვავებული ტექნოლოგიური მოთხოვნების გამო, დოზატორები გამოირჩევიან კონსტრუქციული მრავალფეროვნებით. ქვემოთ განვიხილავთ კვების მრეწველობის საწარმოებში გავრცელებულ დოზატორების სახეებს.

### 4.1. ფხვიერი პროდუქტების დოზატორები

ფხვიერი პროდუქტების დოზატორების გამოიყენების უპირატესი სფეროებია: მარცვლის გადამამუშავებელი კომბინატები; საკონსერვო და პურის ქარხნები; საკონდიტრო და კვების კონცენტრატების საწარმოები; ჩაის ფაბრიკები და მრავალი სხვა.



ნახ.4.1-ზე ნაჩვენებია ფხვიერი პროდუქტების დოზატორების გაგრძელებული სახეების პრინციპული სქემები.



ნახ.4.1. ფხვიერი პროდუქტების დოზატორების გაგრძელებული სახეები:

ა)-დოლური; ბ)-როტორულ-ჯიბეებიანი; გ)-სექტორული; დ)-სექტორული-პნევმოტრანსპორტის დანადგარებში; ე)-ლენტური; ვ)-შნეკური; ზ)-თევზისებური; თ)-ვიბრაციული-ელექტრომაგნიტური ამძრავით; ი)-რხევითი - მექანიკური ამძრავით.

ა, ბ, გ, დ – მოწყობილობები მიეკუთვნებიან როტორული ტიპის დოზატორებს. “ა” სქემაზე დოზატორის მუშა ორგანოს წარმოადგენს გლუვზედაპირიანი დოლი 2, რომელიც დაყენებულია ხვიშირის 1 ქვეშ. დოლის ბრუნვის შედეგად, მასალასთან წარმოქმნილი ხახუნი იწვევს მის გამოტვირთვას მილყელიდან 3. დოზირებული რეგულირდება შიბერით 4. ასეთი მკვება – დოზატორი დანიშნულია საშუალო და წვრილდისპერსული მასალებისათვის. რადგან მასალის გამოტვირთვა ხდება ხახუნის ხარჯზე, მათი გამოყენება მიუღებელია ისეთი პროდუქტებისათვის, რომლებიც ხახუნის გამო ადვილად ქუცმაცდებიან და კარგავენ ხარისხობრივ თვისებებს. გარდა ამისა, ასეთ დოზატორებს აქვთ დაბალი სიზუსტე, რადგანაც დოლის გლუვი ზედაპირის გამო ადგილი აქვს სრიალს და მასალის მიწოდების უთანაბრობას, განსაკუთრებით მსხვილი დისპერსული მასალების შემთხვევაში. დადებით მხარედ უნდა ჩაითვალოს კონსტრუქციის სიმარტივე და ადვილი დამზადება.

ასეთი დოზატორის მწარმოებლობა გამოითვლება ფორმულით

$$Q = \pi \cdot D \cdot n \cdot \ell \cdot h \cdot \rho \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 \text{ კგ/წთ,}$$

სადაც  $D$  - დოლის დიამეტრია, მ;  $n$  - დოლის ბრუნვის სიხშირეა, ბრ/წთ;  $\ell$  - დოლის მუშა სიგრძეა, მ;  $h$  - მასალის გამოსასვლელი ხვრელის სიმაღლეა შიბერსა და დოლს შორის, მ;  $\rho$  - მასლის მოცულობითი მასაა, კგ/მ<sup>3</sup>;  $\psi_1$  - დოლის მასალაზე სრიალთ გამოწვეული მიწოდების დანაკარგის კოეფიციენტი და მასალის თვისებებისგან დამოკიდებულებით შეიძლება იცვლებოდეს 0,8...0,95 ზღვრებში;  $\psi_2$  - მიწოდების უთანაბრობის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია მასალის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე (ძირითადად ნაწილაკების სიდიდეზე).

“ბ” სქემაზე მოცემულია ჯიბეებიანი დოზატორის სქემა, სადაც დოლის ზედაპირზე გაკეთებულია სეგმენტური კვეთის გრძივი ღარები, ანუ ჯიბეები. კორპუსის ზედა ნაწილში ხდება ჯიბეების შევსება მასალით, ხოლო ქვედა ნაწილში კი – დაცლა. ასეთი დოზატორი უპირატესად გამოიყენება წვრილდისპერსული მასალებისათვის. მის გამო, როტორი კორპუსში მოითხოვს მჭიდროდ ჩასმას.

ასეთი დოზატორის მწარმოებლობა გამოითვლება ფორმულით

$$Q = m \cdot n \cdot W \cdot \rho \cdot \psi \text{ კგ/წთ,}$$

(4.1)

სადაც  $m$  - დოლზე ჯიბეების რაოდენობაა;  $n$  - დოლის ბრუნვის სიხშირეა, ბრ/წთ;  $W$  - ერთი ჯიბის მოცულობაა, მ<sup>3</sup>;  $\rho$  - მასლის მოცულობითი მასაა, კგ/მ<sup>3</sup>;

$\psi$  - მასალის მიწოდების კოეფიციენტი.

“გ” სქემაზე ნაჩვენებია სექტორული დოზატორი, რომლის დოლი 3 რადიალური ფრთებით 2 დაყოფილია სექტორულ მოცულობებად 4, განივი კვეთის ფართით. დოლი მოთავსებულია ხვიმირის 1 ქვეშ კორპუსში და ასრულებს უწყვეტ ბრუნვით მოძრაობას. ხვიმირის მხარეს შევსებული სექტორების დაცლა წარმოებს კორპუსის ქვედა არეში. მასალა ჩამოედინება მილყელიდან 5.

ანალოგიური კონსტრუქცია აქვს “დ” სქემაზე მოცემულ დოზატორსაც, რომელსაც რამდენადმე განსხვავებული კორპუსი აქვს. იგი გამოიყენება პნევმატიკური ტრანსპორტის დანადგარებში, კერძოდ ფქვილის ტრანსპორტირებისათვის. 1-კორპუსია; 2- სექტორული მოცულობები; დოზატორი ქვედა ნაწილით მიერთებულია პნევმატიკური ტრანსპორტის გამტარ მილთან 3. ფქვილი მიეწოდება ხვიმირიდან 6. როტორის ბრუნვის შედეგად (ლილვით 7) ფქვილი დოზირებულად ჩაედინება მილში 3, სადაც მილყელიდან 4 მიეწოდება შეკუმშული ჰაერი. ფქვილისა და ჰაერის ნარევი გამოდის მილყელიდან 5, რომელიც მიერთებულია პნევმატიკური ტრანსპორტის მილსადინართან. აღნიშნული კონსტრუქცია მოითხოვს როტორის მჭიდრო ჩასმას კორპუსში, რისთვისაც ხშირად ფრთებზე ამაგრებენ რეზინის საფენებს.

“გ” და “დ” სქემებზე ნაჩვენები დოზატორების მწარმოებლობა განისაზღვრება (4.1) ფორმულით. ამ შემთხვევებში, ფორმულაში შემავალი  $W$  იქნება ერთი სექტორის მოცულობა.

“ე” სქემაზე წარმოდგენილია ლენტური დოზატორი, რომლის მუშა ორგანოა წამყვან 1 და ამყობ 2 დოლებზე გადადებული უწყვეტი ლენტი 3, რომლის თავზე, მცირე ღრეხითი მოთავსებულია ხვიმირა 4 მიწოდების სარეგულირებელი შიბერით წინა კედელზე. წარმოებლობის საანგარიშო ფორმულას აქვს სახე

$$Q = b \cdot h \cdot v \cdot \rho \cdot \psi \quad \text{კგ/წმ}, \quad (4.2)$$

სადაც  $b$  - ლენტის მუშა სიგანეა, მ;  $h$  - ლენტზე მასალის ფენის სისქეა, მ;  $v$  - ლენტის მოძრაობის სიჩქარეა, მ/წმ;  $\rho$  - მასლის მოცულობითი მასაა, კგ/მ<sup>3</sup>;  $\psi$  - მასალის მიწოდების კოეფიციენტი.

დოზატორის ძალოვანი ანგარიშისათვის მნიშვნელობა აქვს  $\ell$  და  $H$  ზომებს, რომლებიც განსაზღვრავენ ლენტზე მასალისაგან გადაცემულ დატვირთვას.

“ვ” სქემაზე მოცემულია კვების მრეწველობის მრავალ დარგში ძალზე გავრცელებული შნეკური დოზატორის სქემა. იგი ხშირად გამოიყენება აგრეთვე როგორც სატრანსპორტო საშუალება სხვადასხვა ფხვიერი მასალისათვის. მისი

მუშა ორგანოა უწყვეტი შნეკი 3, რომელიც ჩასმულია კორპუსში 4 და დაყრდნობილია საკისრებზე 2 და 6. მასალა მიეწოდება მიმღები ხვიშირიდან 1, ხოლო გამოტვირთვა წარმოებს მიღყელიდან 5.

შნეკური დოზატორის მწარმოებლობას ანგარიშობენ ფორმულით

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} s \cdot n \cdot \rho \cdot \psi \text{ კგ/წთ,}$$

სადაც  $D$  - შნეკის გარე დიამეტრია, მ;  $d$  - შნეკის ლილვის დიამეტრია, მ;  $s$  - შნეკის ბიჯია, მ;  $n$  - შნეკის ბრუნვის სიხშირეა, ბრ/წთ;  $\rho$  - მასლის მოცულობითი მასაა, კგ/მ<sup>3</sup>;  $\psi$  - შნეკის მოცულობითი შევსების კოეფიციენტი.

“ზ” სქემაზე ნაჩვენებია პურის ქარხნებში ფართოდ გავრცელებული თეფშისებური დოზატორი, რომელიც დანიშნულია ფქვილის დოზირებულად მიწოდებისთვის. მის მუშა ორგანოს წარმოადგენს მბრუნავი ბადრო 6, რომლის თავზე განლაგებულია მიმღები ხვიშირა 1 ცილინდრული დაბოლოებით 2 და მასზე ტელესკოპურად დასმული მილით 3. ბადროს ზედაპირთან, მცირე ღრეხით, დამაგრებულია ფქვილის მომკვეთი დანა 4.

ფქვილი ხვიშირიდან 1 იყრება ბადროზე 6 და იშლება ბუნებრივი დახრის კუთხით. ბადროს ბრუნვის შედეგად, უძრავი დანა მოკვეთს ბადროდან ფქვილს, რომელიც იყრება მიმართველ დარში 5.

დოზატორის მწარმოებლობის რეგულირება შესაძლებელია სამი გზით: ტელესკოპური მილის 3 ვერტიკალური გადაადგილებით; მომკვეთი დანის 4 რადიალური გადაადგილებით; ბადროს 6 ბრუნვის სიხშირის შეცვლით.

მწარმოებლობის განსაზღვრისათვის განვიხილოთ საანგარიშო სქემა (ნახ.4.2).

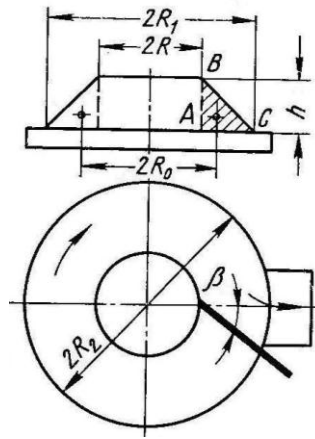
ბადროს ერთი შემობრუნების დროს დანის (რომელიც ბადროს ჰორიზონტალური ღერძის მიმართ დახრილია  $\beta$  კუთხით) მიერ მოკვეთილი რგოლის განივკვეთის ფართი  $F$  წარმოადგენს  $ABC$  სამკუთხედს. ამ რგოლის მოცულობა ტოლია

$$V_0 = 2\pi R_0 F$$

მწარმოებლობა ტოლი იქნება

$$Q = 2\pi R_0 F \cdot n \cdot \rho, \tag{4.3}$$

სადაც  $n$  – ბადროს ბრუნვის სიხშირეა, ბრ/წთ;  $\rho$  - მასალის მოცულობითი მასაა.



ნახ.4.2. თეფშისებური დოზატორის მწარმოებლობის საანგარიშო სქემა

ABC სამკუთხედის ფართი ტოლია

$$F = \frac{h(R_1 - R)}{2} = \frac{h^2}{2 \operatorname{tg} \alpha}$$

აქ  $R_1$ - მასალის კონუსის ფუძის რადიუსია;  $R$ - ტელესკოპური მილის შიგა რადიუსი;  $h$ - მილის აწევის სიმაღლეა;  $\alpha$ - კონუსის ფუძესთან მდებარე კუთხეა ( $C$  კუთხე).

რგოლის რადიალური კვეთის სიმძიმის ცენტრის მანძილი ბადროს ბრუნვის ღერძამდე ტოლია

$$R_0 = R + \frac{R_1 - R}{3} = R + \frac{h}{3 \operatorname{tg} \alpha}$$

(4.3) ფორმულაში  $R_0$ -ის და  $F$ -ის მნიშვნელობების შეტანით მივიღებთ თეფშისებური დოზატორის მწარმოებლობის საანგარიშო ფორმულას

$$Q = \frac{\pi h^2 n \rho}{\operatorname{tg} \alpha} \left( R + \frac{h}{3 \operatorname{tg} \alpha} \right).$$

“თ” და “ი” სქემებზე ნაჩვენებია შესაბამისად ვიბრაციული და რხევითი დოზატორების სქემები. განსხვავება მათ შორის არის ამძრავის კონსტრუქციაში. ერთ შემთხვევაში გვაქვს ელექტრომაგნიტური, ხოლო მეორე შემთხვევაში მექანიკური ამძრავი მრუდმხრა-ბარბაცა მექანიზმის სახით. ორივე შემთხვევაში მასალის გადამტანს წარმოადგენს დარი 2, რომელიც ეყრდნობა დახრილ, ბრტყელ ზამბარებს (ფოლადის ან მაგარი ჯიშის ხის). ზამბარები დამაგრებული არიან დარზე და საყრდენ ფილაზე 4. დარში მასალის ჩატვირთვა წარმოებს ხვიშირიდან 1, ხოლო განტვირთვა დარის წინა ნაწილიდან. დარში მასალის ფენის სიმაღლე რეგულირდება შიბერის 6 საშუალებით.

ღარის გასწვრივ მასალის მოძრაობა წარმოებს შემდეგნაირად: ღარი წინ გადაადგილებისას ერთდროულად იწვევა ზემოთ. ამასთან, მასალის სიმძიმისა და ინერციის ძალების მოქმედების შედეგად, ღარის ძირზე იქმნება მნიშვნელოვანი წნევა, რომელიც იწვევს ხახუნის ძალას. ეს ძალა საკმარისია იმისათვის, რომ ღარმა წინ წარიტაცოს მასალა. შემდეგ, ღარი მკვეთრად იცვლის მოძრაობის მიმართულებას – უკუსვლით, ხოლო მასალა ინერციის ძალის მოქმედებით განაგრძობს სრიალს წინ ღარის ზედაპირზე. ამას ხელს უწყობს ღარის უკან დაბრუნების დროს წნევის და შესაბამისად ხახუნის ძალის შემცირება ღარის ძირზე.

ღარის ზედაპირზე მასალის გადაადგილების ხასიათი და სინქარე დამოკიდებულია ისეთ ძირითად პარამეტრებზე როგორებიცაა: რხევის სიხშირე; რხევის ამპლიტუდა; ვიბრაციის კუთხე; ღარის დახრის კუთხე ჰორიზონტისადმი და სხვა. ეს საკითხები გაანალიზებული იყო 2.8 და 2.9 პარაგრაფებში. მწარმოებლობა განისაზღვრება (4.2) ფორმულის ანალოგურად, სადაც  $\nu$  ამ შემთხვევაში ღარში მასალის გადაადგილების საშუალო სინქარეა.

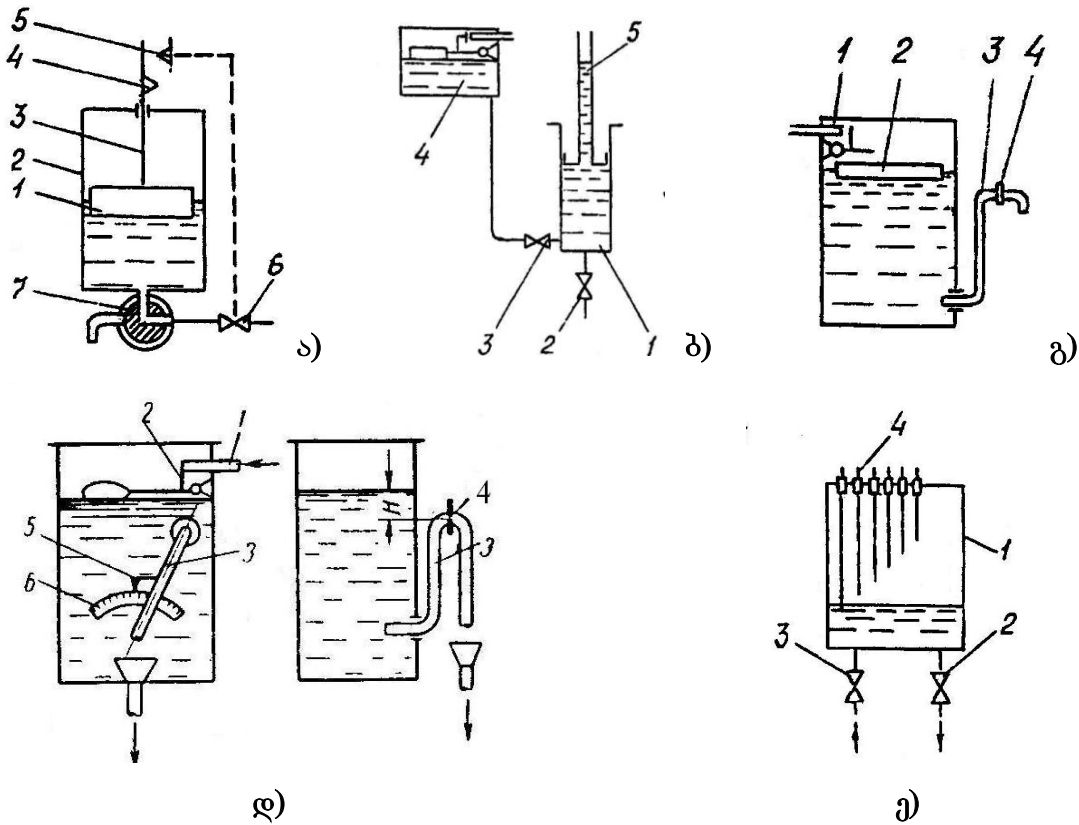
## 4.2. სითხეების დოზატორები

კვების საწარმოო პროცესები მოითხოვენ როგორც თხევადი კომპონენტების დოზირებულ მიწოდებას ტექნოლოგიურ ოპერაციებზე, ასევე მზა თხევადი პროდუქტების დაფასობას დოზირების მაღალი სიზუსტით. ისევე როგორც ფხვიერი პროდუქტების შემთხვევაში, სითხეების დოზატორებიც გვხვდება პერიოდული და უწყვეტი ქმედების, დოზირება კი ხორციელდება უპირატესად მოცულობითი პრინციპით.

თხევადი კომპონენტების დოზატორები გამოირჩევიან მარტივი კონსტრუქციით, მაშინ როდესაც მზა პროდუქტების დამფასობელი მოწყობილობები წარმოადგენენ მაღალი კლასის რთულ ავტომატებს.

თხევადი კომპონენტების დოზირების რამოდენიმე სქემა წარმოდგენილია ნახ.4.3-ზე. “ა” სქემაზე მოცემულია პორციული სითხის ტივტივიანი დოზატორი. მზომ ტევადობაში 2 სითხე მიეწოდება ელექტრომაგნიტური სარქველის 6 და ორპოზიციანი ონკანის გავლით. ტევადობის შევსებისას ტივტივა 1 ღეროსთან 3 ერთად იწვევა ზევით. როდესაც, ტევადობა შეივსება სითხის მოცემული პორციით, ღეროზე დამაგრებული კონტაქტი 4 შეეხება უძრავ კონტაქტს 5, შეიკვრება წრედი და ელექტრომაგნიტური სარქველი 6 გადაკეტავს სითხის მიწოდებას. პორციის

ოდენობა რეგულირდება ღეროზე 3 კონტაქტის 4 გადაადგილებით. ონკანის 90<sup>0</sup> -ით შემობრუნების შემდეგ, წარმოებს მოზომილი პორციის მიწოდება დანიშნულებით. ამის შემდეგ, ტივტივა 1 ღეროსთან 3 ერთად დაიწვეს ქვევით, კვლავ ჩაირთვება კონტაქტები 4 და 5, გაიხსნება ელექტრომაგნიტური სარქველი 6 და ციკლი მეორდება.



ნახ.4.3. თხევადი კომპონენტების დოზატორები

“ბ” სქემაზე ნახვენებია ასევე პორციული დოზატორი სითხის ფიქსირებული დონით. მზომი მოცულობა 1 სითხის ავზთან 4 დაკავშირებულია მილით. ავზში ტივტივა მექანიზმით უზრუნველყოფილია სითხის მუდმივი დონე. მზომ მოცულობაში ჩადგმულია მცირე დიამეტრის საჰაერო მილი 5. სითხე მოცულობაში შედის ონკანის 3 გავლით. მოცულობა ივსება მანამ, სანამ სითხე გადაკეტავს საჰაერო მილის ქვედა ბოლოს, რის შემდეგაც სითხე შედის საჰაერო მილში და ზიარჭურჭლების პრინციპით იკავებს რეზერვუარში მყოფი სითხის დონეს. ამის გამო მოცულობაში სითხის შესვლა შეწყდება, გადაიკეტება ონკანი 3 , გაიხსნება ონკანი 2 და მზომი მოცულობიდან ჩამოვა სითხის საჭირო პორცია, რომლის მოცულობა რეგულირდება მაღალი სიზუსტით, საჰაერო მილის 5 მზომ მოცულობაში 1 ვერტიკალური გადაადგილებით.

“გ” სქემაზე წარმოდგენილია დროსელური უწყვეტი ქმედების დოზატორი,

რომელშიდაც ტივტივა მექანიზმით 2 უზრუნველყოფილია სითხის მუდმივი დონე. სითხე ტევადობაში შედის მილით 1, ხოლო ჩამოედინება მილით 3, რომელზედაც დაყენებულია დროსელი 4. ეს უკანასკნელი უზრუნველყოფს სითხის მუდმივი ნაკადით უწყვეტ მიწოდებას.

“დ” სქემაზე ნაჩვენებია სითხის უწყვეტი ქმედების დოზატორი. ავზში სითხე შედის მილით 1. ტივტივა სარქველით 2 უზრუნველყოფს სითხის მუდმივ დონეს. ავზის წინა კედელზე სახსრულად მიმაგრებულია მუხლისებური ჩამომშვები მილი 3, რომლის სხვადასხვა კუთხით შემობრუნებით ვერტიკალის მიმართ, შესაძლებელია ჰიდროსტატიკური დაწნევის რეგულირება მილის მუხლის კვეთში 4 და სესაბამისად რეგულირდება დოზატორის მწარმოებლობაც. მილის 3 მობრუნების კუთხე აღინიშნება ისრით 5 სკალაზე 6, რომელიც ტარირებულია მწარმოებლობის მიხედვით.

“ე” სქემაზე მოცემულია ელექტრული დოზატორი, რომელიც გამოიყენება ელექტროგამტარი ხსნარების (მაგალითად მარილხსნარი) პორციული მიწოდებისათვის. მზომ ტევადობაში 1 სითხის დონის ფიქსაცია ხორციელდება სხვადასხვა სიგრძის ელექტროდების სისტემის დახმარებით, რომელთაგან ყველაზე გრძელი მუდმივად არის მიერთებული ელექტროწრედის ერთერთ პოლუსთან, ხოლო დანარჩენი ელექტროდების მიერთება საწინააღმდეგო პოლუსთან ხდება გადამრთველით. სითხის შეშვება ტევადობაში და გამოშვება ხორციელდება ელექტრომაგნიტური სარქველებით 2 და 3. როდესაც სითხე შედის ტევადობაში ის პირველად შეხებაში მოდის გრძელ ელექტროდთან. შევსება მიმდინარეობს მანამ, სანამ სითხის დონე არ მიაღწევს წრედში მეორე პოლუსთან მიერთებულ რომელიმე ელექტროდამდე. ამის შედეგად, შეიკვრება წრედი, ჩაიკეტება სარქველი 3, ხოლო 2 კი გაიხსნება და ხსნარის პორცია გამოიყოფა ტევადობიდან. რადგანაც ელექტროდები საფეხურებად არიან განლაგებული, ამიტომ პორციების რეგულირებაც საფეხურიანია.

#### 4.2.1. კვების თხევადი პროდუქტების დაფასოების მეთოდები

კვების თხევადი პროდუქტების დოზატორებს მიეკუთვნებიან დამფასოებელი ავტომატები, რომლებზეც წარმოებს პროდუქტების ჩამოსხმა სხვადასხვა ფორმისა და ტევადობის ტარაში.

ჩამოსასხმელი პროდუქტის თვისებებისაგან დამოკიდებულებით არსებობს სითხეების ჩამოსხმის რამოდენიმე მეთოდი, კერძოდ, გრავიტაციული, იზობარული



და ვაკუუმური. გრავიტაციული მეთოდი გულისხმობს სახარჯო რეზერვუარიდან სითხის თვითდინებით ჩამოსხმას ჭურჭელში ნორმალური, ატმოსფერული წნევის პირობებში. ასეთი მეთოდი გამოიყენება ისეთი პროდუქტებისათვის, რომლებიც არ შეიცავენ მსუბუქ, აქროლად კომპონენტებს.

**იზობარული** ჩამოსხმის დროსაც სითხის ჩამოდინება ჭურჭელში წარმოებს გრავიტაციულად, მხოლოდ ატმოსფერულზე ჭარბი წნევის პირობებში, რომელიც იქმნება როგორც სახარჯო რეზერვუარში, ასევე ჭურჭელში. ასეთი მეთოდით ჩამოსხმება გაზიანი სასმელები, რომლებიც შეიცავენ ნახშირორჟანგს (შუშხუნა ღვინოები, ლუდი, მინერალური და ხილელი წყლები).

**ვაკუუმური** ჩამოსხმისთვის იყენებენ ორ სქემას, ერთ შემთხვევაში გაიშვიათება იქმნება ჭურჭელში, ხოლო მეორე შემთხვევაში გაიშვიათება იქმნება როგორც ჭურჭელში, ასევე სახარჯო რეზერვუარში. ასეთ მეთოდს იყენებენ ისეთი პროდუქტების ჩამოსასხმელად, რომლებიც შეიცავენ არომატულ და აქროლად ნივთიერებებს და მათი აერაცია ყარყოფითად მოქმედებს ხარისხის მაჩვენებლებზე.

ჩამომსხმელ ავტომატებში სითხეების დოზირებისათვის გამოიყენება ორი მეთოდი – მოცულობითი და მუდმივ დონემდე ჩამოსხმა. პირველი მეთოდი გულისხმობს სახარჯო რეზერვუარიდან სითხის გამოყოფას მაღალი სიზუსტის მზომ მოცულობაში (მზომ ჭიქაში), საიდანაც ჩამოსხმება ჭურჭელში. მეორე შემთხვევაში სითხე ჭურჭელში ჩამოსხმება ერთ მუდმივ დონემდე. ვინაიდან, ჭურჭლის მოცულობას აქვს გარკვეული ცდომილება, ამტომ მუდმივ დონემდე ჩამოსხმის სიზუსტე ნაკლებია მოცულობით ჩამოსხმასთან შედარებით. ამდენად, მოცულობითი დოზირების მეთოდი გამოიყენება შედარებით ძვირადღირებული პროდუქტების დფასოებისთვის.

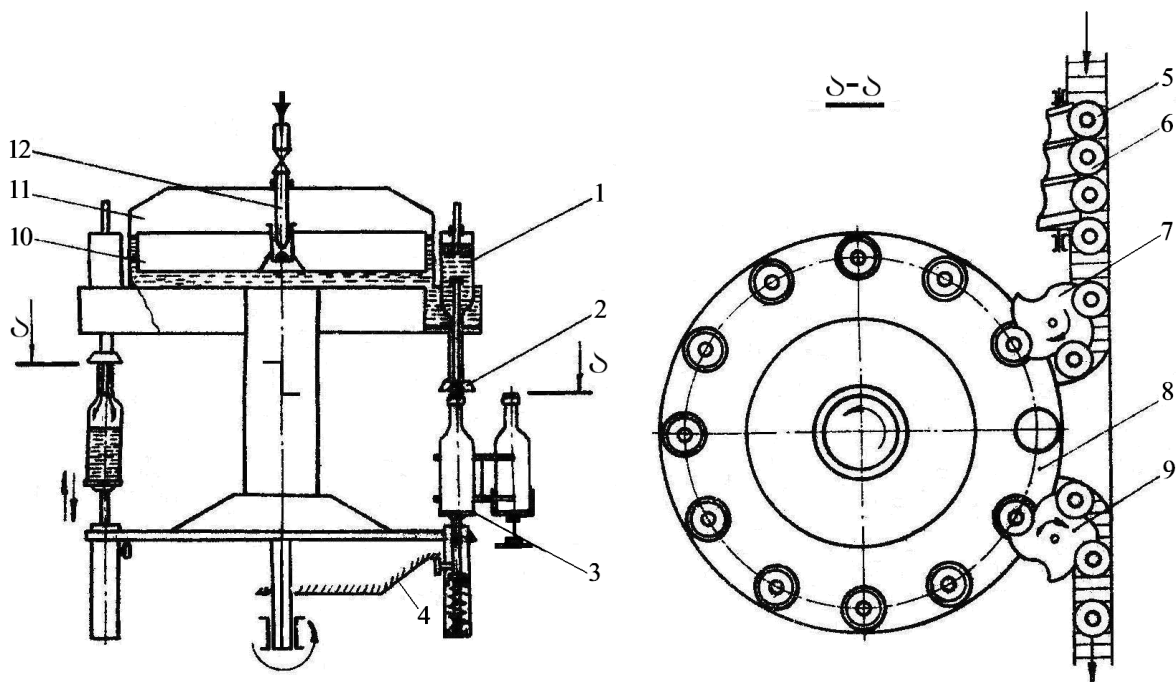
#### **4.2.2. კვების თხევადი პროდუქტების დამფასოებელი მოწყობილობები**

კონსტრუქციული ნიშნით, ჩამომსხმელი ავტომატები გვხვდება საზოვანი ტიპის და კარუსელური. მაღალმწარმოებლურ ნაკადურ ხაზებში, როგორც წესი, გამოიყენება კარუსელური ავტომატები, რომელთა მწარმოებლობა იცვლება საკმაოდ დიდ დიაპაზონში – 6...48 ათასი ბოთლი საათში.

მიუხედავად კარუსელური ავტომატების კონსტრუქციული მრავალფეროვნებისა მათ მაინც გააჩნიათ მსგავსი მუშა ორგანოები და კომპანების სქემები. ერთერთი ასეთი კარუსელური ავტომატის სტრუქტურული სქემა წარმოდგენილია ნახ.4.4-ზე.

ავტომატი შედგება შემდეგი ძირითადი კვანძებისაგან: სითხის დოზატორი

(მზომი ჭიქა)1, ბოთლების მაცენტრებელი თაღფაქი 2, ბოთლების ამწევი მაგიდა 3, კოპირი 4, ტრანსპორტიორი 5, ბოთლების ბიჯმზომი შნეკი 6, კარუსელზე ბოთლების შემტანი 7 და გამომტანი 9 ვარსკვლავები, კარუსელი 8, რეზერვუარში სითხის დონის რეგულატორი 10, რეზერვუარი 11 და სითხის მიმწოდი მილი 12.

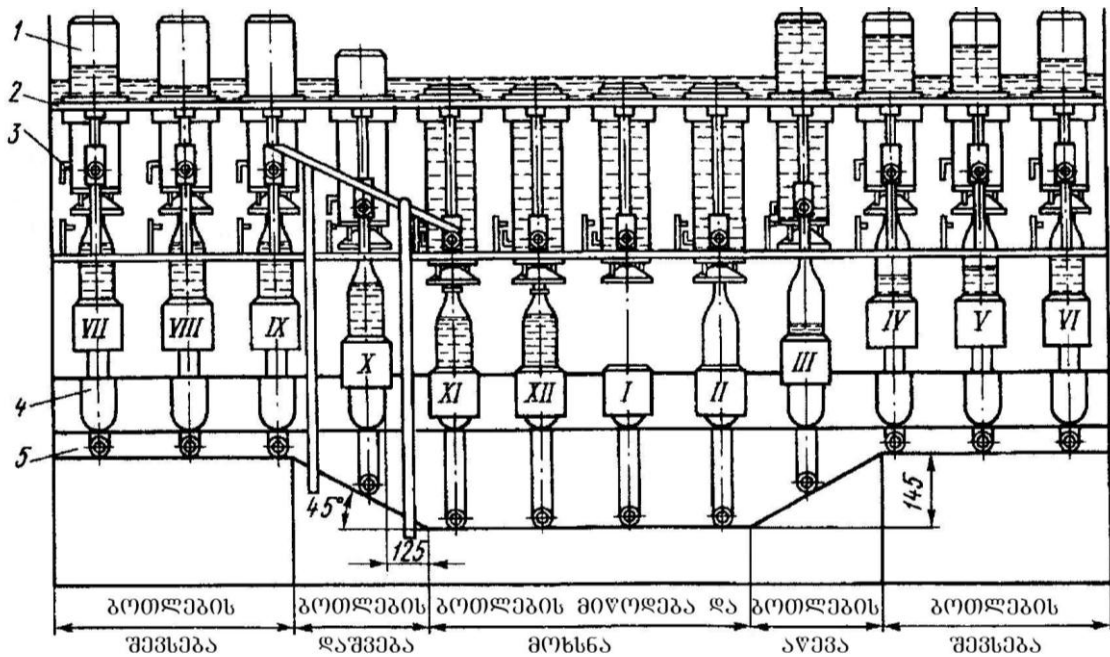


ნახ.4.4. ჩამომსხმელი ავტომატის ძირითადი კვანძების კომპანების სქემა

ავტომატი მუშაობს შემდეგნაირად: ბოთლები ავტომატს მიეწოდება ჩამომსხმელი ხაზის კონვეიერით 5. შნეკი 6, თანაბარი დისტანციით აშორებს ბოთლებს და აწვდის ვარსკვლავს 7, რომელსაც ისინი შეაქვს კარუსელზე 8 და ათავსებს ამწევი მაგიდებზე 3. კარუსელის ბრუნვის დროს, ამწე მაგიდები ბოთლთან ერთად გადაადგილდებიან ვერტიკალურად ზევით და ბოთლის ყელი მიებრჯინება ჩამომსხმელ თავს 2. ამ დროს სითხის დოზატორებში 1 (მზომ ჭიქებში) არსებული დოზა ჩაედინება ბოთლში, რომლის შევსების შემდეგ მაგიდა კოპირით 4 (ან სხვა მექანიზმით) გადაადგილდება ქვევით და ვარსკვლავა 9 მოხსნის ბოთლს კარუსელიდან და მოათავსებს მას კონვეიერზე 5.

რეზერვუარში 11 სითხე მიეწოდება მილით 12. რეზერვუარში გათვალისწინებულია სითხის დონის ტივტივა-რეგულატორი 10.

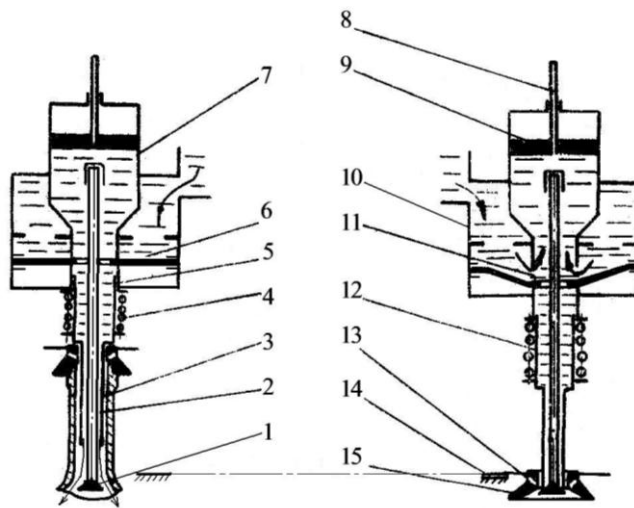
ნახ.4.5-ზე მოცემულია ჩამომსხმელი ავტომატის განფენილი ტექნოლოგიური ციკლოგრამის ერთერთი სახე.



ნახ.4.5. ჩამომსხმელი ავტომატის განფენილი ტექნოლოგიური ციკლოგრამა  
 1- სითხის დოზატორი; 2- სახარჯო რეზერვუარი; 3- დოზატორის საცობი-  
 სებური ონკანის გადამრთველი; 4- ამწვეი მაგიდა; 5- კოპირი.

#### 4.2.2.1. ჩამომსხმელი ავტომატების მოცულობითი დოზატორები

ნახ.4.6-ზე მოცემულია ავტომატის ჩამომსხმელი თავის მუშაობის პრინციპული სქემა, რომლის ძირითად ელემენტს წარმოადგენს მზომი ჭიქა 7. ჭიქა მოთავსებულია სითხის რეზერვუარის კოლექტორში 10. ყოველი ჭიქისათვის კოლექტორში გათვალისწინებულია დიაფრაგმა 6. ჭიქის ცენტრალურ ნაწილში ჩადგმულია უძრავი მილაკი 2, რომლის ქვედა ბოლოზე დამაგრებულია სარქველი 1, ხოლო ზედა ნაწილი კი დახშულია. თავის მხრივ მილაკი ჩასმულია სითხის ჩამომსხმელ მილში 12, რომელზედაც სრიალის ჩასმით დახშულია მილისა 5. მილისას ქვედა ბოლო ეყრდნობა სარქველს 1, ხოლო ზედა ბოლო კი ებრჯინება დიაფრაგმას 6. მილისასა და მილის მილტუჩებს შორის მოთავსებულია ზამბარა 4. ჩამომსხმელი მილის ბოლოზე დამაგრებულია ბოთლის ყელის მაცენტრებული თალფაქი 15, რომლის ქვედა კიდურა მდებარეობა განისაზღვრება წრიული საყრდენით 14. თალფაქი აღჭურვილია ჰაერის გამოსასვლელი ხვრელებით 13. სითხის დოზის რეგულირების მიზნით მზომ ჭიქაში მოთავსებულია დეჟში 9, რომელსაც გააჩნია ვერტიკალური გადაადგილების შესაძლებლობა. დეჟშიზე დამაგრებულია საჰაერო მილაკი 8. კოლექტორიდან 10 სითხე ხვრელების 11 გავლით შედის მზომ ჭიქებში 7 და ზიარტურტლების პრინციპით იკავებს რეზერვუარში მყოფი სითხის შესაბამის დონეს.

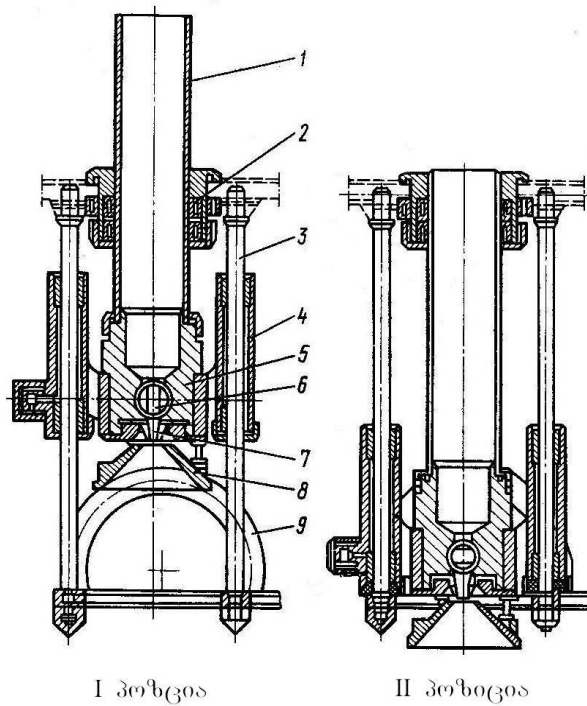


ნახ.4.6. ავტომატის ჩამომსხმელი თავის მუშაობის პრინციპული სქემა

ბოთლის აწვევისას თაღფაქი მიებრჯინება მილის 12 საფეხურს და გადაადგილებს ზევით, რის შედეგად ზამბარა 4 იკუმშება და მილისა 5 მიებრჯინება დიაფრაგმას 6. ეს უკანასკნელი გამოჰყოფს მზომ ჭიქას რეზერვუარის არედან. მილის 12 გადაადგილებასთან ერთად იხსნება სარქველი 1 და სითხე ჭიქიდან მილაკსა და მილს შორის არსებული რგოლური არხის 3 გავლით ჩაედინება ბოთლში. ბოთლში მყოფი ჰაერი ატმოსფეროში გამოიდევნება თაღფაქის ხვრელებიდან. შევსების შემდეგ ბოთლი ეშვება ქვევით და მილისა 5 ზამბარის 4 დახმარებით ბრუნდება საწყის მდგომარეობაში, კვლავ იხსნება დიაფრაგმა 6, იკეტება სარქველი 1 და ჩამოსხმის ციკლი მეორდება.

ნახ.4.7-ზე წარმოდგენილია მოცულობითი დოზირების კიდევ ერთი სქემა.

დოზირი მოქმედებს შემდეგნაირად: მზომი ჭიქა 1 მოთავსებულია სახარჯო რეზერვუარში. II პოზიციაში ჭიქა მთლიანად ჩაძირულია სითხეში და ივსება ზედა ღია ბოლოდან. ბოთლი აწვევის დროს მიებრჯინება მაცენტრებელ თაღფაქს 8 და ასწვევს მაღლა. თაღფაქთან ერთად გადაადგილდება ზევით მზომი ჭიქაც 1, რომელიც ხისტად არის დაკავშირებული თაღფაქთან. ჭიქა აიწვევს რეზერვუარში სითხის დონეზე უფრო მაღლა, რითაც ჭიქაში არსებული სითხე განცალკევდება რეზერვუარში მყოფი სითხისაგან. ამის შემდეგ, საცობზე დამაგრებული სახელური (ნახაზზე ნაჩვენები არ არის) წამოედება უძრავ საყრდენს, შემოაბრუნებს საცობს და სითხე მზომი ჭიქიდან ჩაედინება ბოთლში (I პოზიცია). შემდეგ ბოთლის დაწვევასთან ერთად მზომი ჭიქაც ეშვება დაბლა კოპირის დახმარებით, იძირება სითხეში და მუშაობის ციკლი მეორდება.

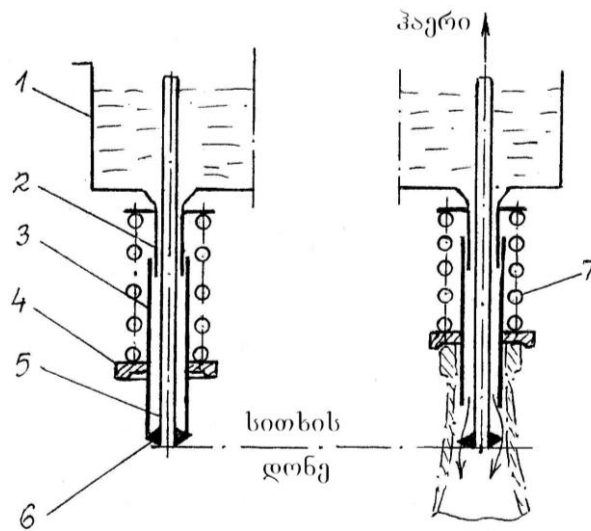


ნახ.4.7. მოცულობითი დოზირების სქემა

1- მზომი ჭიქა; 2- შემამჭიდროებელი; 3- ძელი; 4- კრონ-  
შტეინი; 5- ონკანის კორპუსი; 6- საცობი; 7- კონუსური  
საცმი; 8- თალფაქი; 9- თასმა.

#### 4.2.2.2. მუდმივ დონემდე დოზირების სქემა

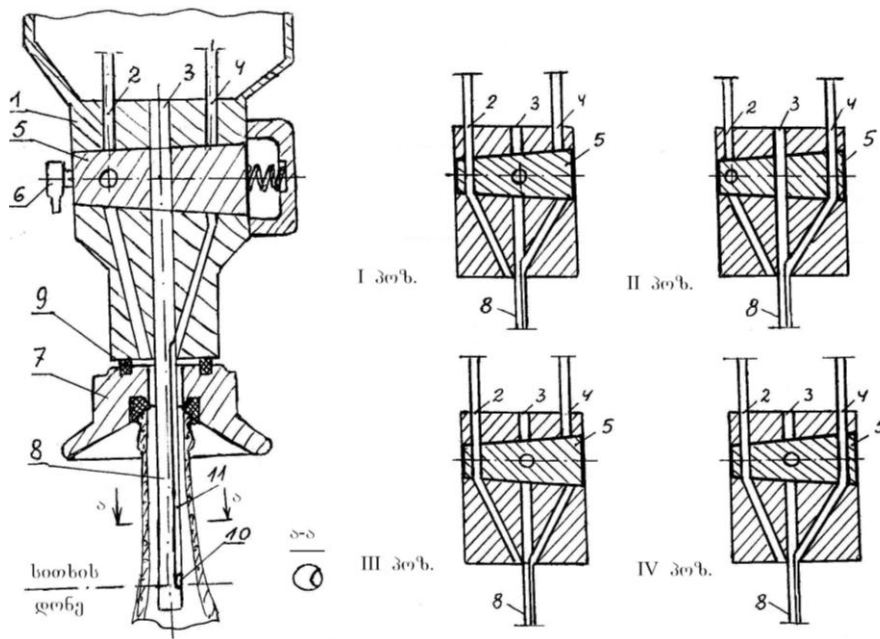
ნახ.4.8-ზე მოცემულია მუდმივ დონემდე დოზირების სქემა. 1 სახარჯო რეზერვუარია, რომლის ძირზე დამაგრებულ მილზე 2 ტელესკოპურად დასმულია მილი 3. მასზე უზრავად დამაგრებულია ბოთლის ყელის მაცენტრებული თალფაქი 4. მილებში 2 და 3 თანადერძულად ჩასმულია საჰაერო მილი 5, რომლის ბოლოზე დამაგრებულია სარქველი 6. საწყის მდგომარეობაში სარქველს ზამბარის 7 დახმარებით მჭიდროდ ებრჯინება მილი 3, რის გამოც სითხეს არა აქვს ჩამოდინების საშუალება. ბოთლის აწვევის შემდეგ თალფაქთან ერთად აიწვევა მილი 3, რითაც გაიხსნება სარქველი 6 და სითხე ჩაედინება ბოთლში, რომლის შევსება მიმდინარეობს მანამ, სანამ სითხე ბოთლში არ დაფარავს საჰაერო მილის 5 ბოლოს. ამის შემდეგ ბოთლის შევსება შეწყდება რადგან ბოთლის ყელიდან ჰაერს აღარა აქვს გასასვლელი. სითხე შედის საჰაერო მილში და ადის რეზერვუარში მყოფი სითხის შესაბამის დონემდე. შემდეგ, ბოთლი ეშვება ქვევით, იკეცება სარქველი 6 და ციკლი მეორდება.



ნახ.4.8. მუდმივ დონემდე ჩამომსხმელი თავის სქემა

#### 4.2.2.3. იზობარული ჩამომსხმელი თავის სქემა.

ნახ.4.9-ზე წარმოდგენილია იზობარული ჩამომსხმელი ავტომატის ჩამომსხმელი თავის სქემა, რომელიც დანიშნულია გაზიანი სითხეების, კერძოდ ლუდის ჩამოსასხმელად. კორპუსში 1 გაკეთებულია სამი არხი 2, 3 და 4. არხი 3 შეერთებულია ლუდის რეზერვუართან, ხოლო არხები 2 და 4 დაკავშირებული არიან გაზის არესთან. არხები, კონუსური საცობისებური, მრავალარხიანი ონკანის 5 საშუალებით თანმიმდევრულად უერთდებიან ბოთლის არეს. საცობის მობრუნება გარკვეული კუთხით სრულდება მუშტას 6 დახმარებით, რომელიც კარუსელის ბრუნვის დროს წამოედება უძრავ საბრჯენს. როდესაც ბოთლი იწევს მაღლა, იგი ებრჯინება თაღფაქის 7 გამამკვრივებელ რგოლს. თაღფაქი ბოთლთან ერთად იწევს მაღლა და წრიული გამამკვრივებელი რგოლით 9 აწვება საცობის კორპუსის ქვედა ზედაპირს, ერთდროულად ჩამომსხმელი მილი 8 შედის ბოთლის ყელში. ამასთან, ბოთლის შიგა არე მთლიანად იზოლირებული ხდება ატმოსფეროსგან. ამის შემდეგ, საცობი შემობრუნდება თანმიმდევრულად და მიმდინარეობს ჩამოსხმის პროცესი. I პოზიციაში გაიხსნება არხი 2 და ბოთლში შედის გაზი ატმოსფერულზე ჭარბი წნევით, რომელიც უთანაბრდება გაზის წნევას რეზერვუარში. II პოზიციაში გაიხსნება არხები 3 და 4, ხოლო 2 გადაიკეტება. არხით 3 ლუდი რეზერვუარიდან მილით 8 ჩაედინება ბოთლში. ერთდროულად ბოთლიდან არხით 4, რომელიც დაკავშირებულია რეზერვუარის გაზიან არესთან, გაედინება გაზი. მილი 8 შესულებულია პრინციპით მილი – მილში (კვეთი ა-ა) და მათი შეერთების ადგილზე გაკეთებულია საჰაერო ნახვრეტი 10. მილი 11 დაკავშირებულია არხთან 4.



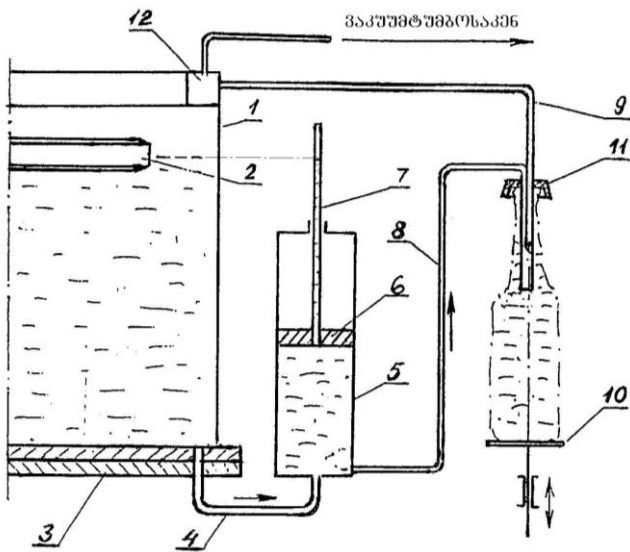
ნახ.4.9. იზობარული ჩამომსხმელი თავის სქემა.

როდესაც სითხის დონე მიაღწევს ნახვრეტამდე 10 შეწყდება ბოთლის შევსება და სითხე შედის მილში 11 რეზერვუარში სითხის დონემდე. III პოზიცია უშალედურია და შეესაბამება I-ს. IV პოზიციაში არხები 2 და 4 უკავშირდებიან ბოთლის არეს, ხოლო არხი 3 გადაკეტილია. მილში 11 შესული სითხე ჩამოედინება ბოთლში და შევსება მთავრდება. საცობის შემდგომი შემობრუნებისას სამივე არხი საცობის ქვედა არეში უკავშირდებიან ერთმანეთს, ბოთლი იწყებს დაშვებას და ციკლი მეორდება. ამრიგად ჩამოსხმა ხორციელდება ატმოსფეროსაგან იზოლირებულ არეში ჭარბი წნევის პირობებში, რის გამოც არ ხდება ლუდში არსებული  $H_2$  გაზის გამოყოფა და ბოთლი ივსება სრულად, დადგენილი დოზით.

#### 4.2.2.4. ვაკუუმური მეთოდით ჩამოსხმის სქემა

ნახ.4.10-ზე მოცემულია ვაკუუმური მეთოდით ჩამოსხმის სქემა. სახარჯო რეზერვუარში სითხის დონე რეგულირდება ტივტივა მექანიზმით 2. რეზერვუარის ძირზე გაკეთებულია სითხის მკვეთარა გამანაწილებელი 3, რომლისგანაც სითხე მილებით 4 თანმიმდევრულად შედის ავტომატის მზომ ჭიქებში 5. ჭიქებში ჩადგმულია სითხის დოზის მარეგულირებელი დგუში 6 მცირე დიამეტრის საპაერო მილით 7. ჭიქის ძირთან მიერთებულია მილი 8, რომელიც პაერის გამწოვ მილთან 9 ერთად დაკავშირებულია ჩამომსხმელ თავთან. მილები 8 და 9 დაკავშირებულია პრინციპით მილი-მილში (ნახ.4.9-ის ანალოგურად), რომლის ბოლო შედის ბოთლის

ყელში. სითხის ჩამოსხმა ხდება შემდეგი თანმიმდევრობით: რეზერვუარიდან 1 სითხე მილით 4 შედის მზომ ჭიქაში 5 და მიაღწევს რა დგუშის 6 დონეს ადის საპაერო მილში 7, სადაც ზიარ-ჭურჭლების პრინციპის თანახმად იკავებს რეზერვუარში სითხის შესაბამის დონეს. ბოთლი, კარუსელის ბრუნვის შედეგად, ამწე მაგიდით 10 გადაადგილდება ზევით და ყელით მიებრჯინება ჩამომსხმელი თავის მაცენტრებული თაღფაქის 11 რბილ საფენს. ამით ბოთლის შიგა არე გამოეყოფა ატმოსფეროს და მილით 9 უკავშირდება ვაკუუმის რესივერს 12, რომელიც თავის მხრივ დაკავშირებულია ვაკუუმტუმბოსთან. ამის შედეგად



ნახ.4.10. ვაკუუმური მეთოდით ჩამოსხმის სქემა

ბოთლში შეიქმნება გაიშვიათება და მზომ ჭიქაში არსებული სითხის დოზა მილით 8, გადაიტუმბება ბოთლში. ამის შემდეგ, მაგიდა 10 ბოთლთან ერთად ეშვება ქვევით და ჩამოსხმის პროცესი მთავრდება. სითხის დოზის ზუსტი რეგულირება ხორციელდება ჭიქაში 5 დგუშის 6 ვერტიკალური გადაადგილებით. თუ, ავტომატზე რაიმე მიზეზით შეფერხდა ბოთლის მიწოდება, ან მოხდა მექანიკურად დაზიანებული ბოთლის მიწოდება, მაშინ მილში 8 არ შეიქმნება გაიშვიათება და არ გადაიტუმბება სითხე მზომი ჭიქიდან ბოთლში. ამით ავტომატურად სრულდება ბლოკირება პრინციპით – “არ არის ბოთლი – არ არის ჩამოსხმა”, რაც გამორიცხავს დამატებითი მახლოკირებელი მექანიზმის საჭიროებას.

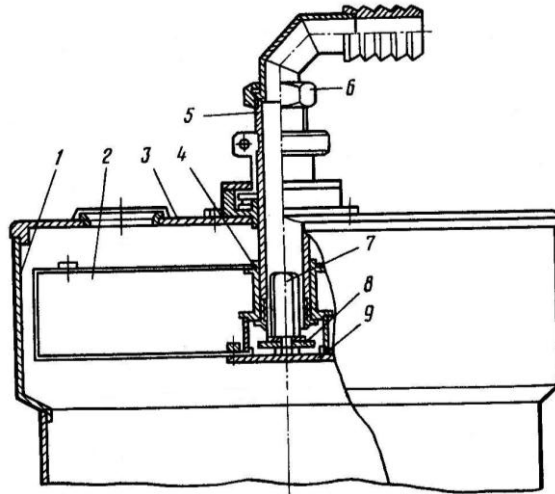
#### 4.2.2.5. კარუსელური ჩამომსხმელი ავტომატების მექანიზმები

გარდა ჩამომსხმელი თავებისა (დოზატორების), ავტომატების ძირითად მუშა



ორგანოებს მიეკუთვნებიან: სითხის დონის რეგულატორები, ბოთლების ამწევი (დამწევი) მაგიდები, ბოთლების სადისტანციო ვარსკვლავა ან შნეკი, ბოთლების კარუსელზე შემტანი და გამომტანი ვარსკვლავები.

ნახ.4.11.-ზე ნაჩვენებია ერთერთი ტიპის სითხის სახარჯო რეზერვუარის სქემა ტივტივა რეგულატორით.



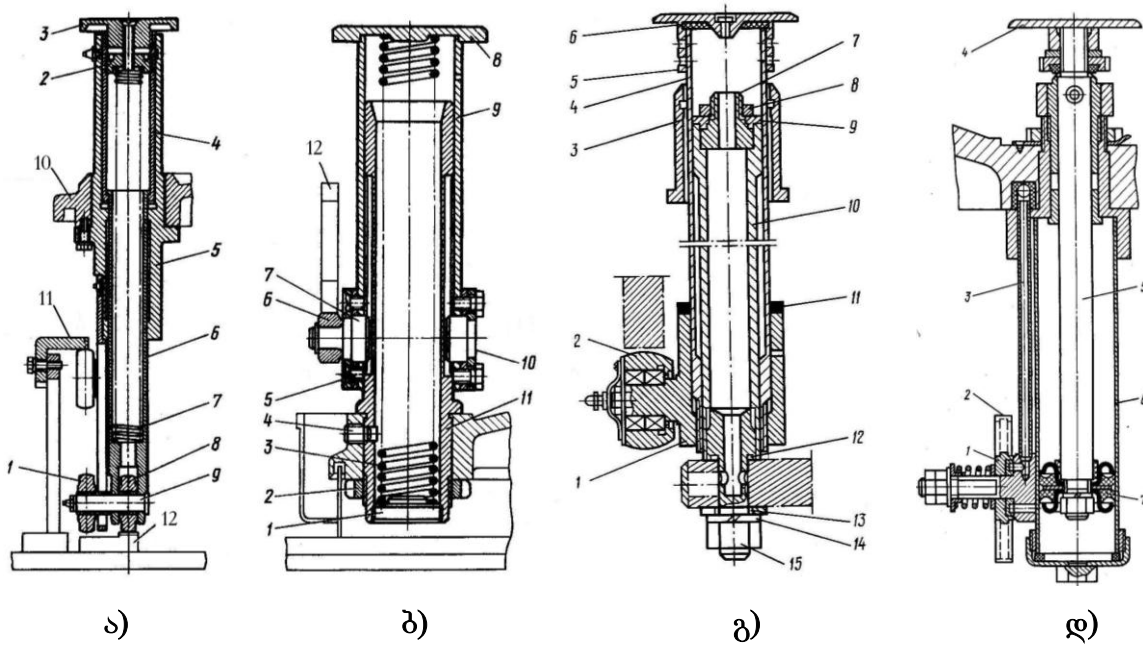
ნახ.4.11. სითხის სახარჯო რეზერვუარი:

1-კრპუსი; 2-ტივტივა; 3-სახურავი; 4-მილისა; 5-მილი; 6-ქანჩი; 7-მიმმართველი; 8-რეზინის სარქველი; 9-თამასა.

ტივტივა 2, რომელიც მოთავსებულია რეზერვუარში 1, მილისათი 4 სრიალის ჩასმით დასმულია მილზე 5 და გადაადგილდება მიმმართველზე 7. სითხე რეზერვუარში შემოდის მილით 5 და როდესაც მიაღწევს ტივტივას 2 დონეს, ეს უკანასკნელი გადაადგილდება ზევით და სარქველი 8 მიეზრჯინება მილის 5 ბოლოს და შეწყდება სითხის მიწოდება. ჩამოსხმასთან ერთად სითხის დონე რეზერვუარში იწყებს დაწევას და ტივტივაც შესაბამისად გადაადგილდება ქვევით. იხსნება სარქველი 8 და სითხე კვლავ შედის რეზერვუარში. ტივტივა სითხის დონის ცვლილებასთან ერთად მუდმივად მოძრაობს ვერტიკალურად მცირე ამპლიტუდით. რაც უფრო მცირეა ტივტივას გადაადგილების ამპლიტუდა, მით უფრო სტაბილურია სითხის დონე რეზერვუარში და უფრო მაღალია დოზირების სიზუსტე.

ბოთლების მიწოდება ავტომატის ჩამომსხმელ თავებზე ხორციელდება სხვადასხვა კონსტრუქციის ამწე მაგიდებით, რომლებიც გვხვდება მექანიკური, პნევმო-მექანიკური და პნევმატიკური. მექანიკური მაგიდის შემთხვევაში აწევა სრულდება კოპირით ან ზამბარით, ხოლო დაწევა – კოპირით; პნევმო-მექანიკური მაგიდის შემთხვევაში აწევა სრულდება შეკუმშული ჰაერის გამოყენებით, ხოლო დაწევა – კოპირით. პნევმატიკურ მაგიდებში როგორც აწევა, ასევე დაწევა

სრულდება პნევმატიკურად, ანუ შეკუმშული ჰაერით. მაღალმწარმოებლურ ჩამომსხმელ ავტომატებში გამოყენებულია პნევმატიკური ამწე მაგიდები. ნახ.4.12-ზე წარმოდგენილია სხვადასხვა კონსტრუქციის ბოთლების ამწევი მაგიდები.



ნახ.4.12. ჩამომსხმელი ავტომატების ამწე მაგიდების კონსტრუქციები

**ა-მექანიკური:** 1 და 8- გორგოლაჭები; 2-ქანჩი; 3-მაგიდა; 4-მასრა; 5-კორპუსი; 6-ჭოკი; 7-ზამბარა; 9-ღერძი; 10-კარუსელი; 11 და 12 –კოპირი. **ბ-მექანიკური:** 1 და 2-ქანჩი; 3-ზამბარა; 4 და 5-ხრახნი; 6-გორგოლაჭი; 7 და 10-სოგმანი; 8-მაგიდა; 9-ჭიქა; 11-მასრა; 12-კოპირი. **გ-პნევმო-მექანიკური:** 1-კრონშტეინი; 2-გორგოლაჭი; 3-მილისა; 4 და 10 – მილაკები; 5-კონტრქანჩი; 6-პლატფორმა; 7-სახურავი; 8 და 15-ქანჩი; 9-შემამჭიდროვებელი რგოლი; 11-ამორტიზატორი; 12-რგოლი; 13 და 14-საყელური. **დ-პნევმატიკური:** 1-მკვეთარა; 2-ვარსკვლავა; 3-მილაკი; 4-მაგიდა; 5-ჭოკი; 6-ცილინდრი; 7-ღეუში.

“ა” სქემაზე ნახვენებია მექანიკური ამწევი მაგიდა, სადაც ბოთლების როგორც აწევა, ასევე დაწევა სრულდება კოპირების 11 და 12 დახმარებით, რომლებთანაც საჭირო მომენტში კონტაქტში არიან გორგოლაჭები 1 და 8. ასეთ კონსტრუქციებში შეზღუდულია კოპირის ასვლის კუთხე (ხახუნის კუთხით), ამიტომ კარუსელზე გაზრდილია უქმი ზონა, რაც ამცირებს მწარმოებლობას.

ამ თვალსაზრისით უმჯობესია “ბ” სქემაზე მოცემული ასევე მექანიკური კონსტრუქცია, სადაც მაგიდის აწევა ხდება ზამბარის 3 გაშლით, რომელიც იკუმშება მაგიდის დაბლა დაწევის დროს. ეს უკანასკნელი სრულდება კოპრით 12 და მასთან მოდებული გორგოლაჭით 6.

პნევმო-მექანიკურ კონსტრუქციაში (“გ”) მაგიდის აწევა სრულდება შეკუმშული ჰაერით, რომელიც ქმნის წნევას პლატფორმის 6 ქვეშ არსებულ არეში, ხოლო დაწევა კი – მექანიკურად კოპირით და გორგოლაჭით 2, რომელიც დასმულია კრონშტეინის 1 ღერძზე.

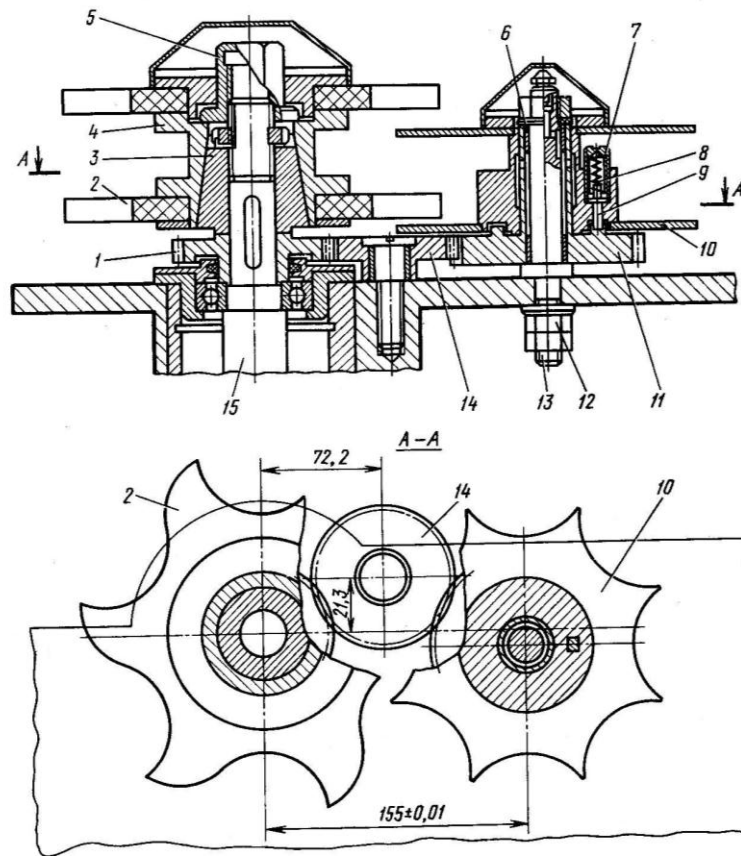
ნეგმატიკურ კონსტრუქციაში (“დ”) მაგიდის აწვე-დაწვეა ხორციელდება შეკუმშული ჰაერით, რომელიც მკვეთარა გამანაწილებლით თანმიმდევრობით შედის მაგიდის სიღრუეში ჩადგმული დგუშის 7 სხვადასხვა მხარეს. მკვეთარას 1 შემობრუნება საჭირო მომენტში ხდება ვარსკვლავას 2 დახმარებით, რომელიც კარუსელის ბრუნვის დროს წამოედება უძრავ თითს.

ამრიგად, უკანასკნელი კონსტრუქცია, სადაც არ არის გამოყენებული კოპირი, მნიშვნელოვნად ამცირებს კარუსელზე უქმ ზონას და ერთი და იგივე გაბარიტების შემთხვევაში უზრუნველყოფს უფრო მაღალ მწარმოებლობას.

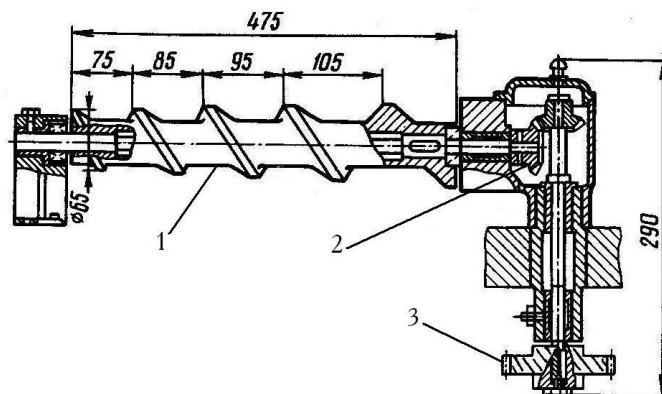
ჩამომსხმელ ავტომატს ბოთლები მიეწოდება ხაზის კონვეიერიდან ერთმანეთზე მიწყობილი სახით, ამიტომ კარუსელზე შესვლის წინ საჭიროა მათი დისტანცირება შემტანი ვარსკვლავას ბიჯის ტოლი მანძილით, რაც ხორციელდება ბიჯმზომი ვარსკვლავათი ან ცვლადბიჯიანი შნეკით. ნახ.4.13-ზე ნაჩვენებია ბიჯმზომი 10 და შემტანი 2 ვარსკვლავების ჯგუფის კონსტრუქცია. ორივე ვარსკვლავა ბრუნავს ურთიერთშეთანხმებულად. ვარსკვლავას 10 ამძრავი კბილანის 11 ტორსზე მოთავსებულია ხრუტუნა მექანიზმის ბორბალი, რომლის კბილთა რიცხვი შეესაბამება ვარსკვლავას 10 კბილთა რიცხვს. ხრუტუნას ბორბალი ზამბარით 8 მუდმივ მოდებაშია ფიქსატორთან 9. ფიქსატორის დაჭერის ძალა ხრუტუნას ბორბალზე რეგულირდება ხრახნით 7. აღნიშნული კონსტრუქცია ასრულებს დამცველი მექანიზმის ფუნქციას. რაიმე მიზეზით ბოთლების გაჭედვის შემთხვევაში, ფიქსატორი შეკუმშავს ზამბარას 8 და გამოვა ხრუტუნა ბორბლის მოდებიდან. ამით ბიჯმზომი ვარსკვლავა გაჩერდება, ხოლო მისი ამძრავი კბილანა 11 აგრძელებს ბრუნვას.

ბოთლების დისტანცირება საჭირო მანძილით ხშირად ხორციელდება ცვლადბიჯიანი შნეკით, რომლის კონსტრუქცია მოცემულია ნახ.4.14-ზე.

შნეკი 1 დამზადებულია ზრდადი ბიჯით ბოთლების მოძრაობის მიმართულებით. ბოლო ხვიის ბიჯი შეესაბამება შემტანი ვარსკვლავას ბიჯს. შნეკი ბრუნვით მოძრაობას იღებს ავტომატის ამძრავიდან ცილინდრული 3 და კონუსური 2 კბილანური გადაცემებით. ასეთი მექანიზმი უზრუნველყოფს საერთო ნაკადიდან ბოთლების მდოვრე, თანდათანობით, უხმაურო დისტანცირებას. დგილი არა აქვს ბოთლზე დარტყმით მოვლენებს, რომელიც შესაძლებელია ვარსკვლავური ბიჯმზომების შემთხვევაში.



ნახ.4.13. ბიჯმზომი და შემტანი ვასკვლაეების ჯგუფის კონსტრუქცია: 1-კბილანა; 2-ჩამტვირთი ვასკვლაეა; 3-კონუსი; 4-მორგვი; 5,12-ქანჩები; 6-სრიალის საკისარი; 7-ხრახნი; 8-ზამბარა; 9-ფიქსატორი; 10-გამყოფი (ბიჯმზომი) ვასკვლაეა; 11,14-კბილანები; 13-ღერძი; 15-ლილვი.



ნახ.4.14. ბოთლების სადისტანციო შნეკი

#### 4.2.2.6. კარუსელური ჩამოსხმელი ავტომატების კინემატიკური გაანგარიშება

ჩამოსასხმელი მანქანების კინემატიკური გაანგარიშების ძირითად მაღიმიტირებელ პარამეტრს წარმოადგენს სითხის ჩამოსხმის (ჭურჭლის შევსების) დრო, რომელიც დამოკიდებულია: ჩამოსხმის მეთოდზე, დოზირების პრინციპზე,

სითხის თვისებებზე, დოზის მოცულობაზე, და ჩამომსხმელი თავის კონსტრუქციაზე.

ჩამომსხმელი ავტომატებისათვის, რომლებშიც ჩამოსასხმელი სითხის დონე ცვალებადია (მაგალითად, მზომი ჭიქის შემთხვევაში), ჩამოსხმის დრო განისაზღვრება ფორმულით

$$\tau = \frac{2.W}{\mu.f.\sqrt{2.g.H}}, \quad \text{წმ}, \quad (4.4)$$

სადაც  $\tau$  არის სითხის მოცულობა ბოთლში, მ<sup>3</sup>;

$\mu$ -სითხის სიბლანტის კოეფიციენტი;

$f$ - ჩამომსხმელი მილის განივი კვეთის ცოცხალი ფართობი, მ<sup>2</sup>;

$g$ -სიმძიმის ძალის აჩქარებაა 9,81 მ/წმ<sup>2</sup>;

-სითხის ჰიდროსტატიკური წნევაა რომელიც განისაზღვრება ჩამოსხმის მეთოდისაგან დამოკიდებულებით, მ.

მუდმივი დონით ჩამოსხმის შემთხვევისათვის (4.4) ფორმულა მიიღებს სახეს

$$\tau = \frac{.W}{\mu.f.\sqrt{2.g.H}}, \quad \text{წმ}, \quad (4.5)$$

ანუ მუდმივი დონით ჩამოსხმის დრო 2-ჯერ ნაკლებია ცვლადი დონით ჩამოსხმასთან შედარებით.

კარუსელური ავტომატის მწარმოებლობა დანისაზღვრება ფორმულით

$$= \frac{v}{\tau}, \quad \text{ბოთლი/წმ}, \quad (4.6)$$

სადაც  $v$  -კარუსელის წრიული სიჩქარეა, მ/წმ;

$\tau$  -კარუსელზე ჩამომსხმელ თავებს შორის ბიჯია ცენტრებზე

გამავალ წრეხაზზე და მიიღება  $\tau = (1,5-2) d_{\text{ბოთ.}}$ , სადაც  $d_{\text{ბოთ.}}$  - ბოთლის ცილინდრული ნაწილის დიამეტრია.

მოცემული მწარმოებლობის ( ) მიხედვით (4.6) ფორმულიდან ვსაზღვრავთ კარუსელის ბრუნვის წრიულ სიჩქარეს

$$v = \frac{. \tau}{. \tau}, \quad \text{მ/წმ.}$$

ვანგარიშობთ კარუსელის წრეხაზის იმ რკალის სიგრძეს, რომელზედაც სრულდება ჩამოსხმა

$$S_{\text{ჩამ.}} = v \cdot \tau.$$

კარუსელის მთლიანი წრეხაზის სიგრძეს ვსაზღვრავთ პროპორციით

$$S_{\text{ჩამ.}} / \pi \cdot r = \alpha_{\text{ჩამ.}} / 360^\circ,$$

სადაც  $\alpha$  - კარუსელის დიამეტრია;

$\alpha_{ჩამ.}$  - ჩამოსხმის ცენტრალური კუთხეა, რომელიც შეესაბამება ჩამოსხმის რკალის სიგრძეს და მას იღებენ  $\alpha_{ჩამ.} = 180^\circ - 220^\circ$  ფარგლებში.

კარუსელის წრეხაზის სიგრძე ტოლი იქნება

$$\pi \cdot \alpha = \sum_{ჩამ.} 360^\circ / \alpha_{ჩამ.}$$

მაშინ ჩამომსხმელი თავების რაოდენობა კარუსელზე იქნება

$$ზ = \pi \cdot \alpha / \tau$$

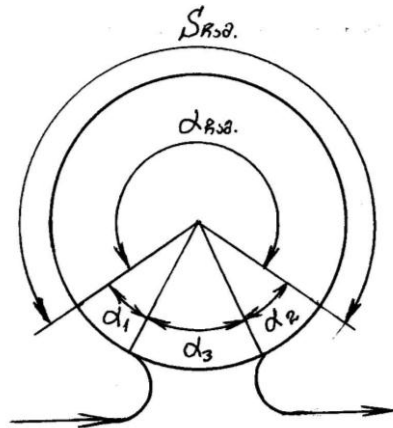
ზ-ის მიღებული მნიშვნელობა უნდა დამრგვალდეს მთელ რიცხვამდე ჩამომსხმელი მანქანებისათვის სტანდარტით გათვალისწინებული პარამეტრული რიგის მიხედვით. ამის შემდეგ უნდა მოხდეს კარუსელის დიამეტრის გადაანგარიშება.

კარუსელის ბრუნვის სიხშირე განისაზღვრება

$$n_j = \tau / ზ \text{ ბრ/წთ.}$$

სადაც  $\tau$  - ავტომატის წუთური მწარმოებლობაა.

ნახ.4.15-ზე ნაჩვენებია ჩამომსხმელი ავტომატის მუშაობის ზოგადი ციკლური დიაგრამა, სადაც  $\alpha_1$  და  $\alpha_2$  - შესაბამისად ბოთლების აწევის და დაწევის კუთხეებია;  $\alpha_3$  - უქმი კუთხეა, რომელიც შეესაბამება კარუსელზე ბოთლების შესვლას და გამოსვლას.

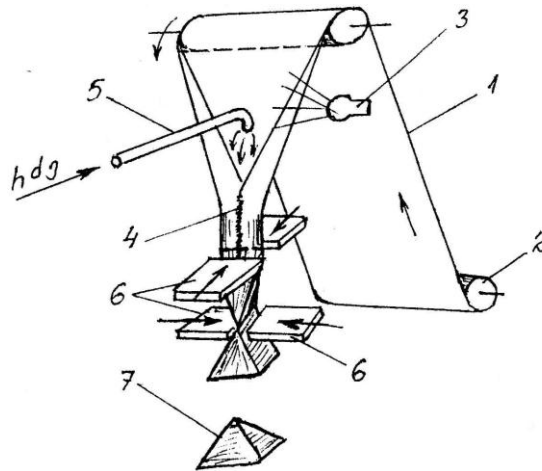


ნახ.4.15. ჩამომსხმელი ავტომატის ზოგადი ციკლური დიაგრამა

ამჟამად მაგიდების კონსტრუქციების (ნახ.4.12) განხილვის და შეფასების დროს მხედველობაში გვქონდა ის, რომ  $\alpha_1$  და  $\alpha_2$ -ის მნიშვნელობები უნდა იყოს შესაძლოდ მინიმალური, რაც ერთი და იგივე დიამეტრის კარუსელის შემთხვევაში გვაძლევს უფრო მაღალ მწარმოებლობას.

#### 4.2.2.7. პაკეტებში რძის დამფასოებელი ავტომატი

კვების თხევადი პროდუქტების დასაფასოებლად გარდა ბოთლისა ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა ფორმის და მასალისგან დამზადებული ჭურჭელი. მაგალითად, რძის დასაფასოებლად ფართოდ არის გავრცელებული სპეციალური ქაღალდისგან დამზადებული პირამიდული ფორმის პაკეტები (ტეტრაედი), რომელიც დაფარულია პოლიეთილენის ფენით. ამით ქაღალდი ხდება თერმოწებადი თვისებების მქონე და ტენგაუმტარი. ასეთ პაკეტებში დამფასოებელი ავტომატის პრინციპული სქემა მოცემულია ნახ.4.16-ზე.



ნახ.4.16. პირამიდულ პაკეტებში რძის დამფასოებელი ავტომატის პრინციპული სქემა

1 არის პაკეტის ქაღალდი, რომელიც მიეწოდება გორგალიდან 2. ქაღალდი გაივლის სპეციალური ფორმის უძრავ მიმმართველებში, რომლებიც აძლევენ მას მილისებურ ფორმას. სტერილიზაციის მიზნით ქაღალდი წინასწარ განიცდის ულტრაიისფერ დასხივებას ნათურით 3. ამის შემდეგ კეთდება ვერტიკალური თერმიული ნაკერი 4 და მიიღება ქაღალდის მილი, რომელშიდაც მილით 5 მიეწოდება რძე. მილი გაივლის დანებს 6 შორის არეში. დანების ტუჩები ცხელდება ელექტროგამაცხელებლით. დანების წყვილი განლაგებულია ორ პორიზონალურ სიბრტყეში და მოძრაობენ ურთიერთმართობი მიმართულებით, ამასთან ყოველ წყვილში დანები მოძრაობენ შემხვედრი მიმართულებით. დანების ქაღალდთან კონტაქტის ადგილში ხდება თერმიული შეწყობება და წარმოქმნილ ნაკერზე გადაჭრა. დანების აღნიშნული განლაგება უზრუნველყოფს პირამიდული ფორმის პაკეტის წარმოქმნას. რძის აღნიშნული მეთოდით დაფასოების უპირატესობა ბოთლებთან შედარებით არის ტარაში ჰაერის არარსებობა, ტარის სიმსუბუქე და არამსხვრევალობა.

### 4.3. კვების ბლანტი პროდუქტების დოზატორები

კვების ბლანტი პროდუქტებს მიეკუთვნებიან: ტომატ-პასტა, ჯემები, მურაბები, არაჟანი, ნაყინი და მრავალი სხვა. უფრო მაღალი სიბლანტის ხარისხით გამოირჩევიან ზოგიერთი საკონდიტრო ნახევარფაბრიკატი თუ მზა ნაწარმი. ასეთი პროდუქტების დაფასოების როგორც მეთოდები, ასევე მოწყობილობები არსებითად განსხვავდებიან თხევადი პროდუქტების დაფასოებისგან. ვინაიდან, აღნიშნული პროდუქტები არიან ცუდად დენადი, ამიტომ მათ დასაფასებლად გამოიყენება წნევითი, ანუ იძულებითი დოზირება.

კონსტრუქციული ნიშნის მიხედვით ბლანტი პროდუქტების დამფასოებელი მოწყობილობები გვხვდება ერთპოზიციანი და მრავალპოზიციანი, ხაზოვანი და კარუსელური.

#### 4.3.1. ბლანტი პროდუქტების ერთპოზიციანი დამფასოებელი ავტომატი

ნახ.4.17-ზე მოცემულია იძულებითი ჩამოსხმის ერთპოზიციანი ავტომატის სქემა.

ავტომატი შედგება კონუსური მიმღებისაგან 1, რომელშიც ჩადგმულია ვერტიკალური ლილვი 2 მომრევი ფრთებით 3 და ხრახნული ხვით 4, რომლებიც ხელს უწყობენ ერთი მხრივ ბლანტი მასის ერთგვაროვნების შენარჩუნებას ინტენსიური არევის გზით და მეორე მხრივ – პროდუქტის უწყვეტ მიწოდებას. კონუსის ძირში, ცილინდრულ კორპუსში 5 ჩასმულია ფასონური საცობი 6.

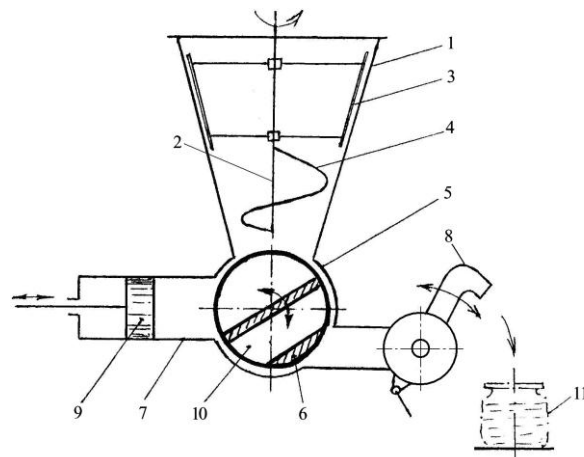
კორპუსი 5 ერთი მხრიდან დაკავშირებულია დამწნევე-მადოზირებელ ცილინდრთან 7, ხოლო მეორე მხრიდან – ჩამომსხმელ თავთან 8. ცილინდრში ჩადგმულია დგუში 9, რომელიც ასრულებს წრფივ-უკუქცევად მოძრაობას. საცობს 6, რომელიც ასრულებს წყვეტილ რხევით მოძრაობას, აქვს ორი მუშა მდებარეობა. პირველ შემთხვევაში იგი აკავშირებს მიმღებ კონუსს 1 შემწოვ ცილინდრთან 7 (ნახაზზე ნაჩვენები მდებარეობა), ხოლო მეორე მდებარეობაში – გამჭოლი ნახვრეტით 10 ცილინდრი 7 უკავშირდება ჩამომსხმელ თავს 8.

საცობის პირველ მდებარეობაში დგუში 9 გადაადგილდება მარცხნივ და მიმღებიდან შეიწოვს პროდუქტის გარკვეულ დოზას, რომელსაც განსაზღვრავს დგუშის სვლის სიდიდე. დგუშის მარჯვნივ გადაადგილების დროს საცობი შემობრუნდება მეორე მდებარეობაში და პროდუქტი დგუშის დაწნევით,

ჩამომსხმელი თავის 8 გავლით ჩაედინება ქილაში 11 და მუშაობის ციკლი მეორდება. ჩამომსხმელი თავი ასრულებს რხევით მოძრაობას. ჩამოსხმის მომენტში იგი დაწეულია დაბლა, ჩამოსხმის დამთავრების შემდეგ კი იწევს ზევით, იმ



მიზნით, რომ აღვილი არ ჰქონდეს ნარჩენი პროდუქტის ჩამოწვეთას. ამრიგად, ავტომატი არის ერთპოზიციანი, ციკლური ქმედების.



ნახ.4.17. იძულებითი ჩამოსხმის ერთპოზიციანი ავტომატის სქემა

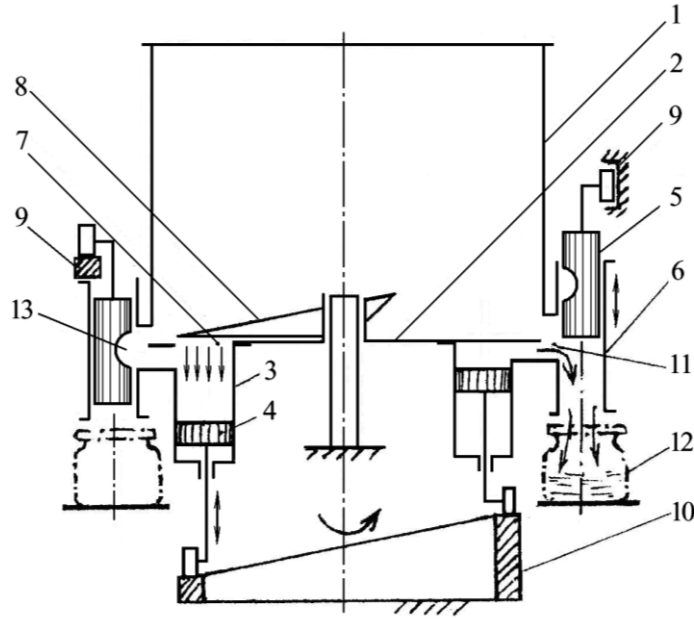
#### 4.3.2. ბლანტი პროდუქტების მრავალპოზიციანი დამფასოებელი ავტომატი

აღნიშნული ავტომატის სტრუქტურულ-პრინციპული სქემა წარმოდგენილია ნახ.4.18-ზე. იგი დანიშნულია საკონსერვო და რძის ბლანტი პროდუქტების სხვადასხვა ტევადობის ქილებში დაფასოებისათვის.

1 არის პროდუქტის სახარჯო-გამანაწილებელი რეზერვუარი, რომლის ძირზე მიმაგრებულია ექვსი მზომი ცილინდრის 3 ბლოკი. ძირზე გაკეთებულია ცილინდრების რაოდენობის შესბამისი ნახვრეტები. ძირის თავზე მოთავსებულია დისკისებური მკვეთარა 2 სექტორული ამონაჭერით, რომლის ქვეშ იმყოფება შესავსები ორი ცილინდრის ნახვრეტი. სექტორული ამონაჭერის სიდიდე შესაბამისობაშია ქილის შევსების დროსთან. მზომ ცილინდრებში პროდუქტის შესვლას ხელს უწყობს უძრავი ხრახნული ფრთა 8. ცილინდრებში 3 ჩასმულია დგუშები 4, რომლებიც მუშტა მექანიზმით 10 ასრულებენ წრფივ-უკუქცევად მოძრაობას ვერტიკალურ სიბრტყეში.

ყოველ ცილინდრს აქვს კორპუსში 6 ჩასმული მკვეთარა სარქველი 5, რომლის ზედა ნწილში დამაგრებული გორგოლაჭი დაგორავს წრიულ მიმართველში 9. მიმართველის პროფილი ისეთია, რომ კარუსელის ჩამოსხმის კუთხით მობრუნების პერიოდში სარქველები 5 იმყოფებიან ზედა კიდურა მდებარეობაში და გახსნილია პროდუქტის ცილინდრებიდან გამოსასვლელი ხვრელი 11 (სქემაზე – მარჯვენა პოზიცია). ამ დროს დგუშში გადაადგილდება ქვევიდან ზევით და პროდუქტს იძულებით გამოდევნის მზომი ცილინდრიდან. როდესაც ცილინდრები გაივლიან დისკისებური მკვეთარას სექტორულ ჭრილში,

დგუშები გადაადგილდებიან ქვევით და მოხდება ცილინდრებში პროდუქტის შეწოვა ხვრელის 7 გავლით (სქემაზე - მარცხენა პოზიცია). ტარის არ არსებობის



ნახ.4.18. ბლანტი პროდუქტების დამფასოებელი ავტომატი

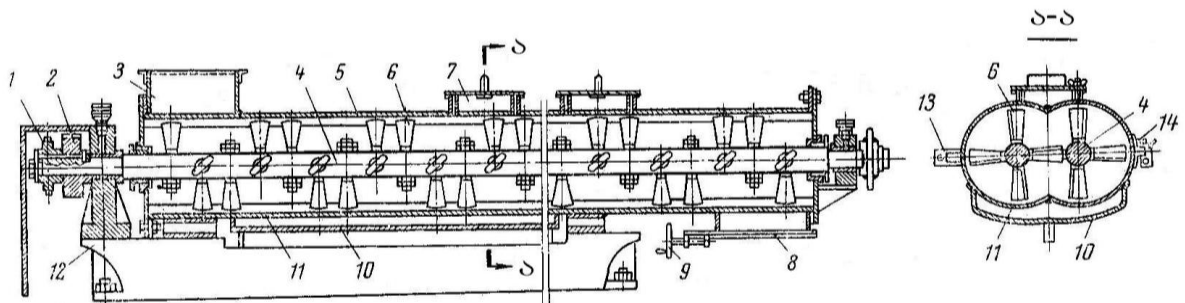
შემთხვევაში მოქმედებს ბლოკირების მექანიზმი და შესაბამისი სარქველის გორგოლაჭი არ ადის წრიულ მიმართველში და რჩება ქვედა დონეზე. ამის შედეგად დგუშების მიერ გამოყოფილი პროდუქტი, სარქველში გაკეთებული ჭრილის 13 გავლით უკან ბრუნდება რეზერვუარში (სქემაზე - მარცხენა პოზიცია). ამრიგად, ავტომატში განხორციელებულია ბლანტი პროდუქტების იძულებითი ჩამოსხმის მეთოდი, რაც ხორციელდება ცილინდრებში მოძრავი დგუშებით.

## 5. კვების პლასტიკური პროდუქტების მოსამზადებელი და დამამუშავებელი მოწყობილობები

### 5.1. შოკოლადის მასის მოსამზადებელი მანქანა

კვების პლასტიკური პროდუქტების ერთერთ დამახასიათებელ სახეს წარმოადგენს შოკოლადის მასა, რომელიც მზადდება სრესილი კაკაოს, შაქრის ფქვილის, კაკაოს ზეთის და სხვა კომპონენტების შერევით და ინტენსიური მოზეღვით. ნახ.5.1-ზე ნაჩვენებია უწყვეტი ქმედების შემრევი და მომზედი მანქანის სქემა, რომელიც დანიშნულია შოკოლადის მასის მოსამზადებლად.

მანქანის კორპუსი დამაგრებულია დგარზე 12. მისი ქვედა ნაწილი 11, ზედა ნაწილთან 5 შეერთებულია პეტლებით და დამაგრებულია ქანჩით 14. ინგრედიენტები დოზატორებით მიეწოდება მილყელში 3. კორპუსში მოთავსებულია ორი ჰორიზონტალური, პარალელური ლილვი 4, რომლებიც დაკავშირებული არიან კბილანური გადაცემით 2 და ბრუნავენ ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებით. ლილვებზე დამაგრებულია 52 სექტორული ლოპატი 6, რომლებიც მობრუნებული არიან ლილვების ღერძის მიმართ გარკვეული კუთხით. ლოპატები ურევენ ინგრედიენტებს და გადაადგილებენ ღერძული მიმართულებით გამომტვირთი მილყელისაკენ, რომლის ფართი რეგულირდება შიბერთ 8 და შტურვალით 9. მილყელის ფართის ცვლილებით რეგულირდება შერევის ხანგრძლივობა და ინტენსივობა. მანქანის კორპუსის სიგრძე და მასალის გადაადგილების სიჩქარე ისეა შეთანხმებული, რომ გამოსასვლელ მილყელში მიიღება შოკოლადის ერთგვაროვანი მასა. კორპუსი აღჭურვილია ლიუკით 7, საიდანაც დოზატორების დახმარებით, საჭიროების შემთხვევაში, შესაძლებელია სხვადასხვა გემოვნებითი და არომატული ნივთიერებების დამატება.



ნახ.5.1. შოკოლადის მასის მოსამზადებელი უწყვეტი ქმედების მანქანა

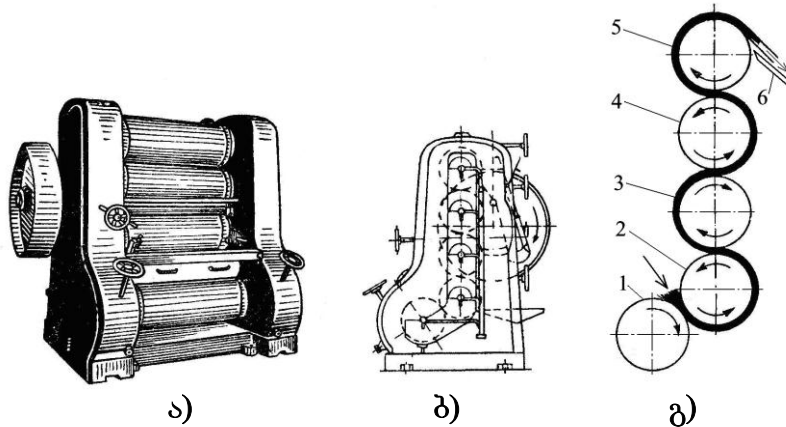
წყვეტი ქმედების, ლოპატებიანი შემრევი მანქანების მწარმოებლობა განისაზღვრება ფორმულით

$$Q = 0,4\phi\rho \frac{b}{H} jD^2 \omega \sin 2\alpha, \text{ კგ/წმ},$$

სადაც  $\phi$  - მიწოდების კოეფიციენტი;  $\rho$  - მასის სიმკვრივეა, კგ/მ<sup>3</sup>;  $H$  - ლოპატების ბიჯია, მ;  $b$  - ლოპატების სიგანეა, მ;  $j$  - ლოპატების რიცხვია;  $D$  - ლოპატების გარე დიამეტრია, მ;  $\omega$  - ლოპატებიანი ლილვის კუთხური სიჩქარეა, რად/წმ;  $\alpha$  - ლოპატების მობრუნების კუთხეა ლილვის ღერძული ხაზის მიმართ, რადიანებში.

## 5.2. შოკოლადის მასის დამამუშავებელი ხუთვალციანი მანქანა

შოკოლადის მასის დამამუშავებელი ვალცებიანი მანქანა (ნახ.5.2) დანიშნულია სახელიდან მიღებული მასისათვის ერთგვაროვანი სტრუქტურის მისაცემად, რაც გულისხმობს შოკოლადის მასაში არსებული კაკაოსა და შაქრის ფხვნილის ნაწილაკების დაშლას უწვრილეს ნაწილაკებად.



ნახ.5.2. შოკოლადის მასის დამამუშავებელი ხუთვალციანი მანქანა:  
ა-საერთო ხედი; ბ-გვერდითი ხედი; გ-პრინციპული სქემა.

1,3,4 და 5 ვალცების საკისრები ჩასმულია მოძრავ კორპუსებში, რითაც შესაძლებელია ვალცების დაახლოება ან დაშორება ერთმანეთისაგან ან უძრავი ვალცისაგან 2. ამით რეგულირდება ვალცებს შორის მუშა ღრეჩო, რომელიც რამოდენიმე მიკრონით იზომება და აქვს კლებადი მიმდევრობა მასის მოძრაობის მიმართულებით. ვალცებს ერთი და იგივე დიამეტრი და სხვადასხვა სიჩქარე აქვთ და ბრუნავენ ისრებით ნაჩვენები მიმართულებით. ვალცების წრიული სიჩქარე 1-დან მე-5-მდე თანდათან იზრდება 0,42 მ/წმ-დან 4,3 მ/წმ-მდე, შესაბამისად იზრდება მათ შორის ფარდობითი სიჩქარეებიც 0,58 მ/წმ-დან 1,1 მ/წმ-მდე.

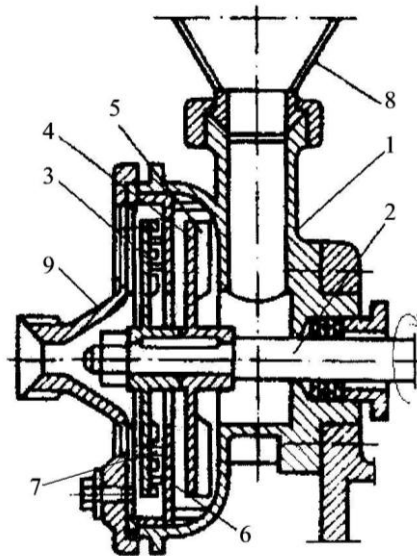
სახელიდან გამოსული შოკოლადის მასა მიეწოდება 1 და 2 ვალცს შორის ღრეჩოში ისრით ნაჩვენები მიმართულებით და თანმიმდევრობით წარიტაცება ვალცების მიერ ქვევიდან ზევით, ვალცების ზრდადი სიჩქარის გამო. უკანასკნელ მე-5-ე ვალცთან, მხები მიმართულებით, დამაგრებულია თხელი დანა 6

შოკოლადის ფენის მოსახსნელად.

შოკოლადის მასაში არსებული კაკოსა და შაქრის ფხვნილის ნაწილაკების ერთი ღრეწოდან მეორეზე გადასვლით ხდება მათი თანდათანობითი დაქუცმაცება. ისინი ძირითადად ორი სახის დეფორმაციას განიცდიან – კუმშვას და ძვრას. კუმშვის დეფორმაციას იწვევს მასალის გავლა ვალცებს შორის მცირე ღრეწოში, ძვრის დეფორმაციას კი – ვალცებს შორის ფარდობითი სიჩქარე. ამრიგად ხუთივე ვალცში გავლის შემდეგ შოკოლადის მასა ხდება ერთგვაროვანი სტრუქტურის.

### 5.3. ემულსატორი

ემულსატორი (ნახ.5.3) დანიშნულია ელასტიკური თვისებების მქონე ცომისებური მასების ინტენსიური დამუშავებისათვის და მათთვის ერთგვაროვანი კონსისტენციის მისაღებად.



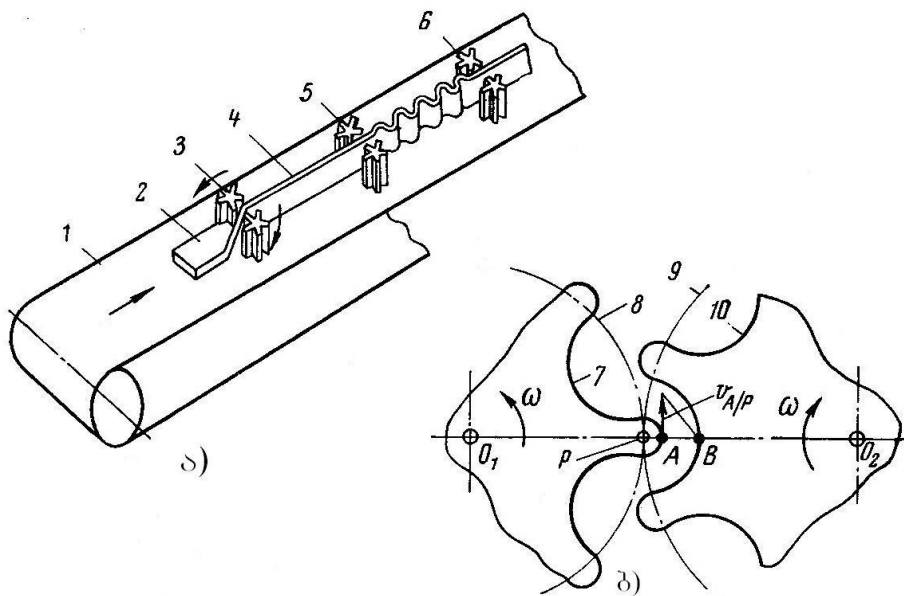
ნახ.5.3. ემულსატორი

ემულსატორის კორპუსში 1 ჩადგმულია ლილვი 2, რომელზედაც დამაგრებულია ბადროები 3,4 რადიალური დანებით 5. ბადროებს შორის მოთავსებულია უძრავი ტიხარი 6, რომელსაც ცენტრალურ ნაწილში აქვს ხვრელი. ბადროს 3 რადიალურ ფრთებს აქვთ ამონადარები, რომლებიც გადიან ტიხარზე 6 დამაგრებულ უძრავ მასრებს 7 შორის. მასალა ჩაედინება ხვიმირიდან 8 და ბადროების 3,4 ბრუნვის შედეგად მოძრაობს კორპუსს, ბადროებს და ტიხარს შორის წარმოქმნილ ლაბირინთებში. ასეთი მოძრაობით, აგრეთვე რადიალური დანებისა და უძრავი მასრების ზემოქმედებით მასალა განიცდის ინტენსიურ დამუშავებას და ბოლოს გამოიტვირთება ემულსატორის კონუსური მილყელიდან 9, სადაც ხდება დამატებითი დამუშავება.

#### 5.4. კარამელის მასის გამომყვანი მანქანა

აღნიშნული მანქანით (ნახ.5.4,ა) ხდება კარამელის მასაში საღებავი და არომატული ნივთიერებების შერევა და ჰაეროვანი ბუშტუკების გამოდევნა. მათი დარჩენით კარამელის მასაში ჩნდება სიღრუეები, რაც იწვევს ნაწარმის წუნს.

მანქანის ტრანსპორტიორი 1, კარამელის მასის ლენტს 2 აწვდის რიფებიანი ლილვაკების პირველ წვევილს 3, რომლებიც მდებარეობენ ტრანსპორტიორის თავზე, მცირე ღრეხთი. რიფების ბოლოების წრიული სიჩქარე ტოლია ტრანსპორტიორის სიჩქარის. ჰორიზონტალურად მდებარე კარამელის ლენტი ლილვაკების ჩათრევით გადადის ვერტიკალურ სიბრტყეში 19 მმ სისქის ლენტის სახით. შემდეგ ლენტი მიეწოდება რიფებიანი ლილვაკების მეორე წვევილს 5, რომელთა რიფების წრიული სიჩქარე 10%-ით მეტია ტრანსპორტიორის სიჩქარეზე. თვითონ რიფების ზომებიც უფრო დიდია წინამდებარე ლილვაკების რიფებზე, ამიტომ კარამელის მასის ფენები განიცდიან არსებით ძვრას. ამის შემდეგ, კარამელის ლენტი მიემართება რიფებიანი ლილვაკების მესამე წვევილისაკენ 6. მათი რიფების ბოლოების სიჩქარე 22%-ით ნაკლებია ტრანსპორტიორის სიჩქარეზე. მეორე და მესამე წვევილ ლილვაკებს შორის გზაზე ლენტი იკეცება გოფრეს სახით. ლილვაკების ბოლო წვევილი საბოლოოდ ამუშავებს კარამელის მასას.



ნახ.5.4. კარამელის მასის გამომყვანი მანქანა

მასის გადახელა მით უფრო ეფექტურია, რაც უფრო მეტია მასალის ფენობრივი ძვრა. ეს უკანასკნელი დამოკიდებულია ფენების ფარდობითი მოძრაობის სიჩქარეზე რიფებს შორის არეში.

ფარდობითი სიჩქარის საანგარიშო სქემა მოცემულია ნახ.5.4,ბ-ზე.

1 და 2 წერტილებით აღნიშნულია 7 და 10 ლილვაკების ბრუნვის ღერძები,

რომლებიც დაკავშირებული არიან ერთმანეთთან კბილანებით. მათი საწყისი წრესაზები აღნიშნულია ციფრებით 8 და 9. წარმოადგენს მოდების მყისიერ პოლუსს. ლილვაკები ბრუნავენ შემხვედრი მიმართულებით ერთნაირი კუთხური სიჩქარით. კარამელის ლენტის ფენა, რომელიც შეხებაშია ლილვაკის 7 რიფებთან, ეკვრება მას და მოძრაობს იგივე სიჩქარით, ხოლო ლენტის საწინააღმდეგო ფენა მოძრაობს ლილვაკის 10 ღრმულების სიჩქარით. ფარდობითი სიჩქარის განსაზღვრისათვის გავაჩეროთ ლილვაკი 10 და მას პირობითად მივანიჭოთ საწინააღმდეგოდ მიმართული კუთხური სიჩქარე. ასთივე კუთხური სიჩქარე დაუმატოთ ლილვაკს 7, რის გამოც ის მობრუნდება სიჩქარეთა მყისიერი პოლუსის -ს ირგვლივ საათის ისრის საწინააღმდეგოდ მიმართულებით, ორმაგი კუთხური სიჩქარით. წერტილის სიჩქარე ფარდობით მოძრაობაში ტოლი იქნება

$$v_{A/P} = 2\omega \cdot AP,$$

ხოლო წერტილის სიჩქარე კი ტოლი იქნება ნულის. კარამელის ფენების სიჩქარეები, რომლებიც იმყოფებიან და წერტილებს შორის, შეიცვლება 0-დან  $v_{A/P}$  - მდე. ამ მაგალითით შესაძლებელია ფარდობითი სიჩქარის განსაზღვრა 7 და 10 ლილვაკების ნებისმიერი სხვა განლაგებისათვის.

## 6. კვების პლასტიკური პროდუქტების დამყოფ-

# დამფორმებელი მოწყობილობები

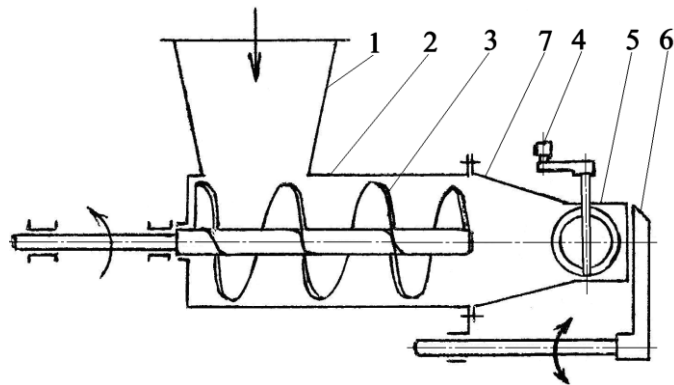
## 6.1. შნეკური ტიპის ცომდამყოფი მანქანები

ცომი მიეკუთვნება მაღალი სიბლანტის, პლასტიკური თვისებების მქონე პროდუქტებს, რომელიც საჭიროებს თანაბარი სიმკვრივის და წონის ნაჭრებად დაყვას, დოზის გარკვეული სიზუსტის დაცვით.

პურის ქარხნებში ცომის დასაყოფად თანაბარი წონის ნაჭრებად, უპირატესად გამოიყენება შნეკური და დგუშიანი ტიპის ცომდამყოფი მანქანები, რომლებშიც ცომის დაყოფა ხორციელდება მოცულობითი პრინციპით. ნახ.6.1-ზე მოცემულია ერთ-ერთი შნეკური ტიპის ცომდამყოფი მანქანის პრინციპული სქემა.

მანქანა შედგება: ცომის მიმღები ხვიშირისაგან 1; დამწნეხი შნეკისაგან 3, რომელიც ჩასმულია ცილინდრულ კორპუსში 2; კონუსური დამწნეხი საკანისაგან 4; ცომის ნაჭრების წონის სარეგულირებელი შიბერისაგან 5, რომელიც ჩადგმულია დამწნეხ საკანში 4 და ნაჭრების მომკვეთი დანისაგან 6.

მანქანა მუშაობს შემდეგნაირად. ხვიშირიდან 1 ცომი ჩაედინება კორპუსში 3, სადაც შნეკის 2 ბრუნვის შედეგად გადაადგილდება დამწნეხი საკანისაკენ 4. საკანიდან გამოსული ცომის მოკვეთა სრულდება დანით 6, რომელიც ასრულებს რხევით მოძრაობას. დანის რხევის სიხშირე შეთანხმებულია ცომის ხაზოვანი



ნახ.6.1. შნეკური ტიპის ცომდამყოფი მანქანა

გადაადგილების სიჩქარესთან, რაც უზრუნველყოფს თანაბარი წონის ნაჭრების მოკვეთას. ნაჭრების წონის სარეგულირებლად შემოაბრუნებენ შიბერის 5 სახელურს 7, რითაც იცვლება დამწნეხი საკანიდან ცომის გამოსასვლელი ხვრელის ფართი. ამის შედეგად იცვლება ცომის გადაადგილების სიჩქარე და შესაბამისად ნაჭრების წონა.

ნახ.6.2-ზე მოცემულია აღნიშნული მანქანის კინემატიკური სქემა.

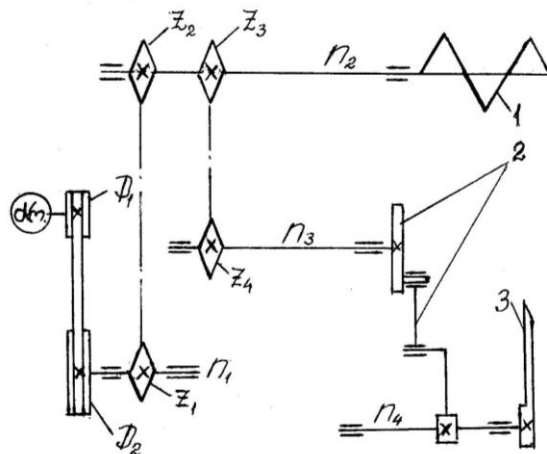


ცომის მიწოდის და დამწვნივი შნეკის 1 ლილვი (n<sub>2</sub>) ბრუნვით მოძრაობას იღებს ელექტროძრავადან (ძრ) სოლდვედური 1/2 და ჯაჭვური ზ<sub>1</sub>/ზ<sub>2</sub> გადაცემებით. შნეკის n<sub>2</sub> ლილვიდან ზ<sub>3</sub>/ზ<sub>4</sub> ჯაჭვური გადაცემით ბრუნავს ლილვი n<sub>3</sub>, საიდანაც მრუდმხარა ბარბაცა მექანიზმის 2 დახმარებით რხევით მოძრაობას ასრულებს ლილვი n<sub>4</sub> და მასზე ხისტად დამაგრებული ცომის ნაჭრების მომკვეთი დანა, რომელიც ერთ სრულ რხევაზე მოჭრის ორ ნაჭერს.

შნეკური ტიპის ცომდამყოფი მანქანის მწარმოებლობა განისაზღვრება ფორმულით

$$= \pi (d^2 - d^2) \cdot n \cdot s \cdot \rho \cdot \psi / 4, \quad \text{კგ/წთ}, \quad (6.1)$$

სადაც  $d$  - შნეკის გარე დიამეტრია, მ;  $d$  - შნეკის ლილვის დიამეტრია, მ;  $n$  - შნეკის ბრუნვის სიხშირე, ბრ/წთ;  $s$  - შნეკის ბიჯია, მ;  $\rho$  - ცომის მოცულობითი მასაა, კგ/მ<sup>3</sup>;  $\psi$  მიწოდების უთანაბრობის კოეფიციენტი. მოცემულ კონსტრუქციაში, სადაც ცომის გადაადგილებას ხვდება წინააღმდეგობა შიბერისა და დამწვნივი საკნის კონუსურობის გამო  $\psi$  მიიღება 0,1-ის ტოლი.



ნახ.6.2. შნეკური ცომდამყოფი მანქანის კინემატიკური სქემა

შნეკური ტიპის ცომდამყოფი მანქანის ძრავასათვის მოთხოვნილი სიმძლავრე განისაზღვრება

$$ძრ. = (1 + 2) \cdot k / \eta, \quad \text{ვტ}, \quad (6.2)$$

სადაც 1 - სიმძლავრეა, რომელიც საჭიროა ცომის გადაადგილებისა და დაწნვისათვის, ვტ; 2-ნაჭრების მოსაკვეთად საჭირო სიმძლავრეა, ვტ;  $k$ -სიმძლავრის მარაგის კოეფიციენტი, 1,1 - 1,3;  $\eta$ - ამძრავის მ.ქ.კ.

1-ის მნიშვნელობა განისაზღვრება

$$r = \frac{1}{3} \cdot \omega, \text{ ვტ,} \quad (6.3)$$

სადაც  $\omega$  - შნეკის ლილვზე მგრები მომენტი, ნ.მ;

$\omega$  - შნეკის კუთხური სიჩქარეა, რად/წმ.

შნეკის ლილვზე მგრები მომენტი შეიძლება გამოვთვალოთ ფორმულით

$$= 2 p \pi g \alpha (R^3 - r^3) / 3 \quad \text{ნ.მ,} \quad (6.4)$$

სადაც  $p$  - წნევაა დამწვევ საკანში ( $p = 0,1$  მპა);  $\alpha$  - შნეკის ხვიის ასვლის კუთხეა;  $R$  - შნეკის გარე რადიუსია;  $r$  - შნეკის შიგა რადიუსია.

ნაჭრის მოკვეთისათვის საჭირო სიმძლავრე იანგარიშება

$$P = \nu \cdot \omega, \text{ ვტ,} \quad (6.5)$$

სადაც  $P$  - ჭრის წინაღობის ძალაა, ნ;  $\nu$  - ჭრის სიჩქარეა, მ/წმ (იანგარიშება დანის საშუალო რადიუსის მიხედვით);

ჭრის წინაღობა ტოლია

$$= p_1 \cdot L, \text{ ნ,} \quad (6.6)$$

სადაც  $p_1$  - ჭრის ხვედრითი წინაღობაა ( $p_1 = 0,15$  კნ/მ);

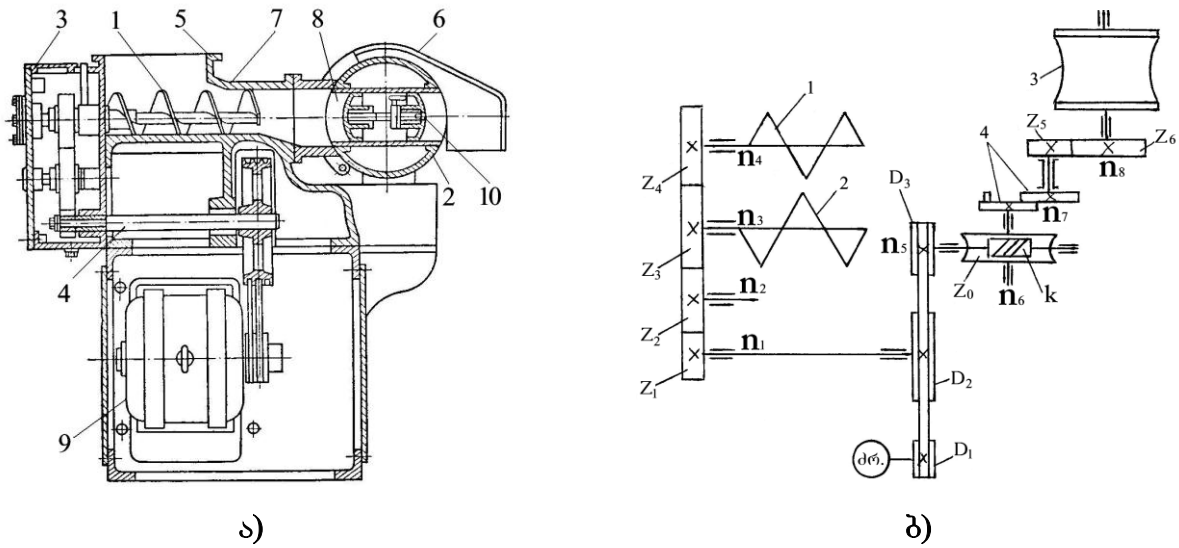
$L$  - დანის მჭრელი წიბოს სიგრძეა, მ.

საბოლოოდ (6.2) – (6.6) ფორმულებით მივიღებთ ცომდამყოფი მანქანის ძრავასათვის მოთხოვნილ სიმძლავრეს.

ნახ.6.3-ზე ნაჩვენებია კიდევ ერთი შნეკური ტიპის განსხვავებული კონსტრუქციის ცომდამყოფი მანქანა რომელიც შედგება ცომის მიმღები ხვიმირისაგან 5; ორი პარალელურად დაყენებული დამწვევი შნეკისაგან 1. შნეკები ჩასმული არიან კორპუსში 7, რომლის ბოლოზე მოთავსებულია დამყოფი თავი 2, მის მზომ ჯიბეებში 8 ჩადგმული ორმხრივი დგუშით 10. შნეკებსა და დამყოფ თავს შორის კორპუსში 7 წარმოქმნილია დამწვევი საკანი. შნეკები ამძრავიდან 9 ბრუნავენ ურთიერთშემხვედრი მიმართულებით, ამიტომ მათი ხვიების ასვლის მიმართულება ურთიერთსაწინააღმდეგოა. ცომდამყოფ თავს აქვს გარსაცმი 6, რომლის ბოლო წარმოადგენს ცომის ნაჭრების მიმართულებს, საიდანაც ნაჭრები 1 თავსდება განტან კონვეიერზე.

ცომდამყოფი მანქანა მუშაობს შემდეგნაირად. ცომი ჩაედინება ხვიმირაში 5. შნეკები 1 გადაადგილებენ მას დამწვევი საკნისაკენ და წნევით ათავსებენ დამყოფი თავის 2 მზომ ჯიბეებში 8. ამასთან, დგუშით 10 გადაადგილდება მარცხნიდან მარჯვნივ და ერთდროულად გამოაგდებს მზომი ჯიბეების მარჯვენა მხარეს მოთავსებულ ცომის ნაჭრებს. ამის შემდეგ, ცომდამყოფი თავი

შემობრუნდება 180°-ით და დგუშის მარჯვენა მხარე დადგება დამწნევი საკნის წინ და მუშაობის ციკლი მეორდება. ამრიგად, დგუშის ერთ სვლაზე, სრულდება როგორც მზომი ჯიბის შევსება, ასევე ცომის ნაჭრების გამოვლება.



ნახ.6.3. ორშნეკიანი ცომდამყოფი მანქანა:  
ა-საერთო ხედი; ბ-კინემატიკური სქემა

ცომდამყოფი თავის მუშაობის სრული ციკლის დრო შედგება დაყოვნებისა და მობრუნების დროების ჯამისაგან. დაყოვნების დროს სრულდება მზომი ჯიბეების შევსება და ნაჭრების გამოვლება.

დგუში 10 შედგენილია ორი ნაწილისაგან, რომელთა შორის მოთავსებულია ნაჭრების წონის სარეგულირებელი სხვადასხვა მიმართულების ხრახნული წყვილი. ხრახნის სათანადო მიმართულებით შემობრუნებისას, დგუშის მარცხენა და მარჯვენა ნაწილები უახლოვდებიან ან შორდებიან ერთმანეთს. ამით რეგულირდება მზომი ჯიბის მოცულობა და შესაბამისად – ნაჭრების წონა.

ნახ.6.3,ბ-ზე ნაჩვენებია ცომდამყოფი მანქანის კინემატიკური სქემა. მუშა ორგანოები – შნეკები 1,2 და ცომდამყოფი თავი 3 ბრუნვით მოძრაობას იღებენ ელექტროძრავიდან (მრ.). შნეკებს მოძრაობა გადაეცემათ სოლდვედური 1/2 და კბილანური ზ1/ზ2, ზ2/ზ3, ზ3/ზ4 გადაცემებით. ცომდამყოფი თავის წყვეტილი ბრუნვითი მოძრაობა ხორციელდება მალტიის ჯვრის მექანიზმით 4, რომელიც მოძრაობას იღებს ძრავიდან 1/3 დვედური, ჭია კ/ზი და კბილანური ზ5/ზ6 გადაცემებით.

აღნიშნული ტიპის მანქანის მწარმოებლობის საანგარიშოდ შეიძლება ვსარგებლობდით (6.1) ფორმულით, შნეკების რაოდენობის გათვალისწინებით.

მანქანისათვის მოთხოვნილი სიმძლავრის საანგარიშოდ უნდა განისაზღვროს ტექნოლოგიური წინააღობის ძალების დასაძლევად საჭირო მგრეხი მომენტები

შნეკების ლილვებზე. ამისათვის შეიძლება ვისარგებლოთ (6.4) ფორმულით.

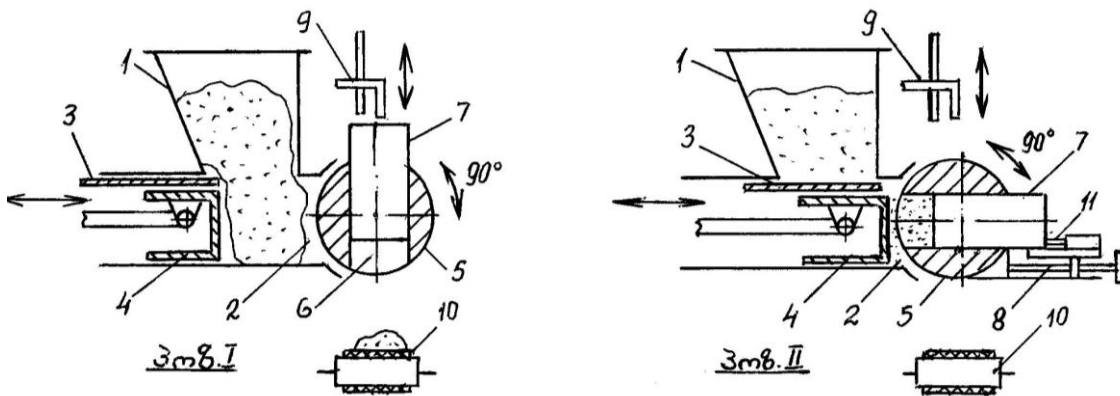
ძრავასათვის მოთხოვნილი სიმძლავრე განისაზღვრება ფორმულით

$$P_{\text{რ.}} = Z_{\text{შნ.}} \cdot \omega \cdot k / \eta,$$

სადაც  $Z_{\text{შნ.}}$  – შნეკების რაოდენობა;  $\omega$  – შნეკების კუთხური სიჩქარე;  $k$  – სიმძლავრის მარაგის კოეფიციენტი;  $\eta$  – ამძრავის მ.ქ.კ. –ია.

## 6.2. დგუშიანი ტიპის ცომდამყოფი მანქანები

დგუშიანი ტიპის ცომდამყოფი მანქანები ფართოდ არის გავრცელებული პურის წარმოების თანამედროვე ნაკადურ ხაზებში. ისინი ხასიათდებიან მაღალი მწარმოებლობით და ცომის დაყოფის მაღალი სიზუსტით, აგრეთვე ნაჭრების წონის რეგულირების ფართო დიაპაზონით. ერთ-ერთი ასეთი ტიპის მანქანის სტრუქტურულ-პრინციპული სქემა მოცემულია ნახ.6.4-ზე.



ნახ.6.4. დგუშიანი ტიპის ცომდამყოფი მანქანა დამყოფი თავის წყვეტილი მოქანავე მოძრაობით

მანქანა შედგება ცომის მიმღები ხვიძირისაგან 1, რომლის ქვემოთ მოთავსებულია ცომის დამწნევი საკანი 2. საკანში ჩადგმულია ცომის მომკვეთი დანა 3 და დამწნევი დგუში 4, რომლებიც ასრულებენ წრფივ-უკუქცევად მოძრაობას. დამწნევი საკანის ბოლოზე მოთავსებულია დამყოფი თავი 5, რომელიც ასრულებს მოქანავე, წყვეტილ მოძრაობას 90°-იანი კუთხით. დამყოფი თავი აღჭურვილია მზომი ჯიბეებით 6, რომლებშიც ჩადგმულია დგუშები 7. დამყოფ თავზე დამაგრებულია ნაჭრების წონის სარეგულირებელი მექანიზმი 8, დგუშების სვლის ფიქსატორით 11. მანქანას აქვს აგრეთვე დამყოფი თავიდან ნაჭრების გამომგდები მექანიზმი 9 და გამტანი ტრანსპორტიორი 10. ნაჭრების გამომგდები მექანიზმი ასრულებს წრფივ-უკუქცევად მოძრაობას ვერტიკალურ სიბრტყეში.

მანქანის ყველა მუშა ორგანო, გარდა ტრანსპორტიორისა, არის ციკლური

ქმედების და მოძრაობენ ურთიერთშეთანხმებულად ერთი გამანაწილებელი ლილვიდან მუშტა-ბერკეტული მექანიზმებით.

მანქანა მუშაობს შემდეგნაირად. დასაწყისში დანას და დგუმს უჭირავთ მარცხენა კიდურა მდებარეობა (I პოზიცია). ამ დროს ცომი ხვიშირიდან თვითდინებით ჩაედინება დამწნევ საკანში. დანა და დგუში იწყებენ ერთდროულ გადაადგილებას მარჯვნივ. გარკვეულ მომენტში დანა გაასწრებს დგუმს, მოჰკვეთავს ცომის მასას და დამწნევ საკანს გამოჰყოფს ხვიშირისაგან. დგუში აგრძელებს მოძრაობას და მოკვეთილ ცომის მასას ჭირხნის დამყოფი თავის ჯიბეებში. დგუში გადაადგილდება წონის სარეგულირებელი მექანიზმის საბრჯენტან 11 შესებამდე (II პოზიცია). შემდეგ დამყოფი თავი შემობრუნდება 90°-იანი კუთხით, საათის ისრის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით (I პოზიცია), გამომგდები მექანიზმი 9 იმოქმედებს დგუშებზე, გადაადგილებს მათ ქვემოთ და გამოსული ნაჭრები თავსდებათ გამტან ტრანსპორტიორზე 10. იმავდროულად, დანა და დგუში ბრუნდებიან მარცხენა კიდურა მდებარეობაში. დამყოფი თავი შემობრუნდება 90°-იანი კუთხით, საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით და მანქანის მუშაობის ციკლი მეორდება.

ნაჭრების წონის რეგულირება ხდება ხრახნული მექანიზმით 8, რომელიც გადაადგილებს საბრჯენტს 11 მარცხნივ ან მარჯვნივ, რითაც ფიქსირდება დგუმის სვლა დამყოფი თავის ჯიბეში.

ნახ.6.5-ზე ნაჩვენებია მანქანის კინემატიკური სქემა. მანქანა მოძრაობას იღებს ელექტროძრავიდან (ძრ). ღვედური 1/2 გადაცემით, ღვედური 3/4 ვარიატორით, ჯაჭვური ზ1/ზ2, კბილანური ზ3/ზ4 და ზ9/ზ10 გადაცემებით ბრუნვითი მოძრაობა გადაეცემა მანქანის გამანაწილებელ ნ5 ლილვს, საიდანაც მუშტა-ბერკეტული გადაცემებით 1-2, წრფივ-უკუქცევად მოძრაობას ასრულებენ დგუში 3 და დანა 4. ამავე ლილვიდან მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმით 5 რხევით მოძრაობას ასრულებს ცომდამყოფი თავი 6, ხოლო მუშტა-ბერკეტული გადაცემით 7 ნაჭრების გამომგდები მექანიზმი 8 ასრულებს წრფივ-უკუქცევად მოძრაობას ვერტიკალურ სიბრტყეში. ნ4 ლილვიდან ზ5/ზ6 კონუსური და ზ7/ზ8 ჯაჭვური გადაცემებით უწყვეტად მოძრაობს ცომის ნაჭრების გამტანი ტრანსპორტიორი 9.

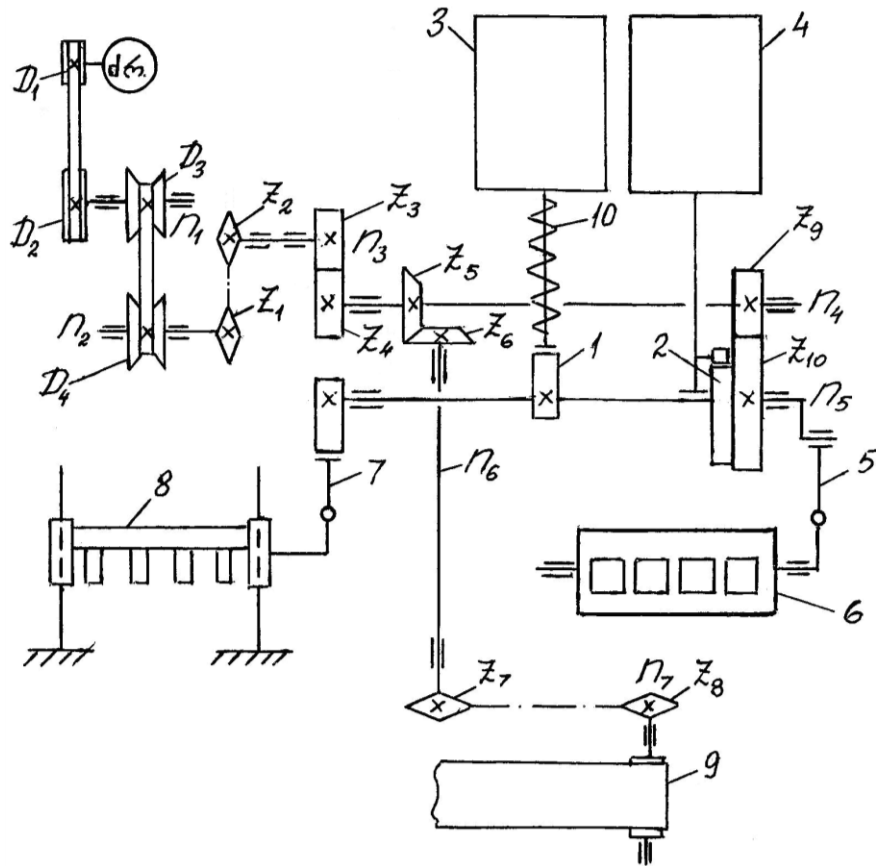
დგუმის ამძრავი მექანიზმი შეიცავს დრეკად ელემენტს – ზამბარის 10 სახით, რომელიც დანიშნულია ცომის დამწნევ საკანში წნევის სტაბილურობისათვის, რაც უზრუნველყოფს ნაჭრების თანაბარ სიმკვრივეს და შესაბამისად – წონას.

როგორც კინემატიკური სქემიდან ჩანს, მანქანის ციკლური ქმედების მუშა ორგანოები მოძრაობას იღებენ გამანაწილებელი ნ5 ლილვიდან. ამ ლილვის ერთ

ბრუნს შეესაბამება ერთი როგორც კინემატიკური, ასევე ტექნოლოგიური ციკლი. ერთი ციკლის დროს ცომდამყოფი მანქანა გამოუშვებს იმდენ ნაჭერს, რამდენი მზომი ჯიბეც აქვს დამყოფ თავს. აქედან გამომდინარე, ცომდამყოფი მანქანის მწარმოებლობა განისაზღვრება ფორმულით

$$= \frac{z_{\Sigma} \cdot n_{\text{გ.ა.}}}{\text{ნაჭერი/წთ}},$$

სადაც  $z_{\Sigma}$  - მზომი ჯიბეების რაოდენობაა;  $n_{\text{გ.ა.}}$ -გამანაწილებელი ლილვის ბრუნვის სიხშირეა, ბრ/წთ.



ნახ.6.5. დგუშიანი ცომდამყოფი მანქანის კინემატიკური სქემა

**ძალოვანი გაანგარიშება.** მოცემულ ცომდამყოფ მანქანაში სიმძლავრე ძირითადად იხარჯება დგუშსა და დანაზე მოქმედი ტექნოლოგიური წინაღობის ძალების დასაძლევად, რაც გამოიხატება ცომის მოკვეთასა და დამყოფი თავის მზომ ჯიბეებში მის დაწნევაზე.

ძრავასათვის მოთხოვნილი ჯამური სიმძლავრე შედგება ორი სიმძლავრის ჯამისაგან, სადაც 1 სიმძლავრეა, რომელიც საჭიროა დგუშის მიერ ცომის გადაადგილებისა და დაწნევისათვის; 2-დანის მიერ ცომის მოსაკვეთად საჭირო სიმძლავრეა.

დგუშისათვის მოთხოვნილი სიმძლავრე განისაზღვრება

1= . პ. ვსაშ. ვტ,

სადაც – დგუშის განივი კვეთის ფართობი, მ<sup>2</sup>; პ - ცომის დაწნევაა, პა; ვსაშ.- დგუშის მუშა სვლის საშუალო სიჩქარეა, მ/წმ.

დგუშისა და დანის საშუალო სიჩქარე განისაზღვრება კინემატიკური ციკლის ხანგრძლივობიდან, საიდანაც მუშა სვლაზე მოდის დაახლოებით ნახევარი.

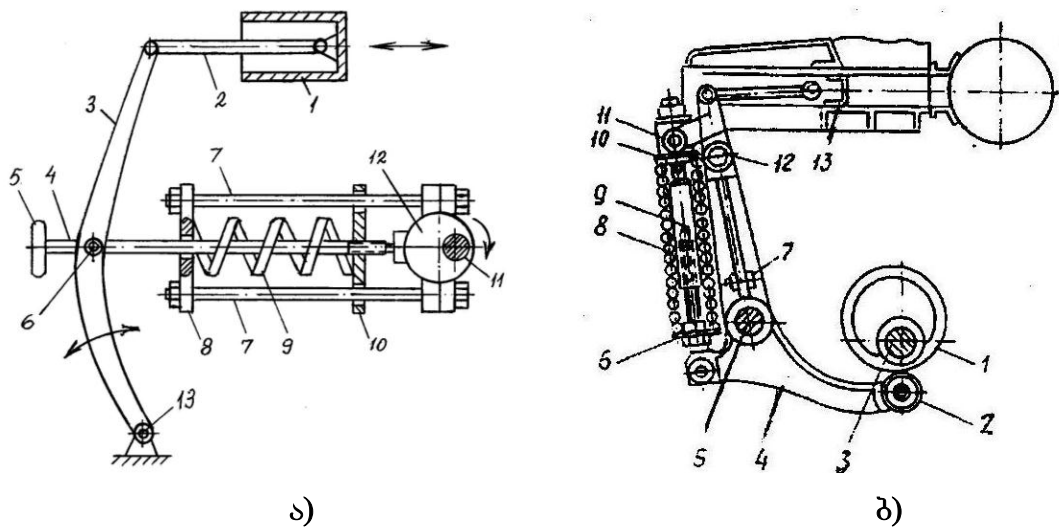
დანისათვის მოთხოვნილი სიმძლავრე განისაზღვრება

2= . პ1. ვსაშ. ვტ,

სადაც - დანის სიგრძეა, მ; პ1-დანის მჭრელ წიბოზე ცომის მოკვეთით გამოწვეული დატვირთვის ინტენსივობაა, ნ/მ;

### 6.2.1. დგუშიანი ცომდამყოფი მანქანების მექანიზმები

ნახ.6.6,ა-ზე წარმოდგენილია ზემოთგანხილული მანქანის დგუშის ამძრავი და წნევის გამთანაბრებელი მექანიზმის სქემა. დგუში 1 წრფივ-უკუქცევად მოძრაობას იღებს გამანაწილებელი ლილვიდან 11 ექსცენტრული მექანიზმით 12, რომლის ძეღააკები 7 ერთი ბოლოთი ჩამაგრებული არიან ექსცენტრისტეტის კორპუსში, ხოლო მეორე ბოლოები შეკრულია თამასით 8.



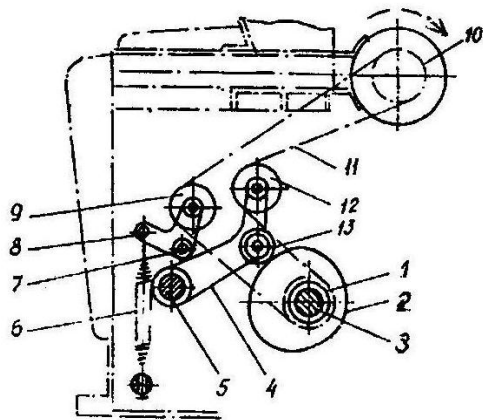
ნახ.6.6. დგუშის ამძრავი და წნევის გამთანაბრებელი მექანიზმები

ძეღააკებზე 7 თავისუფლად არის დასმული ფილა 10, რომელშიც ჩახრახნილია წევა 4. წევა თავისუფლად გადის თამასაში 8 და სახსრულად 6 დაკავშირებულია მოხრილ ბერკეტთან 3, რომელიც ერთი ბოლოთი სახსრულად 13 ჩამაგრებულია მანქანის კორპუსში, ხოლო მეორე ბოლოთი ასევე სახსრულად მიერთებულია დგუშის დეროსთან 2. თამასასა 8 და ფილას 10 შორის ჩადგმულია ზამბარა 9.

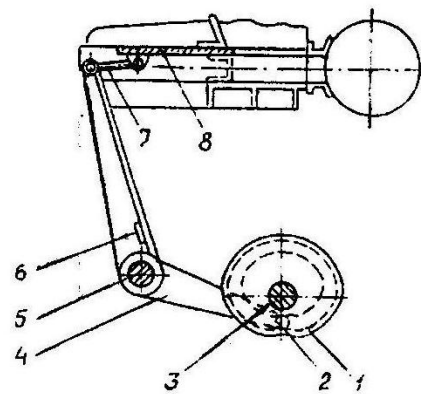
მექანიზმი მუშაობს შემდეგნაირად: ლილვის 11 ბრუნვის შედეგად, ძეღაკები 7 გადაადგილებენ თამასას 8, რომელიც იმოქმედებს ზამბარაზე 9. ეს უკანასკნელი დააწევა ფილას 10, რომელიც გადაადგილებს წვეას 4 მარჯვნივ (დგუშის მუშა სვლის დროს), შესაბამისად მოხრილი ბერკეტიც 3 გადაიხრება მარჯვნივ და დგუში შეასრულებს მუშა სვლას მარჯვნივ. თუ, წნევამ დამწნევ საკანში გადააჭარბა დასაშვებ სიდიდეს, ან რაიმე მიზეზით შეფერხდა დგუშის მუშა სვლა, მაშინ ზიმბარა 9 შეიკუმშება სათანადო სიდიდით ისე, რომ ექსცენტრისტეტი 12 და ძეღაკები 7 გააგრძელებენ მოძრაობას. დამწნევ საკანში წნევის რეგულირება ხდება სახელურის 5 სათანადო მიმართულებით დაბრუნებით, რითაც ფილა 10 გასრიალდება ძეღაკებზე 7 და შეიცვლება ზამბარის 9 დაჭიმულობა. დგუშის უკუსვლა ხორციელდება წვეის 4 დაწოლით მოხრილ ბერკეტზე 3.

ფართოდ არის გავრცელებული დგუშიანი ცომდამყოფი მანქანის კიდევ ერთი ტიპი, რომელშიც დამყოფი თავი ასრულებს წყვეტილ ბრუნვით მოძრაობას.

ნახ.6.7-ზე ნაჩვენებია აღნიშნული მანქანის დამყოფი თავის ამძრავის სქემა, რომელიც შედგება: ვარსკვლავებზე 1,12,10 და 9 გადადებული უსასრულო ჯაჭვისაგან 11; ღერძის 5 გარშემო მოქანავე ბერკეტისაგან 4, რომელიც გამანაწილებელ ლილვზე 3 დამაგრებულ მუშტას 2 ეყრდნობა გორგოლაჭით 13; ღერძზე 7 დასმული ბერკეტისაგან 8, რომლის ერთი ბოლო დაკავშირებულია ზამბარასთან 6, მეორე ბოლოზე კი თითოთ დამაგრებულია დამჭიმი ვარსკვლავი 9.



ნახ.6.7. დამყოფი თავის წყვეტილი, წრიული მოძრაობის სქემა



ნახ.6.8. ცომის მომკვეთი დანის მექანიზმი

გამანაწილებელ ლილვის 3 ბრუნვისას დამყოფ თავს ვარსკვლავიდან 1 ჯაჭვით 11 გადაეცემა მოძრაობა. იმის გამო, რომ მუშტას 2 მოქმედებით ბერკეტი 4 ვარსკვლავასთან 12 ერთად ასრულებს რხევით მოძრაობას, ვარსკვლავებს 1 და 10 შორის უწყვეტი ჯაჭვის მონაკვეთი იცვლება სიგრძეში და ამ მონაკვეთის ზედმეტი სიგრძე კომპენსირდება ვარსკვლავითი 9 დაჭიმვით, ზამბარის 6 მოქმედებით.



ვარსკვლავებს 1 და 10 შორის ჯაჭვის წავრძელების დროს დამყოფი თავი მოძრაობა შენელებულია. გარდა ამისა, დამყოფ თავს აქვს დაყოვნების ფაზა, რომლის დროსაც სრულდება ჯიბეების შევსება ცომით. დამყოფი თავი მოძრაობს აჩქარებულად, ხოლო ჯაჭვის ამ მონაკვეთის შემცირებისას მისი აღნიშნული კანონზომიერებით მოძრაობას განაპირობებს მუშტას 2 პროფილი.

ნახ.6.8-ზე მოცემულია ამავე მანქანის ცომის მომკვეთი დანის მექანიზმის სქემა. იგი შედგება: ღარისებური მუშტასაგან 1; ღერძზე 5 დასმული მოქანავე ორმხრივი ბრეკეტისაგან 4, გორგოლაჭით 2, რომელიც გორავს მუშტას 1 ტორსულ ღარში; მომკვეთი დანის ამძრავთან დამაკავშირებელი ღეროსაგან 7. ბერკეტზე 4 დამაგრებულია შვერილი 6, რომელიც დანის უკუსვლის დროს ეყრდნობა დგუშის ამძრავ ბერკეტს და გადაადგილებს მარცხნივ.

მუშტას 1 პროფილი, რომელიც დასმულია გამანაწილებელ ლილვზე 3, უზრუნველყოფს მუშა კამერაში მომკვეთი დანის წრფივ-უკუქცევად მოძრაობას საჭირო კანონზომიერებით.

აღნიშნულ მანქანაში, ზემოთ განხილულისაგან, რამდენადმე განსხვავებულია დგუშის ამძრავის და წნევის გამთანაბრებელი მექანიზმის კონსტრუქცია, რომელიც წარმოდგენილია ნახ.6.6,ბ-ზე.

დგუში მოძრაობაში მოდის გამანაწილებელ ლილვზე 3 დამაგრებული მუშტასაგან 1 და ორმხრიანი ბერკეტისაგან 4, რომლის ქვედა ბოლოზე დამაგრებულია გორგოლაჭი 2. ბერკეტი 4 შედგება სახსრულად 12 შეერთებული ორი ნაწილისაგან და ასრულებს რხევით მოძრაობას სახსრის 5 მიმართ. ბერკეტის 4 ზედა ნაწილს აქვს ჩანგლსებური 11 განშტოება, რომელიც სახსრულად დაკავშირებულია გარსაცმთან 10 თეფშისებური დაბოლოებით. გარსაცმი დასმულია ცილინდრულ ღეროზე 9. ბერკეტის 4 ქუსლში ჩამაგრებულ ხრახნზე დასმულია ქანჩი 6, რომლის ზედა ტორსული მხარე შესრულებულია თეფშისებურად. გარსაცმისა 10 და ქანჩის 6 თეფშისებურ ზედაპირებს შორის ჩადგმულია ზამბარა 8.

დგუშის მუშა სვლას (ანუ სვლას მარჯვნივ) უზრუნველყოფს მუშტა 1, ხოლო უკუსვლა ხორციელდება მომკვეთი დანის ბერკეტის 4 (ნახ.6.8) დახმარებით, რომლის შვერილი 6 წამოედება დგუშის ამძრავ ბერკეტზე დამაგრებულ ხრახნს 7 (ნახ.6.6,ბ).

მუშა კამერაში წნევის სტაბილურობა ხორციელდება შემდეგნაირად. თუ რაიმე მიზეზით კამერაში წნევა გაიზარდა (მაგლითად, ცომის არათანაბარი მიწოდებით), შეიცვლება დგუშის მუშა სვლის სიდიდე. ამის საკომპენსაციოდ მოიხრება

ჩანგლისებური ბერკეტი 11 სახსარში 12 და გარსაცმის 10 თეფში დააწვება ზამბარას 8, რომელიც შეიკუმშება. დგუშის უკუსვლის დროს ზამბარა გაიშლება და ბერკეტი 11 დაბრუნდება საწყის მდგომარეობაში. მუშა კამერაში საჭირო წნევის შექმნა მიიღწევა ქანჩის 6 დახმარებით, რომლითაც რეგულირდება ზამბარის 8 დაჭიმულობა.

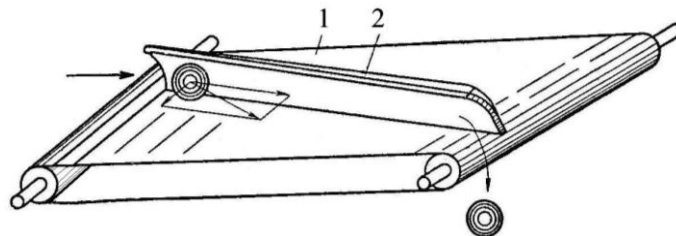
### 6.3. ცომის ნაჭრების დამფორმებელი მანქანები

ცომის ნაჭრების დამფორმების მიზანია მათ მიიღონ პროდუქციის ასორტიმენტით გათვალისწინებული ფორმა. გარდა ამისა, დაფორმების პროცესში ნაჭრების ზედაპირი ხდება უფრო გლუვი და წარმოიქმნება ზედაპირული აფკი, რომელიც ხელს უწყობს აფუების პროცესს.

დაფორმებისთვის გამოყენებული მანქანები ცომის ნაჭრებს ანიჭებენ სფერულ ან ცილინდრულ ფორმას. პირველ შემთხვევაში გამოიყენება დამამრგვალებელი (დამგუნდავებელი), ხოლო მეორე შემთხვევაში – შემომგორი მანქანები.

ცომის ნაჭრების დამრგვალება და შემომგორვა მიმდინარეობს ორ მუშა ზედაპირს შორის, რომელსაც ერთმანეთის მიმართ აქვთ ფარდობითი მოძრაობა.

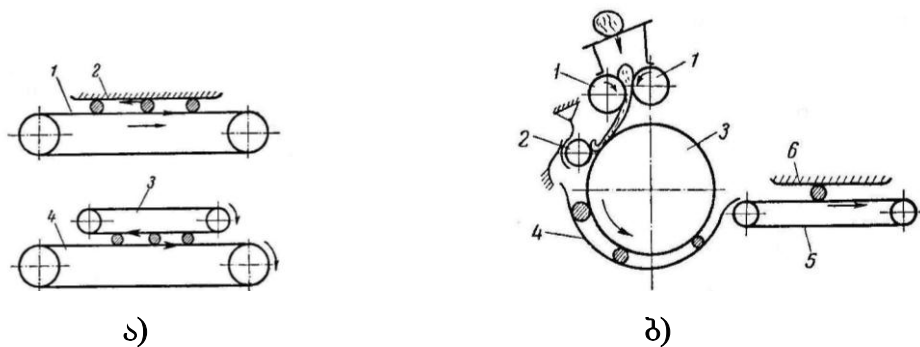
ცომის ნაჭრების დაგუნდავების პრინციპი და მარტივი მოწყობილობა ნაჩვენებია ნახ.6.9-ზე.



ნახ.6.9. ცომის ნაჭრების დაგუნდავების პრინციპული სქემა

ტრანსპორტიორის ლენტის 1 თავზე, მცირე ღრეწოთი, გარკვეული კუთხით მდებარეობს უძრავი ღარი 2, რომლის განივი კვეთი თავიდან ბოლოსაკენ თანდათან მცირდება. ლენტზე 1 მოხვედრილი ცომის ნაჭრები ღარის მხრიდან განიცდიან ზემოქმედებას, რის გამოც ისინი იწყებენ რთულ მოძრაობას, რომლის მდგენელები ნაჩვენებია ისრებით. ასეთი მოძრაობის დროს ცომის ნაჭრების მთელი ზედაპირი მოდის შეხებაში როგორც ღარის შიგა ზედაპირთან, ასევე ტრანსპორტიორის ლენტთან და მიმდინარეობს მათი დაგუნდავება. ამას ხელს უწყობს ღარის კვეთის თანდათანობითი შემცირებაც.

ცომის ნაჭრების შემოგორვის პრინციპული სქემები წარმოდგენილია ნახ.6.10-ზე “ა” სქემის ზედა ნახაზზე შემოგორვა ხდება მოძრავ ლენტსა 1 და უძრავ ზედაპირს 2 შორის, ქვედა ნახაზზე კი – ორ სხვადასხვა მიმართულებით მოძრავ 3 და 4 ლენტების შტოებს შორის. ნაჭრებზე წყვილი ძალის მოქმედების შედეგად ისინი იწყებენ ბრუნვით მოძრაობას საკუთარი ღერძის ირგვლივ და ერთდროულად გადაადგილდებიან წინ. იმის გამო, რომ მუშა ზედაპირებს შორის ღრეჩო მოძრაობის მიმართულებით მცირდება, ნაჭრები დეფორმირდებიან და ღებულობენ ცილინდრულ ფორმას.



ნახ.6.10. ცომის ნაჭრების შემოგორვის პრინციპული სქემები

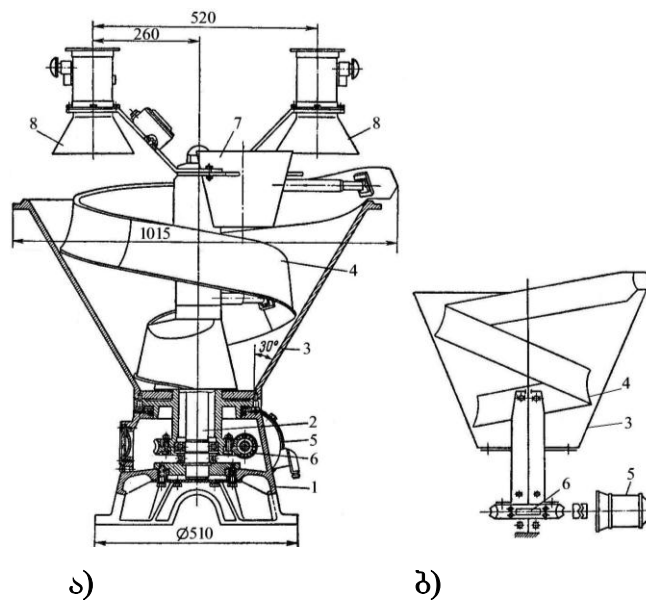
ისეთი ცომისათვის, რომელიც გამოირჩევა მაღალი დრეკადობით და ელასტიკურობით, გამოიყენება მანქანები, რომლებშიც ნაჭრებზე შემოქმედებას აქვს უფრო ინტენსიური ხასიათი (ნახ.6.10,ბ). ამ მანქანებში ნაჭრები თავიდან გადაიან წყვილ ლილვაკს 1 შორის ღრეჩოში, ბრტყელდებიან და შემდეგ რიფებიანი ლილვაკით 2 ხდება მათი შეხვევა სპირალური რულონის სახით. რულონი ჩაითრევა მბრუნავ დოლსა 3 და უძრავ გარსაცმს 4 შორის და ღებულობს ცილინდრულ ფორმას. შემდეგ ნაჭრები გადადიან ლენტურ ტრანსპორტიორზე 5 და უძრავი ზედაპირის 6 მხრიდან განიცდიან დეფორმაციას, რის შედეგადაც ნაჭრების სიგრძე იზრდება საჭირო ზომებამდე. ცომის ნაჭრების მრავალჯერადი დამუშავება აუცილებელია მთელ მასაში ერთნაირი სიმკვრივის მისაღებად.

### 6.3.1. კონუსურ ვარცლიანი ცომის ნაჭრების დამგუნდავებელი მანქანა

დაფორმების ერთ-ერთი სახეა ნაჭრების დამრგვალება, ანუ დაგუნდავება. ამ პროცესისათვის ყველაზე უფრო გავრცელებული მანქანის სტრუქტურულ-პრინციპული სქემა ნაჩვენებია ნახ.6.11,ა-ზე. მანქანის ღვარზე 1 უძრავად არის დამაგრებული სვეტი 2, რომელის გარშემო ბრუნვით მოძრაობას მოძრაობას ასრულებს კონუსური ვარცლი 3. სვეტზე 2 დაყენებულია სპირალური დარი 4.

კონუსური ვარცლის ბრუნვა ხორციელდება ძრავიდან 5 ჭიასრახნული გადაცემით 6. ცომის ნაჭრები მანქანას მიეწოდება ცომდამყოფიდან ძაბრის 7 გავლით. მანქანის მუშა ზედაპირებიდან ტენის მოსაცილებლად მის ზედა ნაწილში დაყენებულია ორი ძაბრი 8, ჰაერის მისაწოდებლად.

ნაჭრები ვარდებიან კონუსური ვარცლის ძირზე, რომლის ბრუნვის შედეგად უძრავი სპირალური ღარის მიმართ, ისინი ვარცლის კედელთან წარმოქმნილი ხახუნის ძალით გადაგორდებიან ღარში ქვევიდან ზევით და თავსდებიან გამტან ტრანსპორტიორზე. ვარცლის კედელსა და ღარს შორის ნაჭრების ფარდობითი მოძრაობის შედეგად სრულდება დამგუნდავების პროცესი, რის შემდეგაც ისინი დებულობენ საურველ ფორმას და ზედაპირულ სტრუქტურას.



ნახ.6.11. ცომის ნაჭრების დამგუნდავებელი მანქანა:

ა- საერთო ხედის ჭრილი; ბ- კინემატიკური სქემა.

**ცომის ნაჭრების დამგუნდავებელი მანქანის კინემატიკური ანგარიში.**

მოცემული მანქანის მწარმოებლობა განისაზღვრება ფორმულით

$$= \frac{v_{\text{ნაჭ.კს.}}}{\text{ტნ. ნაჭერი/წმ}}, \quad (6.7)$$

სადაც - მწარმოებლობაა;  $v_{\text{ნაჭ.კს.}}$ -ნაჭრების მოძრაობის ხაზოვანი სიჩქარეა, მ/წმ; ტნ.- ნაჭრებს შორის მანძილია, რომელიც მიიღება მათი ზომის მიხედვით, იმის გათვალისწინებით, რომ არ მოხდეს ნაჭრების ერთმანეთთან მიკვრა, ( $\text{ტნ}=0,3$  მ); კს.- კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ნაჭრების ხაზოვანი სიჩქარის ჩამორჩენას მუშა ორგანოს სიჩქარის მიმართ, რაც გამოწვეულია მათი სრიალით ( $\text{კს}=0,8$ ).

(6.7) ფორმულიდან ვსაზღვრავთ ნაჭრების მოძრაობის ხაზოვან სიჩქარეს მოცემული მწარმოებლობის მიხედვით

$$v_{\text{ნაჭ.}} = \cdot \text{ტნ} / \text{კს. მ/წმ.}$$

ვინაიდან ცომის ნაჭრები ორ უძრავ და მოძრავ ზედაპირს შორის ასრულებენ რთულ მოძრაობას (ხაზოვანს და ბრუნვითს საკუთარი ღერძის მიმართ), ამიტომ მუშა ორგანოს – კონუსური ვარცლის მინიმალური წრიული სიჩქარე მის ძირში ტოლი იქნება

$$v_{\text{ნაჭ.}} = v_{\text{ვარც}} / 2 \text{ მ/წმ.}$$

ვარცლის ბრუნვის სიხშირე იქნება

$$n_{\text{ვარც.}} = 60 \cdot v_{\text{ვარც.}} / \pi \text{ ბრ/წთ,}$$

სადაც -ვარცლის ძირის დიამეტრია.

ცომის ნაჭრების დამგუნდავებელი მანქანის ძალოვანი ანგარიში. მოცემულ მანქანაში ენერგია იხარჯება კონუსური ვარცლის მოძრაობაში მოსაყვანად და საყრდენ საკისარში ხახუნის ძალების დასაძლევად და გამოითვლება ფორმულით

$$= m \cdot d^2 \cdot \omega^2 / 2 \text{ ნ.მ,}$$

სადაც  $m$ -არის კონუსური ვარცლის მასა მასში მოთავსებულ ცომის ნაჭრებთან ერთად, კგ;  $d$ -ვარცლის საშუალო რადიუსია, მ;  $\omega$  - ვარცლის კუთხური სიჩქარეა, რად/წმ;

ვარცლის დასაბრუნებლად საჭირო ჯამური სიმძლავრე განისაზღვრება

$$P_{\text{ვარც.}} = ( \dots / \tau ) + ( m \cdot g \cdot f \cdot d \cdot \omega / 2 ),$$

სადაც  $\tau$  – ვარცლის დამყარებულ ბრუნვით რეჟიმში გადასვლის დროა, წმ;  $f$ - ვარცლის საყრდენი საკისრის ხახუნის კოეფიციენტია;  $d$ -საყრდენი საკისრის საშუალო დიამეტრია, მ;  $g$ -სიმძიმის ძალის აჩქარებაა, მ/წმ<sup>2</sup>.

ძრავასათვის მოთხოვნილი სიმძლავრე იქნება

$$P_{\text{ძრ.}} = P_{\text{ვარც.}} \cdot k / \eta,$$

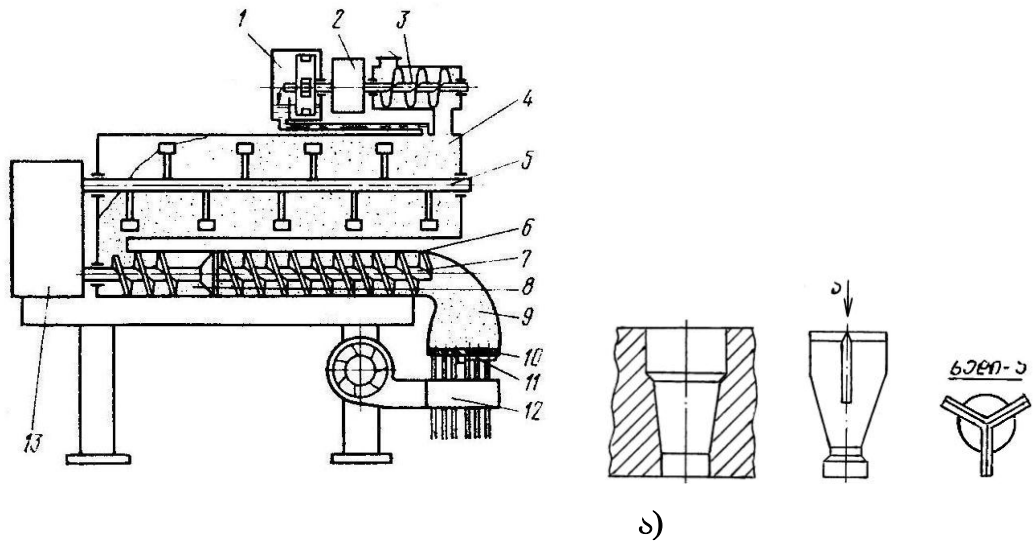
სადაც  $\eta = 0,85$  - ამძრავის მ.ქ.კ.-ია;  $k = 1,2$  –სიმძლავრის მარაგის კოეფიციენტია;

#### 6.4. მაკარონის წნეხი

მაკარონის წნეხები შნეკური ტიპისაა. ისინი გაერთიანებული არიან აგრეგატში ცომსაზელთან და კომპონენტების დოზატორებთან ერთად. მაკარონის წნეხების მრავალი სახეობიდან განვიხილოთ ფართოდ გავრცელებული ვარიანტი, რომლის სტრუქტურულ-პრინციპული სქემა მოცემულია ნახ. 6.13-ზე.

მიუხედავად იმისა, რომ მოცემულ აგრეგატში სრულდება რამოდენიმე განსხვავებული ოპერაცია ის მაინც იწოდება როგორც “მაკარონის წნეხი”. მასში

ხორციელდება ძირითადი კომპონენტების – ფქვილისა და წყლის უწყვეტი დოზირება და ცომის მოხელა, რომლისგანც შემდეგ ხდება მაკარონის ნახევარფაბრიკატის გამოწნეხა.



ბ)                    ბ)

ნახ. 6.12. მაკარონის წნეხი:

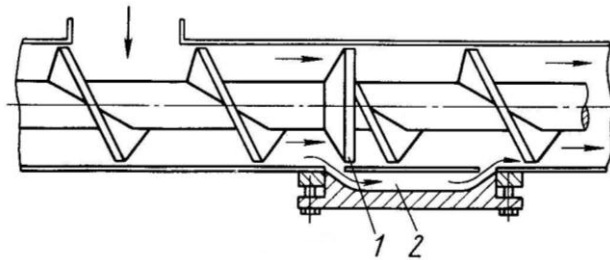
ა- პრინციპული სქემა; ბ-მატრიცა; გ-მაფორმებელი საღებო.

წნეხი შედგება შემდეგი ძირითადი კვანძებისაგან: წყლის 1 და ფქვილის 3 დოზატორებისგან, ცომსაზეულისაგან, დამწნეხი შნეკისაგან 7, დამწნეხი თავისაგან 9, მატრიცისაგან 10, თბილი ჰაერის შემბერი 12 და გადამჭრელი 11 მოწყობილობებისაგან და ამძრავისაგან 13. ფქვილის და წყლის დოზატორები მოძრაობას იღებენ დამოუკიდებელი ამძრავიდან 2 (ნახ.6.12,ა).

ცომსაზელ ვარცლში 4 ჩადგმულია ჰორიზონტალური ლილვი 5 მომხელი ლოპატებით, რომლებიც ლილვზე დამაგრებული არიან ისეთი კუთხით, რომ მთლიანობაში ქმნიან ხრახნულ ხაზს. ამის გამო, ცომი მოხელასთან ერთად გადაადგილდება ღერძულად და გადადის დამწნეხ საკანში 6, საიდანაც დამწნეხი შნეკით 7 წნევით მიეწოდება გუმბათისებური ფორმის დამწნეხ თავს, რომლის ძირზე დამაგრებულია მაკარონის დამფორმებელი მატრიცა 10. მატრიცის ნახვრეტებიდან (ნახ.6.12,ბ) მაკარონი გამოდის უწყვეტი მილების სახით, რომელთა სიმტკიცის გაზრდის მიზნით ხდება მათზე თბილი ჰაერის შებერვა ვენტილატორით 12 და გარკვეული სიგრძის ნაწარმის ერთდროული მოკვეთა, მატრიცის ქვეშ არსებული მბრუნავი დანით. მოკვეთამდე ხდება მილისებური ნაწარმის დაკიდება გამტანი კონვეიერის ღეროებზე, რომელსაც მაკარონი გადააქვს საშრობ კარადაში. ნაწარმის ასორტიმენტის შესაცვლელად წნეხში აყენებენ შესაბამის მატრიცას.

მილისებური ნაწარმის მისაღებად მატრიცის ნახერცებში დებენ სპეციალურ სადებებს (ნახ.6.12.გ), რომელთა 120<sup>0</sup>-ით გაშლილი წიბოები ცომის ზონარს ჭრიან გრძივად სამ ნაწილად. შემდეგ, მათი შეერთება და მილის წარმოქმნა ხდება მატრიცის ნახერცის კონუსურ ნაწილში.

მაკარონის წნეხებში ფართოდ გამოიყენება ცომის დამუშავება ვაკუუმის ქვეშ. ამის შედეგად იზრდება ცომის პლასტიკურობა და სიბლანტე, რაც აუმჯობესებს ფორმირების პირობებს. გარდა ამისა, მატრიციდან გამოსვლის შემდეგ მაკარონის ნაკეთობებს აქვთ მაღალი სიმკვრივე, ხოლო გაშრობის შემდეგ კი – მომატებული მექანიკური სიმტკიცე. ზოგიერთი კონსტრუქციის წნეხში ვაკუუმს იყენებენ როგორც ცომის მოხელის დროს, ასევე მოხელისა და ფორმირების პროცესებს შორის შუალედში. პირველ შემთხვევაში ძალზე რთულდება წნეხის კონსტრუქცია და მაღალი ვაკუუმის მისაღებად საჭირო ხდება მძლავრი ვაკუუმტუმბოების გამოყენება.



ნახ.6.13. ცომის ვაკუუმირების სქემა დამწნეხი შნეკის კორპუსში:

- 1- ცილინდრული საყელური; 2- გადამშვები არხი.

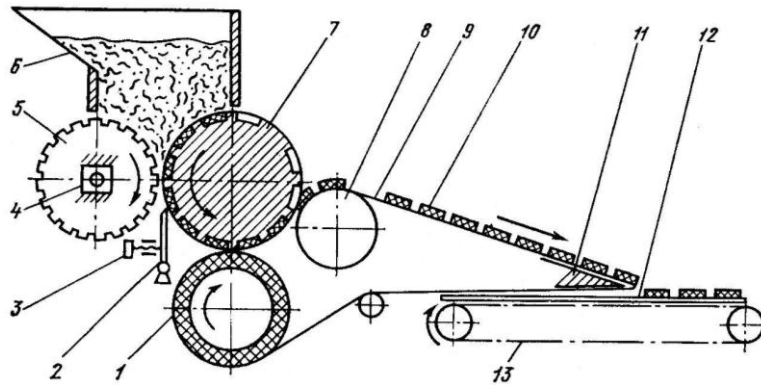
ვაკუუმის გამოყენება ცომის მოხელისა და ფორმირების პროცესებს შორის შუალედში, ხორციელდება გაცილებით მარტივად – ვაკუუმის კამერა კეთდება შნეკის მილის შიგნით (ნახ.6.13). ამასთან, შნეკის შუა ნაწილში დაყენებულია წრიული საყელური 1, ხოლო შნეკის კორპუსში გაკეთებულია გადამშვები არხი 2. ასეთი კონსტრუქცია უზრუნველყოფს ცომის გავლას გადამშვებ არხში, რომელშიც იქმნება ვაკუუმი. არხის ჰერმეტიკულობას ქმნის თვითონ ცომის მასა.

## 6.5. ბისკვიტის ნაწარმის დამფორმებელი მანქანა

მანქანა შედგება: ბისკვიტის ცომის მიმღები ხვიშირისაგან 6 (ნახ.6.14), ჩამორევი რიფებიანი ლილვაკისაგან 5, მაფორმებელი როტორისაგან 7 და კონვეიერისაგან 9, რომელიც შემოხვეულია წამყვან დოლზე 1, როტორზე 7, მიმმართველ გორგოლაჭზე 8 და უძრავ ფირფიტაზე 11.

ცომის ჩათრევა ხდება ლილვაკით 5 და როტორით 7, რომლის ზედაპირზე

გაკეთებულია ნაწარმის ფორმის უჯრედები. უჯრედების ძირზე გრავირებით გაკეთებულია ნახატი, რომლის ანაბეჭდი გადადის ნაწარმზე. ჩათრევის დროს ხდება ცომის ჩაწნეხა უჯრედებში. როტორთან 7 შეხებშია მომკვეთი დანა 2, რომელიც წმინდავს მის ზედაპირს ისე, რომ ცომი რჩება მხოლოდ უჯრედებში. როტორის ზედაპირიდან მოხსნილი ზედმეტი ცომი რჩება ლილვაკის 5 ზედაპირზე და უერთდება ხვიშირიდან ჩამოდენილ ცომის ახალ მასას. მომკვეთი დანის 2 შეხების ხარისხი როტორის 7 ზედაპირთან რეგულირდება ხრახნით 3.



ნახ.6.14. ბისკეიტის ნაწარმის დამფორმებელი მანქანა

როტორის უჯრედებში ცომის ჩაწნეხის ხარისხის ინტენსივობის რეგულირების მიზნით რიფებიანი ლილვაკის 5 საკისრები 4 ჩასმულია მოძრავ კორპუსებში, რომელთა გადაადგილებით უძრავ მიმმართველებში იცვლება ღრეხოს სიდიდე ლილვაკსა 5 და როტორს 7 შორის, რის შედეგადაც რეგულირდება ცომის შეკუმშვის ხარისხი.

ლენტური კონვეიერის 9 წამყვანი დოლი 1 ახორციელებს ლენტის მიჭერას როტორის ჯიბეებში მოთავსებულ ცომზე. ცომის ლენტზე მიკერის ძალა უფრო მეტია ვიდრე უჯრედის ძირზე, ამიტომ ლენტის მიმმართველ გორგოლაჭზე გადასვლის მომენტში ნაკეთობები 10 ამოდიან უჯრედებიდან და რჩებიან ლენტზე 9, საიდანაც გადადიან ქვედებზე 12, რომლებსაც წინასწარ ხელით აწეობენ გამტან კონვეიერზე 12. აქედან ნაკეთობები გადააქვთ გამოსაცხობად.

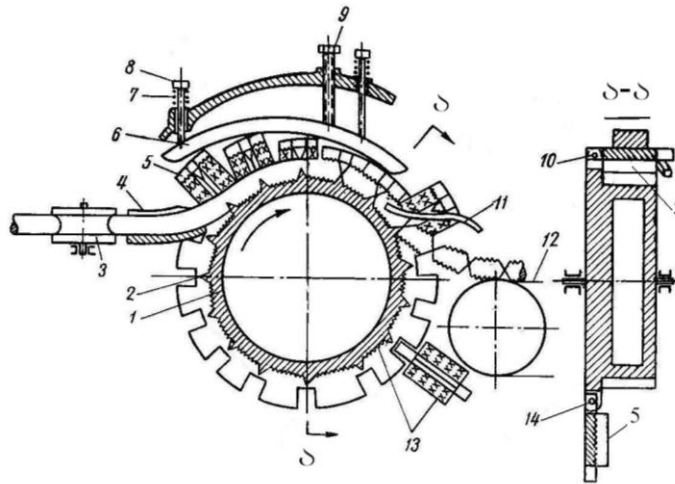
## 6.6. კარამელის დამფორმებელი მანქანა

აღნიშნული მანქანა, რომლის პრინციპული სქემა წარმოდგენილია ნახ.6.15-ზე, შეიძლება მივაკუთნოთ პლასტიკური მასალების ცალობრივად დამყოფ-დამფორმებელი მანქანების ჯგუფს.

გორგოლაჭებით 3 დაკალიბრებული კარამელის ზონარი, მიმმართველით 4



მიეწოდება როტორს 1, რომელიც ბრუნავს მუდმივი სიჩქარით ისრით ნაჩვენები მიმართულებით. როტორის ზედაპირზე უძრავად დამაგრებულია დანები 2. როტორი აღჭურვილია აგრეთვე მის შლიცურ ამონადარებში 14 სახსრულად 10 ჩამაგრებული დანებით 5. ნაკეთობაზე ნახატის მისაღებად როტორზე და დანებზე გაკეთებულია გრაფიურა 13.



ნახ.6.15. კარამელის დამფორმებელი მანქანა

როტორის ბრუნვის დროს კარამელის ზონარი დანებით 2 და 5 იჭრება ცალკეულ ნაკეთობებად. სახსრული დანების 5 მიახლოება უძრავ დანებთან 2 ხდება მიმართველით 6, რომლის მრუდწირულ ზედაპირზე დანები გადაადგილდებიან როტორის ბრუნვის შედეგად. მიმართველი 6 ღეროებით 8 ეყრდნობა ზამბარებს 7 და მისი მდებარეობა ფიქსირდება ხრახნით 9. უძრავი მიმართველი 11 შემობრუნებს დანებს 5 სახსრის 10 მიმართ მას შემდეგ, როდესაც ისინი უძრავ დანებთან კონტაქტში მოჭრიან კარამელს. გადაჭრილი კარამელები მიეწოდება გამტან ტრანსპორტიორს 12. როტორის ქვედა არეში დანები 5 მოძრაობენ დაკიდებულ, ანუ მუშა მდგომარეობიდან 90°-ით შემობრუნებულ მდგომარეობაში.

კარამელის ერთი სახეობიდან მეორეზე გადასასვლელად საჭიროა როტორის შეცვლა.

## 7. კვების პროდუქტების საწნეხი მოწყობილობები

კვების საწარმოებში საწნეხი მოწყობილობები გამოიყენება სხვადასხვა დანიშნულებით: პროდუქტის მყარი და თხევადი ფაზების გასაყოფად; პროდუქტისათვის გარკვეული ფორმის მისანიჭებლად; პროდუქტების შესამჭოდრობლად, მათი ტრანსპორტირების პირობების გასაუმჯობესებლად.

დაწნეხა ერთერთი მნიშვნელოვანი ტექნოლოგიური ოპერაციაა ისეთი წარმოებებისათვის როგორებიცაა: პირველადი მეღვინეობა, საკონსერვო, მაკარონის, საკონდიტრო, მცენარეული ზეთების წარმოება და მრავალი სხვა. დაწნეხით აწარმოებენ სხვადასხვა პროდუქტების ბრიკეტირებას, გრანულირებას, ტაბლეტირებას და სხვა.

დაწნეხვის პროცესში პროდუქტი განიცდის შემჭიდროებას, რასაც თან ახლავს მისი ნაწილაკების ფარდობითი გადაადგილება. ეს უკანასკნელი გამოწვეულია მასალის პლასტიკური და დრეკადი დეფორმაციებით.

დაწნეხის პროცესის განმსაზღვრელი ფაქტორები შეიძლება გაიყოს ორ ჯგუფად: I – ფაქტორები, რომლებიც ახასიათებენ პროდუქტის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს; II - ფაქტორები, რომლებიც ახასიათებენ დაწნეხის პირობებს.

I ჯგუფს მიეკუთვნებიან:

- დაწნეხის მოდული, რომელიც ახასიათებს პროდუქტის შემჭიდროების თვისებას გაერეშე წნევის მოქმედებით;

- გვერდითი დაწნევის კოეფიციენტი, რომელიც წარმოადგენს გვერდითი წნევის ფარდობას მომქმედ ვერტიკალურ წნევასთან;

- პროდუქტის ტენიანობა, ტემპერატურა და გრანულომეტრული შემადგენლობა.

II ჯგუფს მიეკუთვნებიან:

- დაწნეხის ხვედრითი წნევა;

- პროდუქტის ხახუნი დამწნეხი მოწყობილობის მუშა ზედაპირებზე, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია პროდუქტის თვისებებზე და მუშა ზედაპირების სისუფთავის (სიმქისის) ხარისხზე;

- პერიოდული ქმედების წნეხებისათვის – დასაწნეხი მასალის ფორმა და ზომების შეფარდება;

- დაწნეხის რეჟიმი, რომელიც შეიძლება იყოს ციკლური ან უწყვეტი;

- ზედაპირების რაოდენობა, რომლებსაც უშუალოდ გადაეცემა დაწნეხის წნევა; ამ ზედაპირების რიცხვის მიხედვით დაწნეხის პროცესი შეიძლება იყოს: ცალმხრივი, ორმხრივი და მრავალმხრივი.

დაწნეხის პროცესის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია შემჭიდროების კოეფიციენტი, რომელიც წარმოადგენს მასალის საწყისი (ვ0) და საბოლოო (ვსაბ.) მოცულობების ფარდობას –  $\kappa = \frac{v_0}{v_{საბ.}}$  .

## 7.1. ყურძნის დურდოს წნეხები

ყურძნის დურდოს დაწნეხის პროცესი წარმოადგენს თხევადი და მყარი ფაზების გაყოფას. ამ მიზნით გამოიყენება პროდუქტზე ზემოქმედების ორი მეთოდი: 1. პროდუქტის სიმძიმის ძალა, როდესაც ზედა ფენების მასა აწევა ქვედა ფენებს და ტკბილი გამოიყოფა თვითდინებით; ამ პროცესს ეწოდება დაწრება და იგი სრულდება სპეციალურ მოწყობილობებში, რომლებსაც საწრეტები ეწოდებათ; 2. დურდოს მასაზე გარეშე ძალით დაწნევა, რომელიც ხორციელდება საწნეხ მოწყობილობებში.

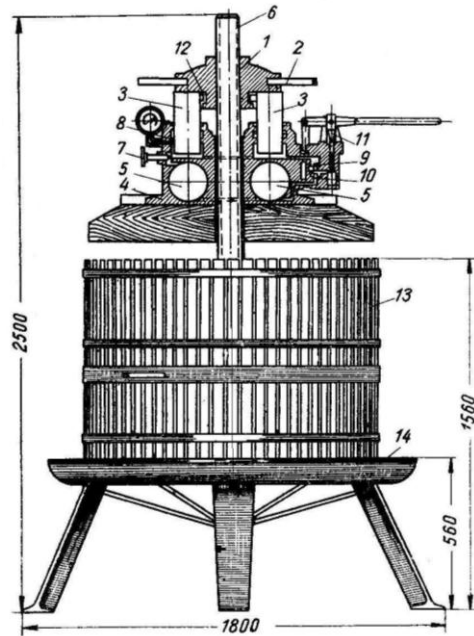
ყურძნის დურდოს წნეხების მრავალი სახესხვაობა შეიძლება გავყოთ ორ ჯგუფად – პერიოდული და უწყვეტი ქმედების წნეხებად. პირველს მიეკუთვნებიან ხრახნული (ხელით, მექანიკური და ჰიდრავლიკური დაწნევით) და პნევმატიკური წნეხები. უწყვეტი ქმედების წნეხებს მიეკუთვნებიან: შნეკური, ექსცენტრიკული, ლენტური და ცენტრიდანული. ორივე ჯგუფის წნეხები ძალზე განსხვავდებიან კონსტრუქციული შესრულებით და აქვთ სპეციფიკური თავისებურებები, რაც გარკვეულ წილად განსაზღვრავენ გამოწნეხილი ტკბილის ხარისხს.

### 7.1.1. ვერტიკალურ კალათიანი წნეხები

პერიოდული ქმედების წნეხებიდან, მაღალი ხარისხის ტკბილის მიღების თვალსაზრისთ გამოირჩევიან ე.წ. კალათიანი წნეხები. მათ ნაკლოვან მხარეს შეადგენს დაბალი მწარმოებლობა და მომსახურების შრომატევადობა. მიუხედავად ამისა, მცირე სიმძლავრის ყურძნის გადამამუშავებელ საწარმოებში, ისინი ფართოდ გამოიყენებიან.

ნახ.6.1-ზე წარმოდგენილია ვერტიკალურ კალათიანი წნეხი ჰიდრავლიკური დამწნეხი თავით. 13 არის ხის თამასებისაგან აწყობილი და ლითონის სალტეებისაგან შეკრული კალათი, რომელიც დადგმულია თუჯის ქვედზე 14. კალათის დასაწნეხი პროდუქტით შევსების შემდეგ, ხრახნზე 6, სახელურების 2 დახმარებით დახრახნიან ქანჩს 1. ამასთან, ჰიდრავლიკური თავის ყველა დეტალი, რომელიც იმყოფება ქანჩის ქვეშ, გადაადგილდება ქვევით ისე, რომ არ

შემობრუნდებიან ხრახნის ირგვლივ, რადგან დგუშების 3 შვერილები 12 შედიან ქანჩის 1 წრიულ ღარში. სახელურებით 2, პროდუქტში სათანადო წნევის შექმნის შემდეგ, დამატებით წნევას ქმნიან ჰიდრავლიკური ტუმბოთი. იგი შედგება მყვინთარასა 11 და სარქველებისაგან 9 და 10. მუშა სითხე შეიწოვება წრიული



ნახ.7.1. ვერტიკალურ კალათიანი წნეხი ჰიდრავლიკური დამწნეხი თავით.

ფორმის ჭურჭლიდან 5 და დაიჭირხნება დგუშების 3 ქვეშ. დგუშების შემჭიდროვება ცილინდრებში უზრუნველყოფილია შემამჭიდროვებელი რგოლებით 8. რაგანაც, დგუშები ზედა ტორსებით მიბრჯენილი არიან ქანჩზე 1, ამიტომ ქვევით გადაადგილდება ჰიდრავლიკური თავის კორპუსი 4 დამწნევი ფილით. მუშა სითხის ჭურჭელში 5 უკან დასაბრუნებლად გახსნიან ონკანს 7. წნევა დგუშებზე იზომება მანომეტრით. დაწნეხის დამთავრების შემდეგ ქანჩს 1 დააბრუნებენ საწინააღმდეგო მიმართულებით და ასწვენენ ზევით.

წნეხის მწარმოებლობა ტკბილის მიხედვით განისაზღვრება ფორმულით

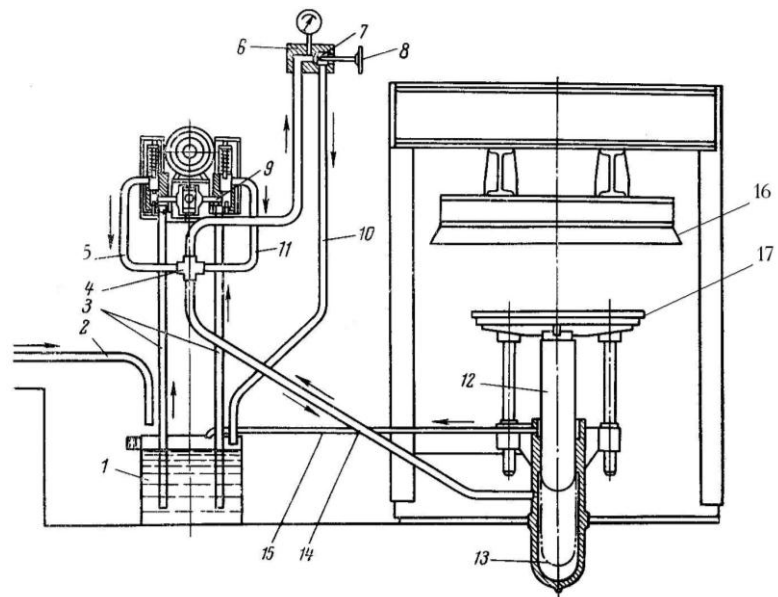
$$Q = \frac{G.W}{100.\tau} \text{ კგ/წთ,}$$

სადაც  $G$  - კალათში ჩატვირთული პროდუქტის მასაა, კგ;  $\tau$  - ტკბილის გამოსავალია %-ებში;  $\tau$  - დაწნეხის ერთი ციკლის ხანგრძლივობაა, რომელიც მოიცავს ჩატვირთვას, დაწნეხას, გადაჩქვას და გამოტვირთვას, წთ.

ნახ.7.2-ზე მოცემულია ვერტიკალურ კალათიანი წნეხის ჰიდრავლიკური ამძრავის სქემა ქვედა დაწნევით.

ნახ.7.1-ზე ნაჩვენებ კალათს 13 ათავსებენ პლატფორმაზე 17, რომლის აწევით

კალათში ჩადის უძრავი, დამწნევი ფილა 16 და სრულდება დაწნევის პროცესი. მანამდე, ტუმბოს ჩართვამდე, მჭიდროდ კეტავენ გამანაწილებლის 6 სარქველს 7.



ნახ.7.2. ვერტიკალურ კალათიანი წნევის ჰიდრაულიკური ამძრავის სქემა ქვედა დაწნევით.

მუშა სითხე, რომელიც მილით 2 ჩაედინება ავზში 1, ორი შემწოვი მილით 3 მიეწოდება დაბალი და მაღალი წნევის ცილინდრებს, საიდანაც მილებით 5,11, ჯვართავას 4 გავლით, მილით 14 შედის დამწნევი ცილინდრში 13 და გამანაწილებელში 6. ცილინდრის 13 შევსების შემდეგ სისტემაში წნევა იზრდება და მყვინთარა 12 პლატფორმასთან და მასზე მოთავსებულ კალათთან იწევა მაღლა და იწყება დაწნევა. როდესაც სისტემაში წნევა მიაღწევს 6 მპა-ს, დაბალი წნევის ცილინდრი 9 გამორთვება. მუშა სითხე მიეწოდება მხოლოდ მაღალი წნევის ცილინდრს. მუშა სითხის რაოდენობა მცირდება და შესაბამისად მცირდება დაწნევის სიჩქარეც, რაც ტექნოლოგიური თვალსაზრისით აუცილებელია.

როდესაც სისტემაში წნევა მიაღწევს 18 მპა-ს გამოირთვება მაღალი წნევის ცილინდრიც. კალათის ქვევით დასაწევად საჭიროა სახელურით 8 სარქველის 7 გახსნა. მუშა სითხე მილით 10 ჩაედინება ავზში 1, ხოლო მყვინთარა საკუთარი სიმძიმით დაიწევს ქვევით. მუშა სითხე ცილინდრიდან 16 გამოიდევნება მყვინთარათი და მილებით 14 და 10 ჩაედინება ავზში 1. ცილინდრის 13 შემამჭიდროვებელ რგოლში შემთხვევით გაპარული სითხე თვითდინებით, მილით 15 ჩაედინება ავზში 1.

**ჰიდრაულიკური წნევის ძალგანი ანგარიში.** დაწნევის სასარგებლო ძალა განისაზღვრება ფორმულით

$$P = q \frac{\pi D^2}{4} \quad \text{ნ,} \quad (7.1)$$

სადაც  $q$  - პროდუქტზე მოსული ხვედრითი დაწნევაა, პა;  $D$  - კალათის დიამეტრია, მ.  
დაწნევის სასარგებლო ძალა იქმნება მუშა სითხის წნევით წნევის ცილინდრში

$$P = p \frac{\pi d^2}{4} - g \sum G - p \beta f B \pi d \quad \text{ნ,} \quad (7.2)$$

სადაც  $p$  - მუშა სითხის ხვედრითი წნევაა წნევის ცილინდრში, პა;  $g$  - სიმძიმის ძალის აჩქარებაა, მ/წმ<sup>2</sup>;  $\sum G$  - წნევის ყველა მოძრავი ნაწილის მასაა, ანუ მყვინთარასი და სავსე კალათის, კგ;  $\beta$  - კოეფიციენტი, რომელიც ახასიათებს ცილინდრის შემამჭიდროვებელი რგოლის კონსტრუქციას და იგი იცვლება ზღვრებში 0,15...0,7;  $f$  - მყვინთარას ხახუნის კოეფიციენტი შემამჭიდროვებელ რგოლზე (0,2...1,0);  $B$  - შემამჭიდროვებელი რგოლის სიგანეა, მ;  $d$  - მყვინთარას დიამეტრია, მ.

(7.1) და (7.2) ტოლობის ერთობლივი ამოხსნით მივიღებთ

$$p = \frac{q \frac{\pi D^2}{4} + \sum G}{\frac{\pi d^2}{4} - \beta f B \pi D} \quad \text{პა.}$$

მუშა სითხის წამური ხარჯი იქნება

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} v \quad \text{მ}^3/\text{წმ,}$$

სადაც  $v$  - დაწნევის დროს მყვინთარას აწევის სიჩქარეა, მ/წმ.

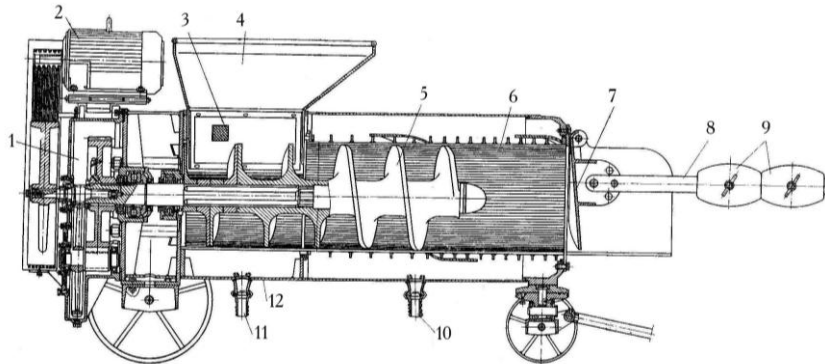
## 7.1.2. შნეკური წნეხები

სველი ჭაჭის დასაწნეხად, ანუ ნაწნეხი ტკბილის მისაღებად, პირველადი მეღვინეობის ქარხნებში გამოიყენება სხვადასხვა კონსტრუქციის შნეკური წნეხები. მათი კლასიფიკაცია შეიძლება ჩატარდეს შნეკების რაოდენობის და წნევის შემქმნელი მექანიზმის მიხედვით. კერძოდ, გვხვდება ერთშნეკიანი და ორშნეკიანი წნეხები მექანიკური და ჰიდრავლიკური ჩამკეტი მოწყობილობებით.

შნეკური წნეხების ძირითადი უპირატესობა გამოიხატება მათი მუშაობის უწყვეტობაში, მაღალ მწარმოებლობაში, კონსტრუქციის კომპაქტურობასა და საიმედოებაში. ამიტომ, თანამედროვე, მაღალმწარმოებლურ პირველადი მეღვინეობის ქარხნებში უპირატესად გამოიყენება უწყვეტი ქმედების შნეკური

წნეხები. მათზე სრულდება დურდოს დაწნეხა საწრეტი მოწყობილობის შემდეგ.

ნახ.7.3-ზე წარმოდგენილია ერთშნეკიანი გადასატანი წნეხი მექანიკური დამწნევი მოწყობილობით. მისი ძირითადი მუშა ორგანოა შნეკი 5, რომელიც ჩადგმულია პერფორირებულ ცილინდრში 6. ცილინდრის თავზე მოთავსებულია



ნახ.7.3. ერთშნეკიანი გადასატანი წნეხი მექანიკური დამწნევი მოწყობილობით

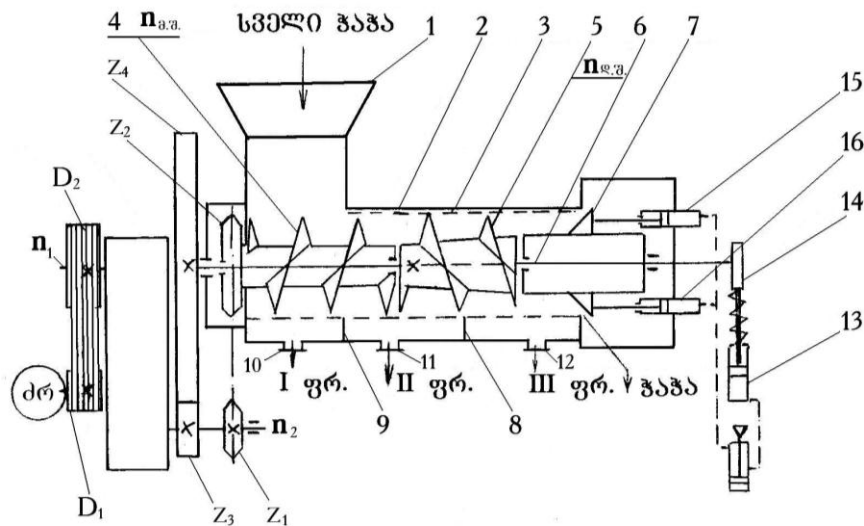
მიმღები ხვიშირა 4, რომელიც აღჭურვილია პერფორირებული სადრენაჟო ტიხრებით 3. ცილინდრის 6 ბოლოზე სახსრულად დამაგრებულია წნეხის შემქმნელი ფარი 7, რომლის ბერკეტზე 8 მოთავსებულია ტვირთები 9. კორპუსის 12 ძირზე დაყენებულია ტკბილის სხვადასხვა ფრაქციის გამომშვები მილყელები 10 და 11. შნეკი მოძრაობაში მოდის ელექტროძრავათი 2 და რედუქტორით 1. ტვირთებს 9 აქვთ ღერძზე გადაადგილების შესაძლებლობა, რითაც იცვლება ძალის მომენტი ფარის 7 სახსრული ჩამაგრების მიმართ და შესაბამისად – წნევა დამწნევ საკანში.

ნახ.7.4-ზე წარმოდგენილია დურდოს ორშნეკიანი წნეხის პრინციპულ-კინემატიკური სქემა ჰიდრაულიკური დამწნევი მოწყობილობით.

წნეხი შედგება ხვიშირისაგან 1, გარსაცმისაგან 2, რომელშიც ჩადგმულია პერფორირებული ცილინდრი 3. ცილინდრში თანმიმდევრობით განლაგებულია ორი შნეკი – მიმწოლი 4 და დამწნეხი 5. მიმწოლი შნეკი ღრუტანიანია, რომელშიდაც თავისუფლად გადის ლილვი 6. ამ უკანასკნელზე დამაგრებულია დამწნეხი შნეკი 5. შნეკებს აქვთ სხვადასხვა მიმართულების ხვიები (მარცხენა და მარჯვენა) და შესაბამისად, სხვადასხვა მიმართულების ბრუნი, დურდო კი გადაადგილება მხოლოდ ერთი მიმართულებით – დამწნეხი საკნისაკენ. ცილინდრის 3 ბოლოში, ლილვზე 6 თავისუფლად არის დასმული კონუსური საკეტი 7, რომლის ღერძული გადაადგილება ხორციელდება ერთის მხრივ დამწნეხ საკანში შექმნილი წნევით, ხოლო საწინააღმდეგო მხარეს კი - ჰიდრაულიკური მოწყობილობით. გარსაცმი 2, ქვედა ნიწილში, ტიხრებით 8 და 9 გაყოფილია სამ დამოუკიდებელ სექციად,

საიდანაც წარმოებს ტკბილის შესაბამისი ფრაქციების ჩამოდინება მილყელებით 10, 11, და 12.

ჰიდრაულიკური საკეტი მოწყობილობა შედგება ზეთის ტუმბოსაგან 13, რომელიც მოძრაობაში მოდის ლილვის 6 ბოლოზე დამაგრებული მუშტასაგან 14. ტუმბოდან სარეგულირო და დამცველი სარქველების გავლით, ზეთი მიეწოდება ცილინდრებს 15 და 16, რომელთა დგუშების ჭოკები დაკავშირებული არიან წნევის შემქმნელ კონუსურ საკეტთან 7.



ნახ.7.4. ორწნეკიანი წნეხი ჰიდრაულიკური დამწნევი მოწყობილობით

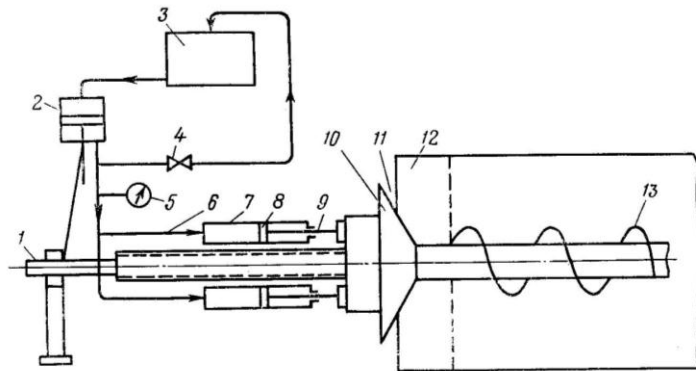
წნეხი მუშაობს შემდეგნაირად. დაწრტილი ღურღო საწრეტი მანქანიდან მიეწოდება ხვიშირაში 1, საიდანაც ის ჩაედინება პერფორირებულ ცილინდრში 3. აქ ღურღო გადაადგილდება მიმწოდებელი შნეკით 4, რის შემდეგაც ის გადადის დამწნეხ შნეკში 5. შნეკების სხვადასხვა მიმართულებით ბრუნვა და სხვადასხვა მიმართულების ხვიები ხელს უწყობენ გადასვლის ზონაში ღურღოს გადაჩეხვას და ტკბილის გამოსავლიანობის გაზრდას. კონუსის 7 მიერ შემქმნილი წნევით ტკბილი გადის პერფორირებული ცილინდრის 3 ხვრელებში და გამოიყოფა სამ ფრაქციად მილყელებით 10, 11, და 12. დამწნეხ საკანში წნევის სიდიდე რეგულირდება ჰიდროამძრავის საშუალებით. შესაბამისად, რეგულირდება კონუსის 7 ღერძული მდებარეობა და წრიული ხვრელის სიდიდე კონუსსა და პერფორირებულ ცილინდრს შორის. კერძოდ, თუ დამწნეხ საკანში წნევა შემცირდა, კონუსი ღერძულად გადაადგილდება მარცხნივ და ჭაჭის გამოსასვლელი წრიული ხვრელის სიდიდე შემცირდება, და პირიქით, წნევის გაზრდის შემთხვევაში კონუსი გადაადგილდება მარჯვნივ და გაიზრდება ხვრელის სიდიდე. ამრიგად, ჰიდროამძრავი ავტომატურ რეჟიმში უზრუნველყოფს დამწნეხ საკანში წნევის



სტაბილურობას, რაც აუცილებელია წნეხის ნორმალური მუშაობისათვის. წნევა დურდოს მასაში, მისი მოძრაობის მიმართულებით თანდათან იზრდება. მინიმალური წნევა არის დასაწყისში, მაქსიმალური კი დამწნეხი შნეკის ბოლოში. ამას კონუსური საკეტის გარდა განაპირობებს შნეკების კონსტრუქცია და მათი კინემატიკა. კერძოდ მიმწოდლი შნეკის ბიჯი და ბრუნვის სიხშირე უფრო დიდია დამწნეხი შნეკის ბიჯზე და ბრუნვის სიხშირეზე. ამ უკანასკნელის ლილვს აქვს კონუსური ფორმა (შიგა დიამეტრზე), რაც იწვევს მასალის გასასვლელი ცოცხალი კვების შემცირებას და წნევის გაზრდას.

წნეხის მიმწოდლი 4 და დამწნეხი 5 შნეკები ბრუნვით მოძრაობას იღებენ ელექტროძრავადან (ძრ.) სოლდვედური გადაცემისა ( 1/ 2) და სამსაფეხურიანი ცილინდრული რედუქტორის 17 დახმარებით. რედუქტორის გამომავალი ლილვიდან მოძრაობა გადაეცემა მიმწოდლი შნეკს  $z_1/z_2$  ჯაჭვური გადაცემით და დამწნეხი შნეკს (რომელიც ხისტად არის დამაგრებული ლილვზე 6)  $z_3/z_4$  ცილინდრული კბილანური გადაცემით. ასეთი კონსტრუქციის ამძრავით შნეკები 4 და 5 იღებენ სხვადასხვა მიმართულების ბრუნვით მოძრაობას. მაგრამ, რადგანაც შნეკებს აქვთ სხვადასხვა მიმართულების ხვიები (მარცხენა და მარჯვენა), დურდო მუდმივად გადაადგილდება მხოლოდ ერთი მიმართულებით – კონუსური საკეტისაკენ.

**წნეხში წნევის ჰიდრაულიკური რეგულირების სქემა.** წნევის რეგულირება ხორციელდება ჰიდრაულიკური ცილინდრებით 7 (ნახ.7.5), რომელთა დგუშების 8



ნახ.7.5. წნევის ჰიდრაულიკური

რეგულირების სქემა:

- 1-ლილვი; 2-ტუმბო; 3-ზეთის შემკრები; 4-დროსელი; 5-მანომეტრი;
- 6-ზეთის მილგაყვანილობა; 7-ცილინდრები; 8-დგუშები; 9-ჭოკები;
- 10-დამწნევი კონუსი; 11-ჭაჭის გამოსასვლელი წრიული ხვრელი;
- 12-დამწნეხი საკანი; 13-შნეკი.

ჭოკები 9 მიმაგრებულია დამწნევი კონუსზე 10. ცილინდრები მილგაყვანილობით 6 დაკავშირებული არიან ტუმბოსთან 2, რომელიც მუშა სითხეს იწოვს ზეთის

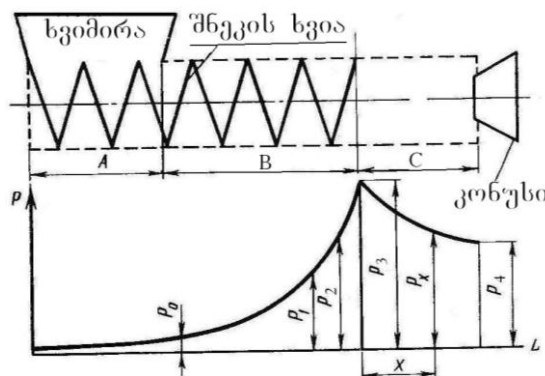
შემკრებიდან 3. დროსელის 4 გახსნის ხარისხის მიხედვით, ცილინდრებში 7 ქმნიან ოპტიმალურ წნევას (4...4,5 მპა), რომელიც კონტროლდება მანომეტრით 5.

წნეხის დამყარებულ მუშაობის რეჟიმში, წრიული ხვრელიდან 11 გამოძავალი ჭაჭა კონუსზე 10 ქმნის წნევას. კონუსზე მოქმედ ძალთა წონასწორობის დროს, როგორც ღურდოს, ასევე ცილინდრების მხრიდან, კონუსი რჩება უძრავ მდგომარეობაში. თუ რაიმე მიზეზით ჭაჭაზე წნევა შემცირდა, ეს გამოიწვევს დგუშების 8 და შესაბამისად კონუსის გადაადგილებას მარჯვნივ მანამდე, სანამ ორივე მხრიდან არ დამყარდება წონასწორული მდგომარეობა. ჭაჭაზე წნევის გაზრდის შემთხვევაში დგუშები და კონუსი გადაადგილდებიან მარცხნივ, წონასწორულ მდგომარეობამდე. ამ დროს, ცილინდრებიდან გამოსული ჭარბი მუშა სითხე დროსელის 4 გავლით ბრუნდება ზეთის შემკრებში.

კონუსის 10 ამა თუ იმ მიმართულებით გადაადგილების შედეგად იცვლება წრიული ხვრელის 11 სიდიდე, რაც ცვლის ჭაჭაზე წნევას. ამრიგად, ჰიდროსისტემაში ზეთის წნევის მიხედვით შეიძლება მივიღოთ განსაზღვრული ტენიანობის ჭაჭა, რომელიც შეესაბამება ტექნოლოგიურ მოთხოვნებს.

### 7.1.2.1. წნევების განაწილება შნეკურ წნეხებში

შნეკური წნეხების მუშა არეში შეიძლება გამოვყოთ სამი ზონა: ჩამტვირთი – ; ზონა , სადაც წნევა იზრდება და ზონა ჩ (ნახ.7.6), სადაც წნევა მცირდება. წნევის ცვლილება შნეკის სიგრძის არეში შეიძლება დახასიათდეს ფორმულით



ნახ.7.6. წნეხში წნევების განაწილების საანგარიშო სქემა

$$p_3 = p_0 e^{\beta l}$$

სადაც  $p_3$ -წნევაა შნეკის ბოლოს;  $p_0$ -წნევაა A ზონის დასაწყისში;  $l$ -შნეკის სიგრძეა;  $\beta$ - კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია შნეკის პარამეტრებზე და

დურდოს თვისებებზე.

ეს განტოლება გვიჩვენებს, რომ შნეკის მუდმივი პარამეტრების შემთხვევაში, აგრეთვე ხახუნის კოეფიციენტის და დურდოს მასის გადაადგილების ხასიათის მუდმივობის დროს მთელი ზონის არეში, წნევა იცვლება ექსპონენციალური კანონით.

წნევის ცვლილება შნეკის ბოლო ხვიაზე ხასიათდება მიახლოებითი ფორმულით

$$p = p_1 e^{\alpha l_1} \left(1 - \frac{l_1}{L}\right)^\gamma,$$

სადაც,  $p$  - წნევაა ბოლო ხვიის კვეთში, რომელიც დაშორებულია ხვიის ბოლოდან  $l_1$  მანძილით;  $p_1$  - წნევაა ბოლო ხვიის დასაწყისში;  $L$  - ბოლო ხვიის სიგრძეა;  $l_1$  - მანძილია კვეთიდან ხვიის ბოლომდე;  $\alpha$  და  $\gamma$  - კოეფიციენტებია, რომლებიც დამოკიდებულია შნეკის პარამეტრებზე და დასაწნეხი მასალის თვისებებზე.

წნევის მომატების ( ) და დამწნეხი საკნის (h) ზონებს შორის ხდება დურდოს გადაჩეხვა, რასაც თან ახლავს ტკბილის გამოყოფის მომატება. დამწნეხ საკანში დურდო მოძრაობს სწორხაზოვნად და განიცდის ხახუნს ცილინდრის კედელზე. წნეხის ამ ზონაში წნევის ცვლილება აღიწერება განტოლებით

$$p_x = p_3 e^{-4\xi \frac{D_1 f_1 - D_2 f_2}{D_1^2 - D_2^2} x},$$

სადაც,  $p_x$  - წნევაა დამწნეხი საკნის კვეთში, შნეკიდან  $x$  მანძილზე;  $p_3$  - წნევაა შნეკის ბოლოს;  $D_2$  - წნეხის ცილინდრის შიგა დიამეტრია;  $D_1$  - დამწნეხი საკნის მცირე ცილინდრის გარე დიამეტრია;  $x$  - მანძილია დამწნეხი საკნის ღერძის გასწვრივ;  $\xi$  - გვერდითი დაწნევის კოეფიციენტია,  $\xi = 0,8$ ;  $f_1$  - ცილინდრზე დურდოს ხახუნის კოეფიციენტია;  $f_2$  - მცირე ცილინდრზე დურდოს ხახუნის კოეფიციენტია.

## 8. მიკრობიოლოგიური პროცესების მოწყობილობები

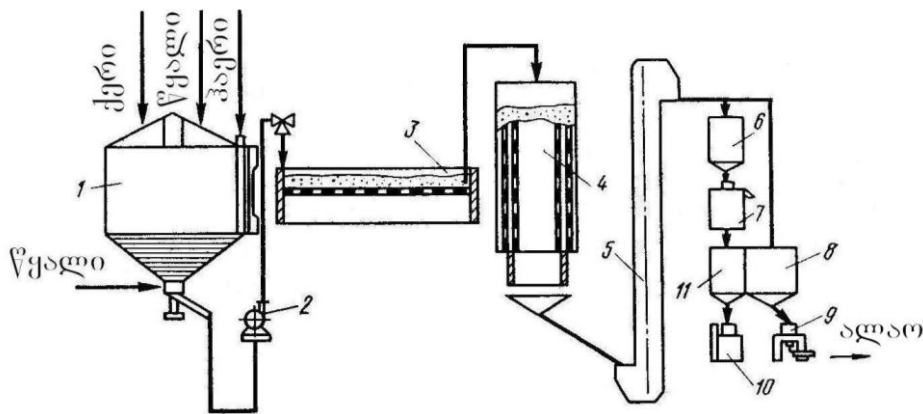
ერთერთი დარგი, რომელიც მიკრობიოლოგიურ პროცესებს მიეკუთვნება არის სამადულრო წარმოება. მას განეკუთვნება ისეთი პროდუქტები როგორებიცაა: ალოე, საფუარი, სპირტი, ლუდი, ბურახი და სხვა.

მიკრობიოლოგიური პროცესების მოწყობილობების კლასიფიკაცია შესაძლებელია მრავალი ნიშნის მიხედვით, მათ შორის: ოპერაციების ტექნოლოგიური თანმიმდევრობით; მასალების დამუშავების სახეებით; მანქანების მუშა ორგანოების; დასამუშავებელი მასალების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მიხედვით და სხვა.

### 8.1. ალათს წარმოების აპარატურულ-ტექნოლოგიური სქემა

ალათს წარმოადგენს ძირითად ნედლეულს ისეთი ფართო მოხმარების პროდუქტების წარმოებისათვის როგორებიცაა სპირტი და ლუდი. ალათს წარმოებისათვის, რომელიც მდიდარია ფერმენტებით, იყენებენ ხორბლის, ქერის, ჭვავის, ბრინჯის და სხვა მცენარეული კულტურების მარცვლეულს. ლუდის წარმოებაში ქერის ალათს იყენებენ არა მხოლოდ როგორც ფერმენტულ პრეპარატს, არამედ როგორც ძირითად ნედლეულს. მისი წარმოებისათვის ქერის მარცვალს ალოჯებენ 7-8 დღე-ღამის განმავლობაში. შემდეგ მას აშრობენ, რა დროსაც ის იძენს განსაზღვრულ გემოვნებით თვისებებს და მდგრადობას, რაც აუცილებელია ხანგრძლივი შენახვისათვის.

ალათს ტექნოლოგია მოიცავს: მარცვლის დახარისხებას, დაღობას, ალოჯებას განსაზღვრულ ტემპერატურულ და ტენიანობის პირობებში, შრობას და ნაზრდების გაცლას. ნახ.8.1-ზე მოცემულია ქერის ალათს წარმოების ყველაზე უფრო გავრცელებული აპარატურულ-ტექნოლოგიური სქემა.



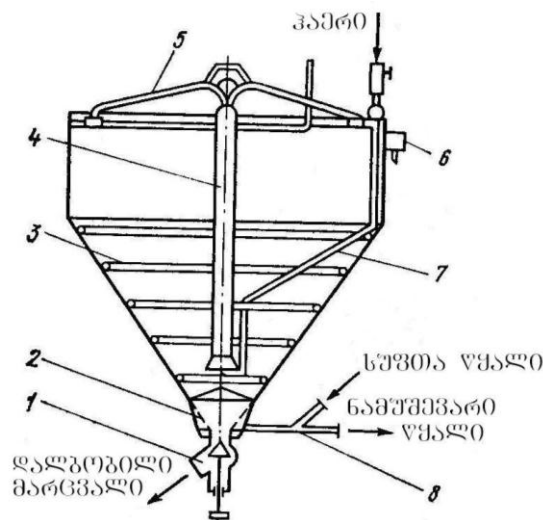
ნახ.8.1. ალათს წარმოების აპარატურულ-ტექნოლოგიური სქემა.

გასუფთავებული და დახარისხებული ქერის მარცვალი საცავეებიდან მიეწოდება დამლბობ როფს 1, რომელშიც მარცვალი ირეცხება და საჭიროების შემთხვევაში მუშავდება სადეზინფექციო საშუალებებით. მსუბუქი მარცვლები და მინარევები ამოტივტივდება წყლის ზედაპირზე და ხვდება დამჭერში. დამლბობ როფში მიმდინარე ძირითად პროცესს წარმოადგენს მარცვლის დატენიანება არანაკლებ 44-45%-მდე, რაც აუცილებელია შემდგომი ოპერაციისათვის – ალოჯებისათვის. დატენიანებული მარცვალი ტუმბოთი 2 გადააქვთ ასალოჯებელ აპარატში 3, საიდანაც ახლად აღმოცენებული მარცვალი პნევმატიკური ან მექანიკური სატრანსპორტო საშუალებით მიეწოდება საშრობში 4.

ცხელი, მშრალი ალათ საშრობიდან ნორითი 5 იყრება ბუნკერში 6, საიდანაც თვითდინებით მიეწოდება ნაზრდების გამცლელ მანქანას 7. ნაზრდებისაგან გასუფთავებული მარცვალი თავსდება ბუნკერში 8, შემდეგ იწონება ავტომატურ სასწორზე 9 და ბოლოს იგზავნება მზა ალათს საწყობში. ნაზრდების გამცლელი მანქანიდან 7 გამოსული ნაზრდები იკრიბება ბუნკერში 11, საიდანაც ხდება მათი დაფასოება ტომრებში და აწონვა სასწორზე 10.

## 8.2. მარცვლის დამლბობი როფი

პერიოდული ქმედების მარცვლის დამლბობი როფი (ნახ.8.2) წარმოადგენს ცილინდრულ ჭურჭელს კონუსური ძირით. კონუსურ ზედაპირზე დამაგრებულია



ნახ.8.2. მარცვლის დამლბობი როფი

წრიული, პერფორირებული, საბარბოტერო მილები 3, რომლებსაც მიეწოდება შეკუმშული ჰაერი 0,3 მპა წნევით. აპარატის ცენტრში დაყენებულია ვერტიკალური მილი 4, რომლის ქვედა გაფართოებულ ბოლოში შეყვანილია შეკუმშული ჰაერის

მიმწოდი მილი 7. მილის 4 ზედა ბოლოზე თავისუფლად არის დამაგრებული ამრეკლი თალფაქი 5. აპარატის კონუსურ ნაწილში ჩადგმულია ფოლადის ბადე 2, რომელიც დანიშნულია მარცვლის დასაჭერად ნამუშევარი წყლის გამოშვების დროს (მილით 8). დაღობილი მარცვალი როფიდან ჩამოედინება მილით 1, რომელიც იკეტება სარქველით. როფში სუფთა წყალი შედის ბადის 2 გავლით. შევსების შემდეგ მასში თანდათანობით ყრიან ქერის მარცვალს და ბარბოტერის მილებში 3 შეჰყავთ შეკუმშული ჰაერი მარცვლის ასარევად, გასარეცხად და დაღობის ინტენსივობის გაზრდის მიზნით. გაჭუჭყიანებული წყალი და მსუბუქი მარცვლები ჩაედინება დამჭერში 6, რომელიც მიმაგრებულია როფის ზედა ნაწილში გაკეთებულ ჭრილში. ცენტრალური მილი 4 დანიშნულია მარცვლის გადასაადგილებლად ქვევიდან ზევით, რაც ხორციელდება მილიდან 7 შეკუმშული ჰაერის მიწოდებით. წყლის, მარცვლის და ჰაერის ნარევი მილით 4 ადის ზევით და ამრეკლი თალფაქით 5 თანაბრად ნაწილდება როფის პერიფერიაზე. ამრეკლი თალფაქის ბრუნვა ხორციელდება, როფის კედლიდან მიღებული რეაქციის ძალით, რომელსაც წარმოქმნის ნარევის ჭავლი. ამრიგად, მარცვალი ცირკულირებს როფის ძირიდან მის ზედა ნაწილში და პირიქით, რითაც კიდევ უფრო იზრდება დაღობის ინტენსივობა. დაღობის დამთავრების შემდეგ, ჯერ გაუშვებენ ნამუშევარ წყალს, შემდეგ გახსნიან სარქველს და დამბალი მარცვალი ჩამოედინება მილით 1, საიდანაც ის იგზავნება საალოში ასალოჯებლად.

დასაღობად საჭირო წყლის ტემპერატურა უნდა იყოს 10-15<sup>0</sup>ჩ. დაღობის პროცესში ჰაერით შებერვა ხდება ყოველ საათში 5 წუთით. დაღობის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია წყლის ტემპერატურაზე მარცვლის სახეობაზე და გრძელდება 48-72 სთ-ის განმავლობაში.

როფის მოცულობას განსაზღვრავს დასაღობი მარცვლის რაოდენობა. დაღობის დროს მარცვლის მოცულობა იზრდება დაახლოებით 40%-ით. გარდა ამისა, აპარატს უნდა ჰქონდეს კიდევ მოცულობის გარკვეული მარაგი, რადგან ბარბოტირების დროს შესძლებელია ადგილი ჰქონდეს მარცვლის და წყლის გაშხეფებას. ამის გათვალისწინებით, აპარატის სრული მოცულობა უნდა იყოს 45-50%-ით მეტი ჩასატვირთი მარცვლის მოცულობაზე, ანუ

$$V = 1,5 \frac{G}{\rho} ,$$

სადაც  $G$  - დასაღობი მარცვლის მასაა, კგ;  $\rho$  - მარცვლის მოცულობითი მასაა, კგ/მ<sup>3</sup>;

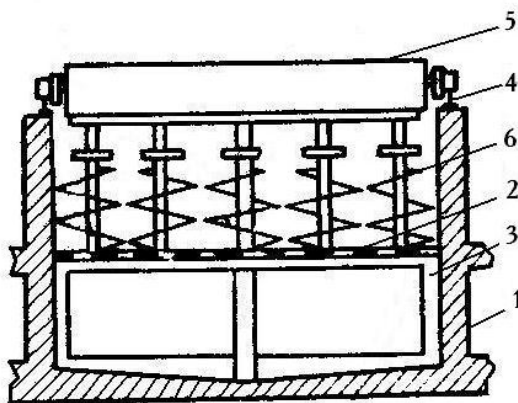
### 8.3. სააღაოები

სააღაოები დანიშნულია წინასწარ გარეცხილი და დაღობილი მარცვლის ასაღოჯებლად. აღოჯების პროცესისათვის აუცილებელი მოთხოვნაა სუფთა ჰაერის მიწოდება სუნთქვის და დაგროვილი ნახშირორჟანგისგან გათავისუფლების მიზნით. აღოს წარმოებაში ცნობილია ბუნებრივი და ხელოვნური სააღაოები. ბუნებრივ სააღაოებს აწეობენ სარდაფული ტიპის ნაგებობებში, სადაც მეტ-ნაკლებად შესაძლებელია ტემპერატურული რეჟიმის დაცვა. მაგრამ, მომსახურების მაღალი შრომატევადობის და სტაბილური რეჟიმების დაცვის სირთულის გამო, ასეთი ტიპის სააღაოებს პრაქტიკულად გამოყენება აღარა აქვს.

ამ თვალსაზრისით პროგრესულია ხელოვნური სააღაოების შექმნა და გამოყენება, სადაც ტექნოლოგიურ რეჟიმებზე გარემოს კლიმატური პირობები გავლენას ვერ ახდენს.

ხელოვნური სააღაოები წარმოადგენენ პნევმატიკურ მოწყობილობებს, რომლებშიც მარცვლის განიავება მისი გაგრილების მიზნით, ჟანგბადის მიწოდება და ნახშირორჟანგის მოცილება, წარმოებს კონდიციონერული ჰაერის მიწოდებით, ხოლო მარცვლის ფენის გადაჩეჩვა – მექანიკური ამრევეებით.

პნევმატიკური სააღაოები, თავის მხრივ გვხვდება – ყუთური და დოღური ტიპის. ყუთური სააღაოები მრავალსექციურია და ყოველ სექციას განივ კვეთში აქვს სწორკუთხა ფორმა (ნახ.8.3). მის კედლებს 1 აშენებენ ბეტონისაგან ან აგურის



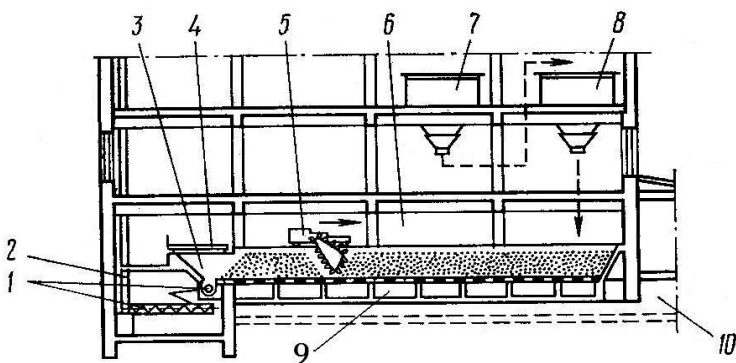
ნახ.8.3. ყუთური ტიპის

სააღაო

წყობისაგან. კედლებს შორის ჩადგმულია ბადისებური ძირი 2, რომელზედაც

თავსდება მარცვლის ფენა. ბადისებური ძირის ქვეშ 3 მოთავსებულია კონდიციონირებული ჰაერის მიწოდების და განაწილების სისტემა. მარცვლის გადაჩეჩვის პროცესი მთლანდ მექანიზებულია. ამ მიზნით სააღაოს გრძივ კედლებზე ათავსებენ რელსებს 4, რომელზეც დაგორავს ურიკა 5 მარცვლის გადამჩეჩი შნეკებით 6. ურიკა მოძრაობს გრძივი კედლების გასწვრივ და შნეკების ბრუნვის შედეგად მარცვალთა ქვედა ფენებიდან ადის ზედა ფენებში და მიმდინარეობს ინტენსიური გადაჩეჩვა.

ნახ.8.4-ზე წარმოდგენილია პნევმატიკური სააღაოს გრძივი ჭრილი კონვეიერულ-ჩამჩეჩიანი გადაჩეჩი მოწყობილობით 5. მისი მუშა სვლა მიმართულია მარცვლის ჩასატვირთი ადგილისკენ. გადაჩეჩი მოძრაობს ყოველ 12 ან 24 საათში და ყოველთვის გადაადგილებს მარცვალს ერთი ბიჯით. დაღობილი მარცვლის მიწოდება სააღაოში ხდება ყოველთვის ერთ ადგილზე. გამოტვირთვის ადგილზე, გადაჩეჩის მორიგი მუშა სვლის დროს, მარცვალთა იყრება ბუნკერში 3, საიდანაც სატრანსპორტო საშუალებებით 1,2 (შნეკი, ნორიო) მიეწოდება საშრობში.



ნახ.8.4. ყუთური სააღაოს გრძივი

ჭრილი:

1-შნეკი; 2-ნორიო; 3-ბუნკერი; 4-ურიკა გადაჩეჩის განივი გადაადგილებისათვის; 5-ჩამჩეჩიანი გადაჩეჩი; 6-მარცვლის ასალოჯებელი ყუთები(სექციები); 7,8-დამღობი როფები; 9,10-კონდიციონირებული ჰაერის მისაწოდებელი კომუნიკაციები.

მარცვლის ფენის სისქე ყუთში შეადგენს 0,6-0,7 მ, ალოჯების ხანგრძლივობა – 7-8 დღეს. დასაწყისში სააღაოში ჰაერი არ მიეწოდება. როდესაც მარცვლის ტემპერატურა მიაღწევს 15-17<sup>0</sup>ჩ, სააღაოში შეჰყავთ კონდიციონირებული ჰაერი. მარცვლის ტემპერატურის გაზრდა ხდება ალოჯების დროს მისი ინტენსიური სუნთქვის შედეგად, რასაც თან ახლავს ფერმენტებით გამოწვეული ჟანგვითი პროცესი და მნიშვნელოვანი რაოდენობით სითბოს გამოყოფა.

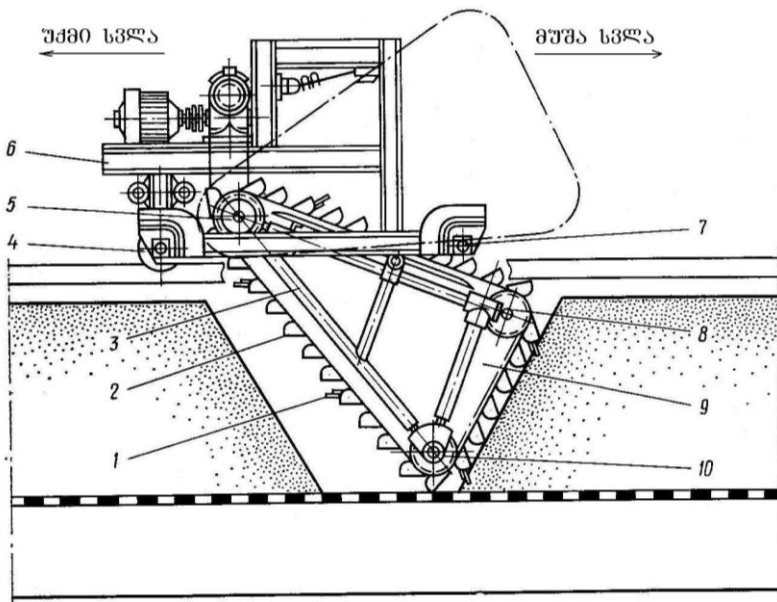
ჰაერის კონდიციონირების დროს იგი უნდა გაცივდეს 12-14<sup>0</sup>ჩ ტემპერატურამდე



(ზამთრის პერიოდში უნდა გათბეს) და დატენიანდეს 98-100% ფარდობით ტენიანობამდე. ჰაერს ათბობენ კალორიფერებით, ორთქლის შეშვებით დამტენიანებელ საკანში, ან ნამუშევარი ჰაერის გამოყენებით. მარცვლის გადაჩეჩვა ხდება დღე-ღამეში 2-ჯერ. პროცესის დასაწყისში გადაჩეჩვას აწარმოებენ ყოველ 12 სთ-ში ერთხელ, შემდეგ კი – ყოველ 8 სთ-ში ერთხელ.

### 8.3.1. სააღაოს კონვეიერულ-ჩამჩებიანი გადამჩეჩი

ნახ.8.5-ზე მოცემულია განხილული სააღაოს კონვეიერულ-ჩამჩებიანი გადამჩეჩი მოწყობილობის სქემა. გადამჩეჩის ჩარჩოზე 6 დაყენებულია ჩამჩებიანი კონვეიერი 9 და სამი ძრავა რელუქტორებით და სინქარის კოლოფებით. ერთი ძრავა ემსახურება



ნახ.8.5. კონვეიერულ-ჩამჩებიანი გადამჩეჩი

მოწყობილობა

გადამჩეჩის გადაადგილებას ყუთის გასწვრივ, მეორე – ჩამჩებიანი კონვეირის მოძრაობას, მესამე – კონვეირის ვერტიკალურ გადაადგილებას.

გადამჩეჩი, ორი წყვილი საგორავით 4 და 7 დაყრდნობილია ყუთის გრძივ კედლებზე დაწყობილ რელსებზე. საგორავების უკანა წყვილი 4 არის წამყვანი და ახორციელებს გადამჩეჩის მუშა სვლას ორი სინქარით და უქმ სვლას უკან.

კონვეიერი შედგება უწყვეტი ჯაჭვებისაგან მათზე დამაგრებული ჩამჩებით 2. ჯაჭვები გადადებულია ვარსკვლავებზე 5,8,10. კონვეირის ჩარჩოს 3, ამწევი მექანიზმით შეუძლია გადაადგილდეს ზედა კიდურა მდგომარეობაში (უქმი სვლის დროს), ან ჩაეშვას ყუთის ბადისებურ ძირამდე (მუშა სვლის დროს).

მუშა სვლის დროს, გადამჩენი მოძრაობს დაბალი სიჩქარით ყუთის გასწვრივ. იმავდროულად ჩამჩები 2 იღებენ მარცვალს და გადაისვრიან უკან გადამჩენის მოძრაობის საწინააღმდეგოდ. ყუთის ბადისებური ძირის გაწმენდა მარცვლისაგან წარმოებს რეზინის საფხეკებით, რომლებიც დამაგრებულია ზოგიერთ ჩამჩაზე. ყუთის მთელი სიგრძის გავლის დროს ხდება მარცვლის მთელი მასის გადასროლა ერთ ბიჯზე (1,5 მ), რის შემდეგ გადამჩენი ავტომატურად ჩერდება.

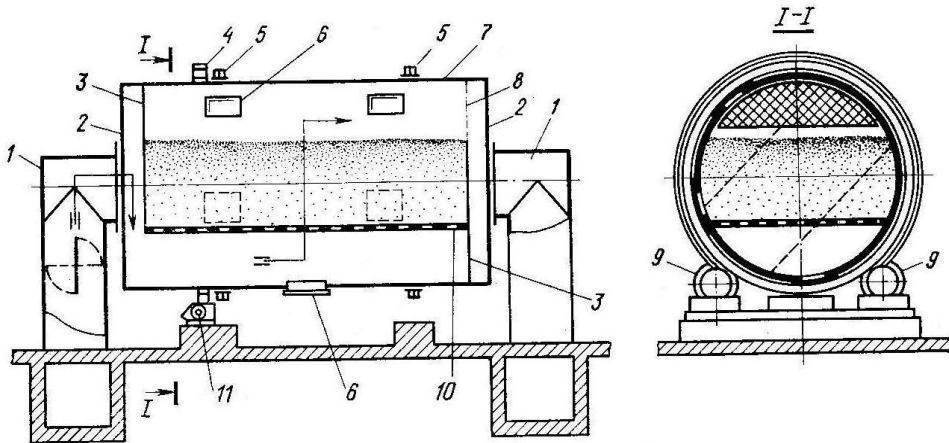
გადამჩენი, უკუ სვლას (უქმს) ახორციელებს აწეული კონვეიერით, უფრო მაღალი სიჩქარით. ვინაიდან გადამჩენის მუშაობის ციკლი (მუშა და უქმი სვლების დროების ჯამი) მცირეა, ამიტომ ერთ გადამჩენს შეუძლია მოემსახუროს რამოდენიმე პარალელურ სექციას. კონვეიერის ერთი სექციიდან მეორეში გადაყვანა ხდება ურიკით 5 (ნახ.8.4), რომელიც გადაადგილდება სექციების განივი მიმართულებით.

### 8.3.2. დოლური საალოები

დოლური საალო წარმოადგენს ფოლადის ჰორიზონტალურ ცილინდრს, რომელიც დაყრდნობილია ორ წყვილ გორგოლაჭზე. დოლი მარცვლით ივსება მოცულობის 50-60%-ით. როგორც ყუთურ საალოში, აქაც მარცვალს მიეწოდება კონდიციონირებული ჰაერი, გადაჩეხვა კი ხდება დოლის ნელი ბრუნვით.

დოლური საალოები გვაძლევენ აღოჯების პროცესის სრული მექანიზაციის და ავტომატიზაციის საშუალებას. კონსტრუქციული ნიშნით განასხვავებენ ღია და დახურული ტიპის დოლებს. პრაქტიკაში ფართოდ არის გავრცელებული დახურული დოლები. თავის მხრივ, დახურული დოლები გვხვდება ორი სახის – ბრტყელი ბადით და პერიფერიაზე განლაგებული ნახევრადწრიული კვეთის პერფორირებული მილებით.

დოლი ბრტყელი ბადით (ნახ.8.6) წარმოადგენს ფოლადის ჰორიზონტალურ ცილინდრს 7, ორი არტახით 5, რომელიც დაყრდნობილია ორ წყვილ საყრდენ გორგოლაჭზე 9. ერთერთ არტახზე მიმაგრებულია ჭია კბილანა 4, რომელიც მოდებაშია ჭია ხრახნთან 11, რითაც სრულდება დოლის ბრუნვითი მოძრაობა.



ნახ.8.6. დოლური

სააღაო

დოლის შიგნით გაკეთებულია ბრტყელი ბადე 10, რომელზეც თავსდება ასალოჯებელი მარცვალი. ტორსული მხრებიდან დოლს აქვს ორ-ორი ძირი – გარე 2 და შიგა 3. გარე ძირებს 2, ცენტრში აქვთ ნახვრეტი, რომლებშიც შემამჭიდროვებელი რგოლებით შეყვანილია ჰაერგამტარი მილების 1 ბოლოები. შიგა ძირები 3, ტორსული მხრიდან ზღუდავენ დოლის მუშა ზონას. გარე და შიგა ძირებს შორის წარმოქმნილია არეები კონდიცირებული ჰაერის მისაწოდებლად და ნამუშევარი ჰაერის გამოსაყვანად.

დაღბობილი მარცვალი ლიუკებიდან 6 მიეწოდება დოლის ბადეზე. ლიუკების დახურვის შემდეგ დოლს ნელა აბრუნებენ მარცვლის თანაბარი განაწილების მიზნით. მარცვლის ალოჯება მიმდინარეობს უძრავ დოლში ისე, რომ ბადეს 10 უჭირავს ქვედა ორიზონტალური მდებარეობა (როგორც ნახვენებია ნახ.8.6-ზე).

კონდიცირებული ჰაერი დოლს მიეწოდება მარცხენა ჰაერგამტარი მილით 1, ბადის 10 ქვედა არეში. ჰაერი გაივლის მარცვლის ფენას და ბადის 8 გავლით დოლიდან გამოდის მარჯვენა ჰაერგამტარი მილით 1. დოლში კონდიცირებული ჰაერი შეჰყავთ როდესაც მარცვლის ტემპერატურა მიაღწევს 15-17<sup>0</sup>ჩ.

გადაჩქვვის დროს დოლის ბრუნვის სიხშირე შეადგენს 1 ბრუნს 40-60 წთ-ში. პირველ სამ დღეში გადაჩქვას აწარმოებენ 4-6-ჯერ, ინტენსიური ალოჯების პერიოდში - ყოველ 2-3 სთ-ში, ხოლო ბოლო დღეებში 2-4-ჯერ დღე-ღამეში.

დოლის ტევადობა შეადგენს 12 ტონას. დანადგარის გაბარიტული ზომებია 11400x3700x4050 მმ, დოლის გარე დიამეტრი – 3100 მმ, ბრუნვის სიხშირე–1,3 ბრ/სთ.

**8.4. შამპანური ღვინომასალების სადუღარი მოწყობილობები**

შამპანური ღვინო წარმოადგენს მაღალხარისხოვანი ღვინომასალების,

ლიქიორისა და საფუერის ნარევის მეორადი დუდილის პროდუქტს, რომელიც ტარდება ჰერმეტიკულ პირობებში. მიღებული პროდუქტი ხასიათდება მაღალი გემოვნური თვისებებით და ცქრიალით, რაც განპირობებულია მზა პროდუქტში ბმული ნახშირორჟანგის არსებობით.

შამპანურ ღვინოებს ამზადებენ ორი მეთოდით – ბოთლური და რეზერვუარული. ბოთლურ მეთოდს აქვს ერთი ტექნოლოგიური სქემა, ხოლო რეზერვუარულს – რამოდენიმე, თუმცა შამპანიზაციის არსი ყველა მეთოდისათვის ერთი და იგივეა.

ბოთლური წესით შამპანური ღვინოების დამზადებისას, სატირაჟე ნარევის მეორადი დუდილი ტარდება ჰერმეტიკულად თავდაცულ ბოთლებში. დამზადების ეს მეთოდი მეტად შრომატევადია და საჭიროებს ხანგრძლივ ტექნოლოგიურ პროცესს (2-3 წელიწადს), ამიტომ მისი პრაქტიკული გამოყენება შეზღუდულია. პრაქტიკაში უმთავრესად იყენებენ რეზერვუარულ მეთოდს, რომელიც მოიცავს პერიოდულ და უწყვეტ პროცესებს.

#### **8.4.1. რეზერვუარული შამპანური ღვინოების წარმოების უწყვეტ – ნაკადური ხაზი**

ნახ.8.7-ზე წარმოდგენილია რეზერვუარული შამპანური ღვინოების წარმოების უწყვეტ – ნაკადური ხაზის აპარატურული სქემა, სადაც შამპანიზაციის პროცესი მიმდინარეობს სადუღარი რეზერვუარების სისტემაში ნახავის (ღვინომასალა, რეზერვუარული ლიქიორი, საფუერის დედო) თანმიმდევრული გატარებით მუდმივი ჭარბი წნევის 500-600 კპა პირობებში. პროცესის ხანგრძლივობა შეადგენს 16-20 დღეს. დასაწყისში სატირაჟე ნახავს ემატება საფუერის დედო, ხოლო პროცესის დასასრულს – საექსპედიციო ლიქიორი.

სატირაჟე ლიქიორი მზადდება დამუშავებული, დაკუპაჟებული შამპანური ღვინომასალებისა და მსხვილმარცვლოვანი საქაროზისაგან. ლიქიორის შაქრიანობა ინვერსიულ შაქარზე გადაანგარიშებით შეადგენს 50-60%-ს. დამზადების შემდეგ ლიქიორი იფილტრება და ტირაჟში გამოყენების წინ ყოვნდება 15 დღეს.

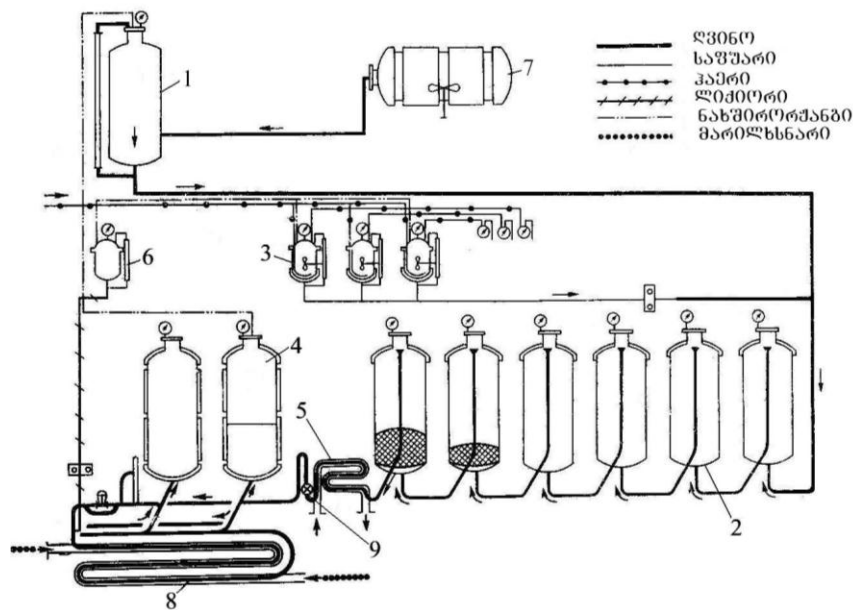
დასადუღებელი (სატირაჟე) ნახავი წარმოადგენს დაკუპაჟებული შამპანური ღვინომასალების, ლიქიორის და საფუერის წმინდა კულტურის (2-2,5%) ნარევის, რომელსაც 5-6 დღის განმავლობაში ადუღებენ სარეველამექანიზმიან რეზერვუარში მანმადე, სანამ მასში გახსნილი ჟანგბადი მთლიანად არ დაიხარჯება. წინასწარი დადუღების შემდეგ, ნარევი ერთი თვის განმავლობაში შეაქვთ დაბეჭელებული რეზერვუარული ლიქიორი, რომლის რაოდენობა განისაზღვრება ნაწარმის მარკით. მიღებულ ნახავს აცხელებენ 40-45<sup>0</sup>ჩ ტემპერატურამდე და აყოვნებენ ამ

ტემპერატურაზე 20-24 საათის განმავლობაში. სტერილიზაციის მიზნით, ნაზავის ტემპერატურას 65-70<sup>0</sup>ჩ-მდე ზრდიან, შემდეგ 8-12<sup>0</sup>ჩ ტემპერატურამდე აცივებენ და ბოლოს – ფილტრავენ.

საექსპედიციო ლიქიორი წარმოადგენს მაღალხარისხოვანი ღვინომასალების კუპაჟის, მსხვილკრისტალრი რაფინირებული შაქრის, ხუთი წლის განმავლობაში დაძველებული მაღალხარისხოვანი საკონიაკე სპირტისა და ლიმონმუავას ნარევს.

ნაკადური ხაზი შეიცავს სტაციონარული მილგაყვანილობით ერთ სისტემაში გაერთიანებულ ხუთ ძირითად კვანძს: ვერტიკალურ საწნეო (ჩამტვირთ) რეზერვუარს 1; სადულარი რეზერვუარების 2 ბატარეას; საფუვრის გენერატორების 3 ბატარეას; მიმღებ სისტემას, რომელიც წარმოადგენს ორი თერმოს-რეზერვუარის 4, თბოგადამცემის 5 და ლიქიორის მადოზირებელი რეზერვუარის 6 კომპლექსს და ავტომატურ საკონტროლო-მზომ და მარეგულირებელი ხელსაწყოების სისტემას. ხაზში გათვალისწინებულია: რეზერვუარი 7, რომელიც განკუთვნილია სატირაჟე ნაზავის წინასწარი დამუშავებისათვის, თბოგადამცემი 8 და ტუმბო 9.

ხაზი მუშაობს შემდეგნაირად: სატირაჟე ნარევი რეზერვუარიდან 7 წნევით მიეწოდება რეზერვუარს 1, აქედან, თვითღინებით – სადულარი ბატარეის 2 პირველ



ნახ.8.7. რეზერვუარული შამპანური ღვინოების

წარმოების

უწყვეტ – ნაკადური ხაზის

აპარატურული სქემა

რეზერვუარს. მილსადენის სისტემაში მოძრავ ნაზავს ემატება საფუვრის დედო (5-6%), რომელიც მიეწოდება გენერატორიდან 3. როდესაც წნევა რეზერვუარში 1

დაეცემა, იგი კვლავ ივსება სატირაჟე ნარევით, რაც უზრუნველყოფს დანადგარის განუწყვეტელ მუშაობას.

ბატარეაში 2 მიწოდებული პროდუქტი თანმიმდევრობით გაივლის (ქვევიდან ზევით გადასვლით) უველა სადულარ რეზერვუარს და ბოლო რეზერვუარიდან მიიღება შამპანიზებული ღვანო, რომელიც გაივლის თბოგადამცემს 5 (გაცივდება 0-5<sup>0</sup>ჩ ტემპერატურამდე), მილგაყვანილობის სისტემას (სადაც მას დაემატება რეზერვუარიდან 6 მიწოდებული საექსპედიციო ლიქიორი) და თბოგადამცემს 8 (გაცივდება – 5<sup>0</sup>ჩ ტემპერატურამდე), საიდანაც შემდგომ გადადის თერმოს-რეზერვუარში 4. აქედან შამპანური ღვინო გადაეცემა ჩამომსხმელ საამქროს, სადაც ის იფილტრება და იხსმება ბოთლებში.

უწყვეტი შამპანიზაციის ნაკადური ხაზის დღიური მწარმოებლობა შეადგენს 160-180 დალ-ს.

#### **8.4.2. რეზერვუარული შამპანური ღვინოების პერიოდული მეთოდით წარმოების აპარატული სისტემა**

რეზერვუარული შამპანური ღვინოების პერიოდული მეთოდით წარმოებისას, დიდი ტევადობის სადულარი რეზერვუარების ნაცვლად იყენებენ აპარატებს, რომლებსაც აკრატაფორებს უწოდებენ. დასადულებელი (სააკრატაფორო) ნაზავი მზადდება ნახშირორჟანგით შევსებულ სარეველა მექანიზმიან რეზერვუარებში. მისი მუავიანობის და სიმაგრის კორექტირების საჭიროების შემთხვევაში მას უმატებენ საკონიაკე სპირტს (არანაკლებ ხუთწლიანი დაძველების) და ლიმონმჟავას. გარდა ამისა, ნაზავში შეაქვთ გოგირდოვანი ანჰიდრიდის გარკვეული რაოდენობა.

არჩევენ აკრატაფორების სამ ტიპს – პერანგიანი გამაცივებელი სისტემით (ფროლოვ-ბაგრევის), კლაკნილმილებიანი გამაცივებელი სისტემით (ჩაფიძის) და გამაცივებელი სისტემის გარეშე (შოსეპიეს). თითოეულ მათგანს გააჩნია როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი მხარეები. უფრო ფართე გავრცელება პოვა ფროლოვ-ბაგრევის სისტემის აკრატაფორმა, რომლის სქემა მოცემულია ნახ.8.8-ზე.

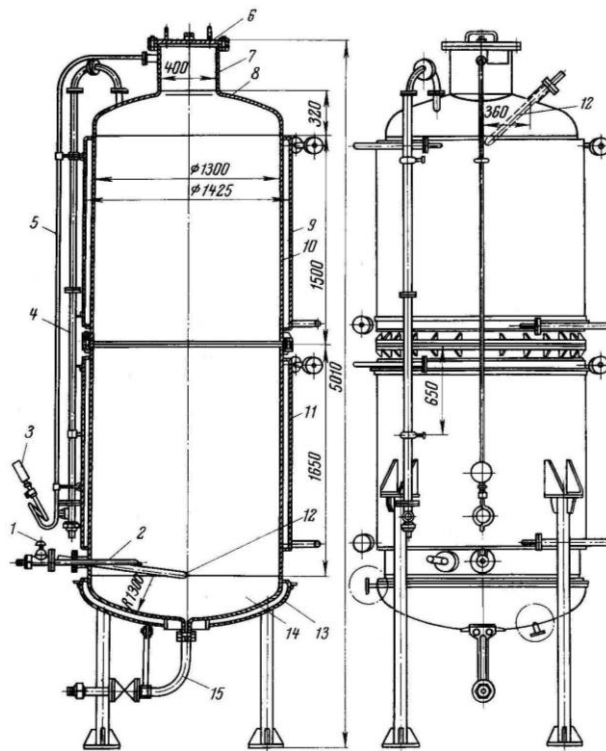
აკრატაფორი წარმოადგენს ორი ნაწილისაგან შემდგარ ლითონის რეზერვუარს 10, სფერული ფორმის ძირით 14 და სახურავით 8, რომელზედაც გაკეთებულია ნახშირორჟანგის შემკრები მილყელი 7, ჰერმეტიული სახურავით 6. აკრატაფორის მუშა ზედაპირი მოპირკეთებულია ბაკელითის ლაქით.

გარედან აკრატაფორის ზედაპირზე გაკეთებულია ორი ცილინდრული პერანგი 9 და 11, ხოლო ძირზე – სფერული ფორმის პერანგი 13, რომლებშიც სპეციალური მილყელების საშუალებით წარმოებს თბომატარებლის (უმთავრესად მარილხსნარის) მიწოდება.

სააკრატაფორო ნაზავის მიწოდება რეზერვუარში და მზა პროდუქტის ჩამოცლა ხორციელდება მილით 2, რომელზედაც მოწყობილია ვენტილი 1, ხოლო ლექის ჩამოცლა – მილით 15. ნაზავის არევა წარმოებს ნახშირორჟანგით, რომელიც მიეწოდება რეზერვუარის ზედა ნაწილს მილით 4. მილყელის 7 არე, მილის 5 საშუალებით, დაკავშირებულია მანომეტრთან 3. ტემპერატურის კონტროლისათვის აკრატაფორზე გაკეთებულია რამოდენიმე მილყელი, რომელშიც ათავსებენ თერმოჰილზებს 12. აკრატაფორი დაყრდნობილია ოთხ ფეხზე 16 და გარედან მოპირკეთებულია საიზოლაციო მასალის ფენით.

მარილხსნარის მიწოდება აკრატაფორის ცილინდრულ პერანგებში წარმოებს რგოლური კოლექტორებიდან ერთდროულად სამ წერტილში, რაც აუმჯობესებს თბოგადაცემის პირობებს. ასევე წარმოებს პერანგებიდან მარილხსნარის გამოყვანა.

პროცესის დაწყებამდე აკრატაფორში შეჰყავთ ნახშირორჟანგი, ხოლო შემდეგ მილით 2 აწვდიან ნაზავს, რომლის ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს 180°.



ნახ.8.8. ფროლოვ-ბაგრევის სისტემის

აკრატაფორი.

აკრატაფორის შეესების შემდეგ (ნახშირორჟანგისათვის ტოვებენ 5-8% თავისუფალ არეს) იწყება დუდილის პროცესი, რომელიც გრძელდება 16-20 დღეს. დუდილის მსვლელობის კონტროლს აწარმოებენ ნახშირორჟანგის წნევის მიხედვით, რომელიც ნორმალური დუდილისას ყოველდღიურად უნდა მატულობდეს 25-30 კპა-თი. დუდილის დამთავრების შემდეგ იწყებენ შამპანიზებული ღვინის გაცივებას მინუს 5<sup>0</sup>ჩ-მდე, რისთვისაც მარილხსნარს აწვდიან ჯერ ზედა პერანგში 9, ხოლო რამდენიმე ხნის შემდეგ – ქვედა პერანგში 11. ღვინის გაცივების ხანგრძლივობამ არ ენდა გადააჭარბოს 18 საათს. გაცივებულ ღვინოს აყოვნებენ სულ ცოტა 48 საათის განმავლობაში.

დაყოვნებისა და შამპანურის კონდიციურობის შემოწმების შემდეგ აწარმოებენ აკრატაფორის დაცლას. დაცლამდე ნალექს ყინავენ, რისთვისაც აკრატაფორის ძირის პერანგში აწვდიან მარილხსნარს ტემპერატურით მინუს 18-20<sup>0</sup>ჩ. შემდეგ, მუდმივი წნევის დაცვის მიზნით, ბალონიდან ან კომპრესორიდან, მილით 4 აკრატაფორში ჭირხნიან ნახშირორჟანგს და მილით 2 გამოაქვთ მზა პროდუქტი. აკრატაფორის მუშა მოცულობა შეადგენს 475 დალ-ს, სამუშაო წნევა - 0,7 კპა-ს.

## **9. კვების პროდუქტების თბური დამუშავების მოწყობილობები**

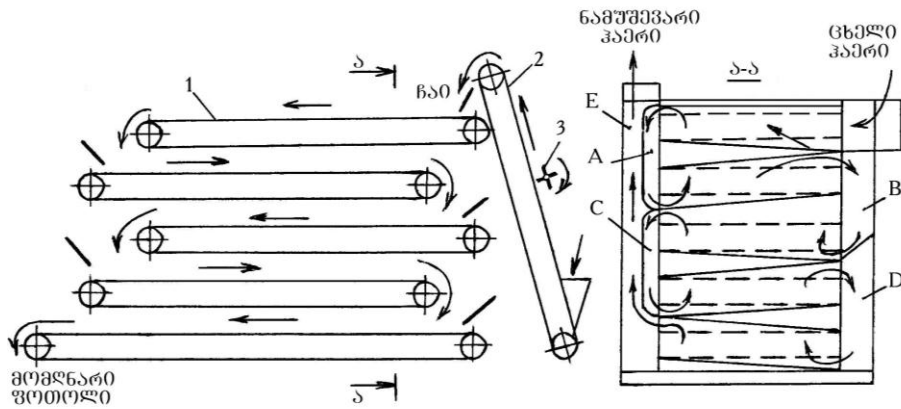
### **9.1. ჩაის ფოთლის საღნობი მანქანა**

თბური პროცესები ვრცლად შეისწავლება კვების საწარმოთა პროცესებისა და აპარატების კურსში. ამ თავში განვიხილავთ მხოლოდ ზოგიერთ სპეციფიკურ მოწყობილობას და მათი გაანგარიშების მეთოდურ საფუძვლებს.

ჩაის ფოთლის ღნობის პროცესი გამოიყენება შავი ბაიხის ჩაის წარმოებისათვის. მისი დანიშნულებაა ჩაის ფოთლის მომზადება გრეხის ოპერაციისათვის. ამ მიზნით ფოთლის საწყისი ტენიანობა 78 % უნდა შემცირდეს დაახლოებით 61-62 %-მდე. ასეთი ტენიანობის დროს ფოთოლი ხდება უფრო ელასტიკური, რაც აუცილებელი პირობაა მისი მოგრეხისათვის. ღნობის პროცესში, გარდა მექანიკური თვისებების ცვლილებისა, ფოთოლში მიმდინარეობს ბიოქიმიური გარდაქმნებიც, რაც მნიშვნელოვანია ჩაის მაღალხარისხოვანი პროდუქტის ფორმირებისათვის. ღნობა სრულდება 40-42 °ჩ ტემპერატურის თბილი ჰაერით.

ამჟამად ჩაის ფაბრიკებში ფოთლის ღნობისათვის გამოიყენება უწყვეტი ქმედების, კონვეიერული მანქანა(ნახ.9.1).





ნახ.9.1. ჩაის ფოთლის საღნობი მანქანა

მანქანის კორპუსში მოთავსებულია ხუთი, ერთმანეთის თავზე განლაგებული ბადისებური კონვეიერი 1, რომლებიც ჰორიზონტალურ სიბრტყეში დაძრული არიან ერთმანეთის მიმართ, მიმღები უბნების წარმოქმნის მიზნით. ფოთლის მიწოდება ხორციელდება ჩამტვირთი კონვეიერით 2, რომელიც აღჭურვილია ფენის გამთანაბრებელი და სარეგულირებელი მექანიზმით 3. კორპუსში, კონვეიერებს შორის განლაგებულია მიმმართველები, რომლებიც ქმნიან ჰაერგანაწილების სისტემას (კვეთი ა-ა).

ჰაერი მანქანაში შედის მისი ზედა ნაწილიდან ისრით ნახევრები მიმართულებით. გაივლის პირველ, ზედა კონვეიერის ჩაის ფენაში, გადავა გადამშვებ არხში, შვევა მეორე კონვეიერის ქვეშ და მასში გავლით გადავა გადამშვებ არხში. იქიდან, მესამე კონვეიერის გავლის შემდეგ, ჩ გადამშვებით მოხვდება მეოთხე კონვეიერის ქვეშ, გაივლის ჩაის ფენას და გადამშვებით მოხვდება მეხუთე კონვეიერის ქვეშ, საიდანაც ჩაის ფენაში გავლის შემდეგ, ტენით გაჯერებული ჰაერი, არხით გადის ატმოსფეროში. ამრიგად, ჰაერის მოძრაობა ხორციელდება პარალელური დინების რეჟიმით. მაღალი ტემპერატურის, შედარებით მშრალი ჰაერი, პირველად გაივლის ნედლი ფოთლის ფენაში, შემდეგ ნაწილობრივ დატენიანებული და დაკლებული ტემპერატურით მიეწოდება მომდევნო კონვეიერებს. ღნობისათვის საჭირო ცხელი ჰაერი მიიღება ცეცხლმილოვან კალორიფერში, რომელიც მოთავსებულია ცალკე შენობაში.

### 9.1.1. ჩაის საღნობი მანქანის თბური გაანგარიშება

თბური გაანგარიშებისათვის საჭიროა შემდეგი მონაცემები:

1. მანქანის მწარმოებლობა მწვანე ფოთლის მიხედვით – , კგ/სთ.
2. ფოთლის საწყისი ტენიანობა – ჭ<sub>0</sub>, %.
3. მომღნარი ფოთლის ტენიანობა – ჭ<sub>1</sub>, %.

4. ჰაერის ტემპერატურა კალორიფერში შესვლის დროს – ტ<sub>0</sub> °ჩ.
5. ჰაერის ტემპერატურა მანქანაში შესვლის დროს – ტ<sub>1</sub> °ჩ
6. ჰაერის ტემპერატურა მანქანიდან გამოსვლის დროს – ტ<sub>2</sub> °ჩ.
7. ჰაერის ტენის შემცველობა კალორიფერში შესვლის დროს – დ<sub>0</sub> გ/კგ.  
ფოთლიდან აორთქლებული ტენის რაოდენობა განისაზღვრება ფორმულით

$$Q_1 = V_0 \cdot (\rho_0 - \rho_1) / (100 - \rho_1) , \text{ კგ/სთ.}$$

ამ რაოდენობის ტენის ასაორთქლებლად საჭირო სითბოს რაოდენობა იქნება

$$Q = [(595 + 0,47 \cdot \rho_2) \cdot V_1 - (1 \cdot \rho_1)] \cdot c, \text{ კკალ/სთ,}$$

სადაც (595+0,47· ρ<sub>2</sub>) – არის 1 კგ წყლის ორთქლის თბოშემცველობა მოცემულ ტ<sub>2</sub> = 32°ჩ ტემპერატურაზე; ρ<sub>1</sub> ტ<sub>0</sub> - ჩაის ფოთოლში არსებული ტენის თბოშემცველობაა ρ<sub>0</sub>=24°ჩ ტემპერატურით, რომელიც მიღებულია ატმოსფერული ჰაერის ტემპერატურის ტოლად.

თითოეული კილოგრამი ჰაერის მიერ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა მისი ტ<sub>1</sub> -დან ტ<sub>2</sub> ტემპერატურამდე დაწვევის დროს იქნება

$$q = (0,24 + 0,00047 \cdot \rho_0) (\rho_1 - \rho_2) \text{ კკალ/კგ,}$$

სადაც 0,24 + 0,00047· ρ<sub>0</sub> – არის ჰაერის თბოტევადობა, როდესაც ტენის შემცველობა უდრის ρ<sub>0</sub>-ს. თეორიულად საჭირო ჰაერის რაოდენობა ρ<sub>1</sub> ტენის მთელი რაოდენობის ასაორთქლებლად იქნება

$$V = Q / q \text{ კგ/სთ.}$$

ჰაერის ტენის შემცველობა აგრეგატიდან გამოსვლის დროს განისაზღვრება თანაფარდობით

$$\rho_1 = \rho_0 + ( \rho_1 / \rho_0 ) \cdot 1000 \text{ გ/კგ.}$$

1 კგ მშრალი ჰაერის მოცულობა

$$V_0 = V / \rho_1 \text{ მ}^3/\text{კგ,}$$

სადაც V – ჰაერის მუდმივია; თ-აბსოლუტური ტემპერატურა; ρ<sub>1</sub> – ატმოსფერული წნევა, პა.

სულ აგრეგატში ჰაერის ხარჯი ერთ საათში იქნება

$$V = V_0 \cdot \rho_1 \text{ მ}^3/\text{სთ.}$$

პრაქტიკულად საღნობი მანქანის მიერ გარემოში სითბოს დაკარგვის გათვალისწინებით მისაწოდებელი ჰაერის რაოდენობა უნდა გადიდდეს 5-7 %-ით.

მანქანის მარგი ქმედების კოეფიციენტი განისაზღვრება ფორმულით

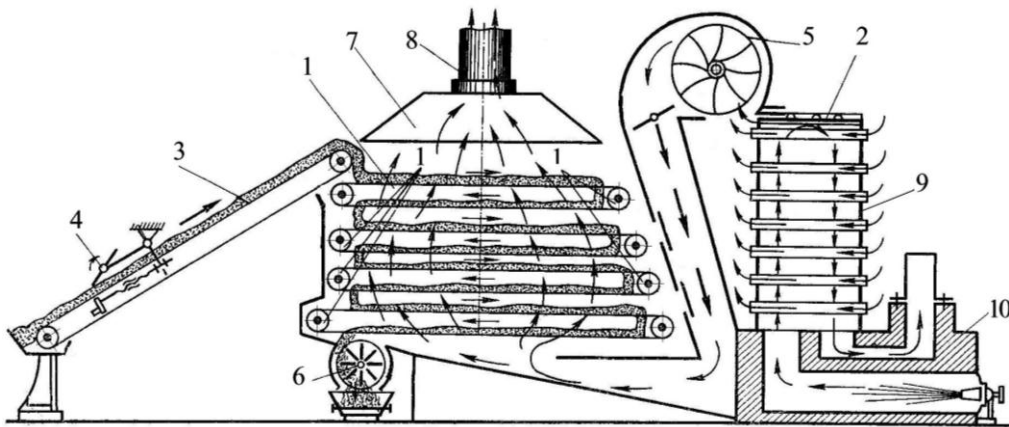
$$\eta = \frac{1}{(0,24 + 0,00047 \cdot \text{ლი})(\text{ტ}_1 - \text{ტ}_2)} \cdot$$

## 9.2. ჩაის საშრობი მანქანა

ჩაის შრობის დანიშნულებაა ფერმენტების მოქმედების შეწყვეტა და იმ სასარგებლო ნივთიერებების შენარჩუნება, რომლებიც ჩაის, როგორც კვების პროდუქტს აძლევენ სასურველ გემოს და არომატს.

ჩაის წარმოებაში ჩაის საშრობად გამოიყენება კონვეიერული ტიპის მანქანა, რომლის პრინციპული სქემა ნაჩვენებია ნახ.9.2-ზე.

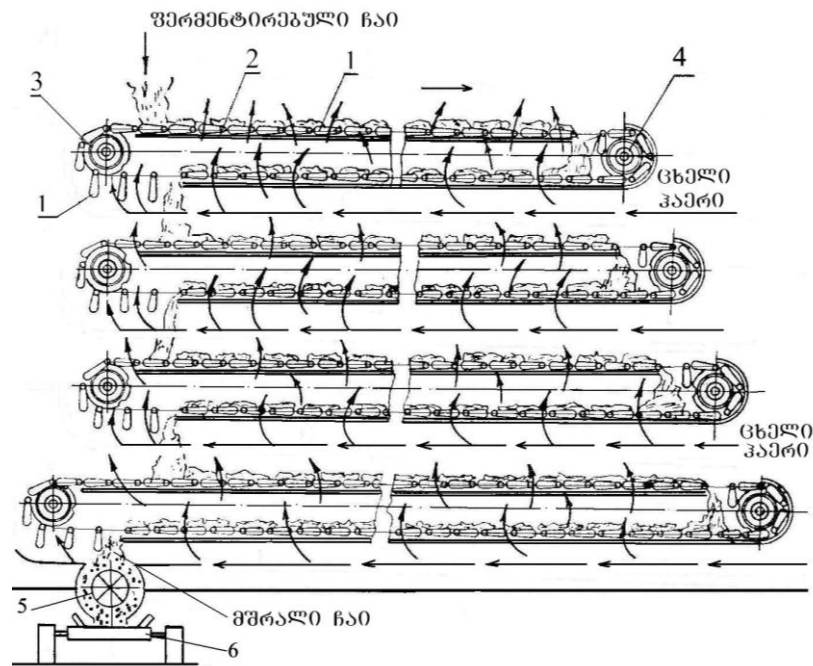
საშრობი წარმოადგენს კორპუსში ერთმანეთის თავზე განლაგებული ოთხ ჯაჭვურ-ფირფიტოვანი კონვეიერების სისტემას 1. კორპუსი ტორსული მხრიდან მიერთებულია ცეცხლმილოვან კალორიფერთან 2. საშრობ კამერას წინა ნაწილში მოწყობილი აქვს მკვებავი კონვეიერი 3. ჩაის თანაბარი მიწოდებისათვის მკვებავ კონვეიერზე დაყენებულია ფენის სისტემის მარეგულირებელი მექანიზმი 4. კამერაში კალორიფერიდან ცხელი ჰაერის მისაწოდებლად გამოყენებულია ცენტრიდანული ვენტილატორი 5. ფირფიტოვანი კონვეიერების კონსტრუქციით მათი ორივე შტო არის მუშა შტო, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს მანქანის გაბარიტულ ზომებს. კამერა აღჭურვილია ჰაერგანაწილების სისტემით. მშრალი ჩაი მანქანიდან გამოიტვირტება მის ქვედა არეში მოწყობილი მბრუნავი სექტორული დოლით 6. ნამუშევარი ჰაერი მანქანიდან გამოდის ქოლგის 7 გავლით ჰაერსადენი მილიდან 8.



ნახ.9.2. ჩაის საშრობი მანქანა

ცხელი ჰაერის მომზადება ხორციელდება კალორიფერით 9 და საცეცხლურით 10.

ნახ.9.3-ზე წარმოდგენილია ჩაის საშრობი მანქანის მუშა კონვეიერების სქემა. კონვეიერი წარმოადგენს ლითონის ფირფიტებისაგან 1 შემდგარ უწყვეტ ლენტს.



ნახ.9.3. ჩაის საშრობი მანქანის კონვეიერების სქემა

ფირფიტები ერთი ბოლოთი სახსრულად არიან დამაგრებული გორგოლაჭოვანი ჯაჭვის თითებზე. ჯაჭვი გადადებულია ვარსკვლავებზე 3 და 4. ჯაჭვის რგოლები გორვით მოძრაობენ საშრობის კორპუსის შიგნით დამაგრებულ გრძივ მიმართველებზე 2, რომლებიც ვარსკვლავების უშუალო სიახლოვეს ჩაჭრილი არიან, რის გამოც ამ უბნებში ფირფიტები საკუთარი წონით დაკიდებული არიან ვერტიკალურად, ჩაის ზედა შტოდან ქვედა შტოზე გადასვლისათვის. ამრიგად, კონვეიერების ორივე შტო არის მუშა შტო. 5 – სექტორული გამომტვირთია, საიდანაც გამშრალი ჩაი იყრება გამტან კონვეიერზე 6.

სხვადასხვა ტენშემცველობის ჩაის ოპტიმალურ რეჟიმში შრობისათვის კონვეიერებს აქვთ ოთხი სხვადასხვა სიჩქარე. ამ მიზნით მანქანის ამძრავში გამოყენებულია ოთხსაფეხურიანი სიჩქარის კოლოფი. ამასთან, სიჩქარეები პირველიდან მეოთხე კონვეიერის მიმართულებით განლაგებულია შემდეგი კლებადი რიგებით:

- I სიჩქარის დროს – 0,0247; 0,0203; 0,0167; 0,0103 მ/წმ;
- II სიჩქარის დროს – 0,0357; 0,0300; 0,0240; 0,0161 მ/წმ;
- III სიჩქარის დროს - 0,0495; 0,0417; 0,0335; 0,0220 მ/წმ;
- IV სიჩქარის დროს – 0,0705; 0,0610; 0,0507; 0,0321 მ/წმ.

იმის გამო, რომ პირველიდან მეოთხე კონვეიერის მიმართულებით იცვლება ჩაის ტენიანობა და მოცულობითი მასა, კონვეიერებზე სიჩქარეთა მოცემული რიგები უზრუნველყოფენ ერთი მხრივ მასალის ოპტიმალურ ფენის სისქეს, მეორე მხრივ იძლევიან მწარმოებლობის რეგულირების შესაძლებლობას.

### 9.2.1. ჩაის საშრობი მანქანის თბური გაანგარიშება

საშრობის თბური ანგარიშისათვის საჭიროა შემდეგი მონაცემები:

1. მანქანის მწარმოებლობა მწვანე ფოთლის მიხედვით - , კგ/სთ.
2. მწვანე ფოთლის საწყისი ტენიანობა - ჭ0, %.
3. საშრობ მანქანაში შემავალი ფერმენტირებული ჩაის ტენიანობა –ჭ1, %.
4. მშრალი ჩაის ტენიანობა - ჭ2, %.
5. ჰაერის ტემპერატურა კალორიფერში შესვლის დროს - ტ0, °ჩ.
6. ჰაერის ტემპერატურა კამერაში შესვლის დროს - ტ1, °ჩ.
7. ჰაერის ტემპერატურა კამერიდან გამოსვლის დროს - ტ2, °ჩ.
8. ჰაერის ტენის შემცველობა კალორიფერში შესვლის დროს - დ0, გ/კგ.

სადაც მანქანაში ჩაის ფოთლიდან აორთქლებული ტენის რაოდენობა 1 განისაზღვრება ფორმულით

$$1 = (\text{ჭ}_0 - \text{ჭ}_1) / (100 - \text{ჭ}_1) \text{ კგ/სთ.}$$

ამ შემთხვევაში ჩაის საშრობ მანქანაში უნდა აორთქლდეს ტენი

$$2 = (\text{ - } 1) \cdot (\text{ჭ}_1 - \text{ჭ}_2) / (100 - \text{ჭ}_2) \text{ კგ/სთ.}$$

ამ რაოდენობის ტენის ასაორთქლებლად საჭირო სითბოს რაოდენობა იქნება

$$= [(595 + 0,47 \cdot \text{ტ}_2) \cdot 2] - (2 \cdot \text{ტ}_0) \text{ კკალ,}$$

სადაც  $595 + 0,47 \cdot \text{ტ}_2$  არის 1კგ წყლის ორთქლის თბოშემცველობა მოცემულ ტემპერატურაზე, °ჩ; .  $2 \cdot \text{ტ}_0$  – ჩაის ფოთოლში თბოშემცველობა ტ0 ტემპერატურაზე, რომელიც მიღებულია გარემო ჰაერის ტემპერატურის ტოლად, °ჩ.

1 კგ ჰაერით გამოყოფილი სითბოს ქ რაოდენობა მისი ტემპერატურის ტ1 °ჩ-დან ტ2 °ჩ-მდე დაწვეის დროს იქნება

$$\text{ქ} = (0,24 + 0,00047 \cdot \text{დ}_0) (\text{ტ}_1 - \text{ტ}_2) \text{ კკალ/კგ,}$$

სადაც  $0,24 + 0,00047 \cdot \text{დ}_0$  არის ჰაერის თბოტევადობა, როდესაც მისი ტენის შემცველობა დ0=14 გ/კგ.

ტენის მთელი რაოდენობის - 2 კგ/სთ ასაორთქლებლად საჭირო ჰაერის თეორიული რაოდენობა

$$= / \text{ქ} \text{ კგ/სთ.}$$

საშრობი კამერიდან გამოსვლისას ჰაერის ტენის შემცველობა განისაზღვრება ტოლობით

$$d_2 - d_1 = \frac{2}{1000},$$

სადაც  $d_2 - d_1$  არის ჰაერის ტენის შემცველობის ცვლილება (მისი დატენიანება საშრობ კამერაში) გ/კგ. იგი უდრის ჰაერის მიერ ჩაის ფოთლიდან წართმეულ – შეუთვისებელ ტენის მთელ რაოდენობას -  $d_2$ , გაყოფილს ჰაერის რაოდენობაზე -  $V_0$ , ამასთან  $d_2$ , რომელიც იზომება კილოგრამობით, გადაიყვანება გრამებში.

ამრიგად,  $d_2 = d_1 + \frac{2}{1000}$  გ/კგ, სადაც  $d_1$  არის მშრალი ჰაერის ხარჯი, კგ/სთ.

განვსაზღვროთ ტენიანი ჰაერის მოცულობა 1 კგ მშრალი ჰაერის შემცველობით.

აირების ფიზიკური მდგომარეობა (მათ შორის ჰაერისაც) განისაზღვრება სამი პარამეტრით: წნევით  $P$ , ხვედრითი მოცულობით  $V$  და აბსოლუტური ტემპერატურით -  $t = 273 + T$  °K.

ამ პარამეტრებს შორის დამოკიდებულება განისაზღვრება აირების მდგომარეობის განტოლებით -  $PV = \rho R t$ , სადაც  $\rho$  არის აირის მუდმივა და ჰაერისათვის უდრის  $\rho = 29,27$ ; - ჰაერის წნევაა.

საშრობში ჰაერის აბსოლუტური ტემპერატურა იქნება  $t = 273 + T_1$ , °K. 1 კგ მშრალი ჰაერის მოცულობა განისაზღვრება

$$V_0 = \frac{\rho_0 t}{P_0} \text{ მ}^3.$$

ჰაერის ხარჯი საშრობ კამერაში კი ტოლია

$$\dot{V} = V_0 \text{ მ}^3/\text{სთ}.$$

ჰაერის დაახლოებით 10% იკარგება კამერის არაჰერმეტიულობის გამო, ამიტომ ანგარიშით მიღებული ჰაერის რაოდენობა უნდა გაიზარდოს 10%-ით.

საშრობი მანქანის მ.ქ.კ. განისაზღვრება როგორც ჩაის ფოთლის ტენის გაშრობაზე დახარჯული სითბოს შეფარდება ჰაერის გახურებაზე დახარჯულ სითბოსთან

$$\eta = \frac{Q}{(0,24 + 0,00047d_1)(T_1 - T_2)}$$

პრაქტიკულად საშრობის მ.ქ.კ. არ აღემატება 0,46. ამრიგად, ჰაერის გახურებაზე დახარჯული სითბოდან სასარგებლოდ გამოიყენება მხოლოდ 46%, დანარჩენი სითბო იკარგება ძირითადად ნამუშევარ ჰაერთან.

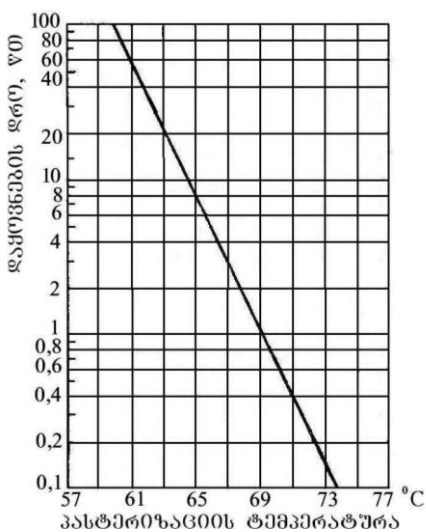
### 9.3. კვების თხევადი პროდუქტების თბური დამუშავების მოწყობილობები

კვების თხევადი პროდუქტების თბური დამუშავება ფართოდ გამოიყენება კვების მრეწველობის მთელ რიგ დარგებში, რძის, ღვინის, საკონსერვო და სხვა საწარმოებში.

თხევად პროდუქტებში მიკრობების მოქმედების განეიტრალების ერთერთ მეთოდს წარმოადგენს პროდუქტის გაცხელება გარკვეულ ტემპერატურამდე, დაყოვნება გარკვეული დროით და გაცივება. ამ პროცესს ცნობილი მეცნიერის პასტერის პატივსაცემად პასტერიზაცია ეწოდება. რაც უფრო მაღალია პასტერიზაციის ტემპერატურა, მით უფრო ეფექტურად ხდება მიკროორგანიზმების განადგურება და უფრო საიმედოა პროდუქტის ხანგრძლივად შენახვა. მაგრამ, პასტერიზაციის ეფექტი დამოკიდებულია არა მარტო გაცხელების ტემპერატურაზე, არამედ დაყოვნების დროზეც. რაც უფრო დიდია ეს დრო მით უფრო ეფექტურია პასტერიზაცია. ამრიგად, პასტერიზაციის ერთი და იგივე ეფექტი შესაძლებელია მივიღოთ ტემპერატურისა და დაყოვნების დროის სხვადასხვა კომბინაციით. ამის საილუსტრაციოდ ნახ.9.4-ზე ნახვენებია რძის პასტერიზაციის დაყოვნების დროის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე. ეს ორი პარამეტრი განსაზღვრავს პროცესის მიმდინარეობას. წარმოებაში იყენებენ რძის პასტერიზაციის შემდეგ რეჟიმებს:

- მომენტალური პასტერიზაცია – გაცხელება 85-90<sup>0</sup> - მდე დაყოვნების გარეშე;
- ხანმოკლე პასტერიზაცია - გაცხელება 72-74<sup>0</sup> – მდე და ხანმოკლე დაყოვნება;
- ხანგრძლივი პასტერიზაცია - გაცხელება 63<sup>0</sup> – მდე და დაყოვნება 30 წთ.

როდესაც გაცხელების ტემპერატურა აღემატება 110<sup>0</sup>-ს, ასეთ თბურ დამუშავებას ეწოდება სტერილიზაცია.



ნახ.9.4. რძის პასტერიზაციის დაყოვნების დროის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე

### 9.3.1. ფირფიტებიანი პასტერიზატორი

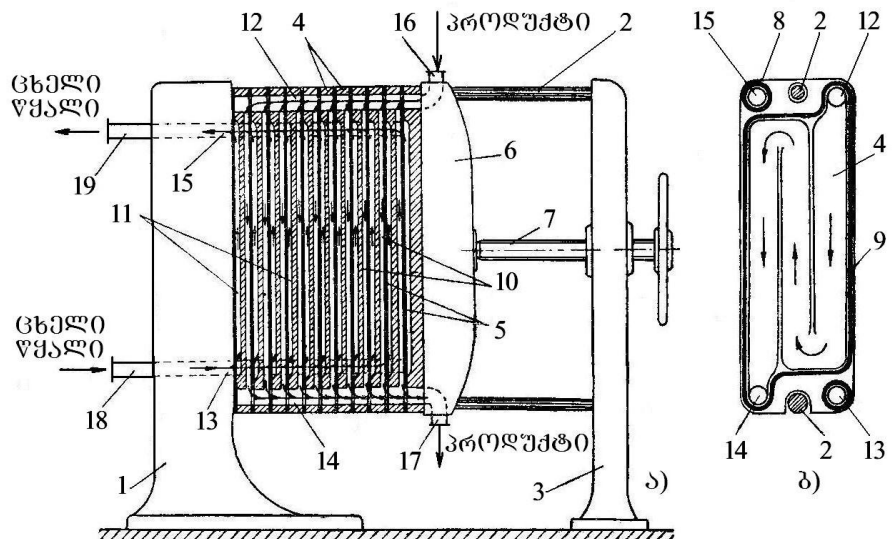
ფირფიტებიანი პასტერიზატორებს იყენებენ სხვადასხვა თხევადი კვების პროდუქტების თბური დამუშავებისათვის. ისინი გამოირჩევიან კონსტრუქციის კომპაქტურობით და მაღალი მწარმოებლობით.

ფირფიტებიანი პასტერიზატორები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან მუშა ფირფიტების ზომებით, ფორმით, პროდუქტის გადაადგილების მეთოდით, აგრეთვე მათში მიმდინარე პროცესებით. მიუხედავად კონსტრუქციული მრავალსახეობისა, ყველა ფირფიტებიანი პასტერიზატორის მუშაობის პრინციპი ერთნაირია.

ფირფიტებიანი აპარატებში, პროდუქტის მოძრაობის თანხვედრილად, სრულდება შემდეგი პროცესები:

- პროდუქტის ნაწილობრივი გაცხელება გამავალი (პასტერიზებული) პროდუქტის სითბოთი (სითბოს რეგენერაციის სექცია);
- პროდუქტის გაცხელება ცხელი წყლით ან ორთქლით საჭირო ტემპერატურამდე (პასტერიზაციის სექცია);
- გაცხელებული პროდუქტის დაყოვნება განსაზღვრული დროით (დაყოვნების სექცია);
- გამავალი პროდუქტის გაცივება, შემავალ პროდუქტზე სითბოს გადაცემით (სითბოს რეგენერაციის სექცია);
- პროდუქტის გაცივება ცივი წყლით (წყლით გაცივების სექცია);
- პროდუქტის გაცივება მარილხსნარით (მარილხსნარით გაცივების სექცია).

ყოველი სექცია წარმოიქმნება პაკეტებისგან, რომლებიც შედგება რამოდენიმე ფირფიტისაგან. ფირფიტებიანი პასტერიზატორის სქემა წარმოდგენილია ნახ.9.5-ზე.





ნახ.9.5. ფირფიტებიანი პასტერიზატორი:  
ა-საერთო ხედი; ბ-ფირფიტების სქემა.

პასტერიზატორის ძირითადი ნაწილებია: კორპუსი 1 ორი დამჭერი ღერძით 2 და დგარით 3, რიფებიანი ფირფიტები 4, შუალედური გლუვი ფირფიტები 5, დამჭერი ფილა 6 და მომჭერი ხრახნი 7. რიფებიანი ფირფიტების ორივე მხარეს არსებულ სპეციალურ ღარებში ჩამაგრებულია რეზინის საფენები 8 და 9. ფირფიტები აწყობილია ღერძებზე 2 ისე, რომ ყოველ ორ რიფებიან ფირფიტას შორის მოთავსებულია გლუვი შუალედური ფირფიტა. აწყობის დროს ყველა ფირფიტა მჭიდროდ ებრჯინება ერთმანეთს მომჭერი ხრახნით 7, ამასთან, რიფებიან და გლუვ ფირფიტებს შორის წარმოიქმნება ვიწრო არეები 10 და 11, რომლებიც დახურულია ფირფიტის ნაპირებზე მოთავსებული რეზინის საფენით 9. არეები 10,11 შეერთებულია გრძივი არხებით 12,13,14 და 15, რომლებიც წარმოიქმნება ფირფიტების კუთხეებში არსებული ნახვრეტების შეერთებით. რიფებიანი და გლუვი ფირფიტების მჭიდრო შეერთებით წარმოიქმნება ორი, ერთმანეთისაგან იზოლირებული არხების სისტემა, რომლებსაც აქვთ შესასვლელი და გამოსასვლელი მრგვალი, გრძივი გამანაწილებელი არხების სახით.

ცივი პროდუქტი აპარატში შედის მილყელით 16, გაივლის გრძივ არხს 12, საიდანაც ნაწილდება ფირფიტებს შორის არეებში 10. აქ პროდუქტი ცხელდება ცხელი წყლით, რომელიც მოძრაობს არეებში 11. პასტერიზაციის ტემპერატურამდე გაცხელებული პროდუქტი გროვდება ქვედა გრძივ არხში 14 და აპარატიდან გამოდის მილყელით 17.

ცხელი წყალი აპარატში შედის მილყელით 18, გაივლის გრძივ არხს 13, პროდუქტის ანალოგიურად ნაწილდება ფირფიტებს შორის არეში 11 და აპარატიდან გამოდის გრძივი არხის 15 გავლით მილყელიდან 19.

ფირფიტებიანი პასტერიზატორი შესაძლებელია გამოყენებული იყოს, როგორც მომენტელური, ასევე ხანმოკლე და ხანგრძლივი პასტერიზაციისათვის. მისი ცალკეული სექციების განლაგების თანმიმდევრობა დამოკიდებულია შერჩეულ რეჟიმზე, რომლის მიხედვითაც ხდება აპარატის აწყობა.

ფირფიტებიანი პასტერიზატორების მწარმოებლობა სხვადასხვაა და იცვლება 500...20000 ლ/სთ ფარგლებში.

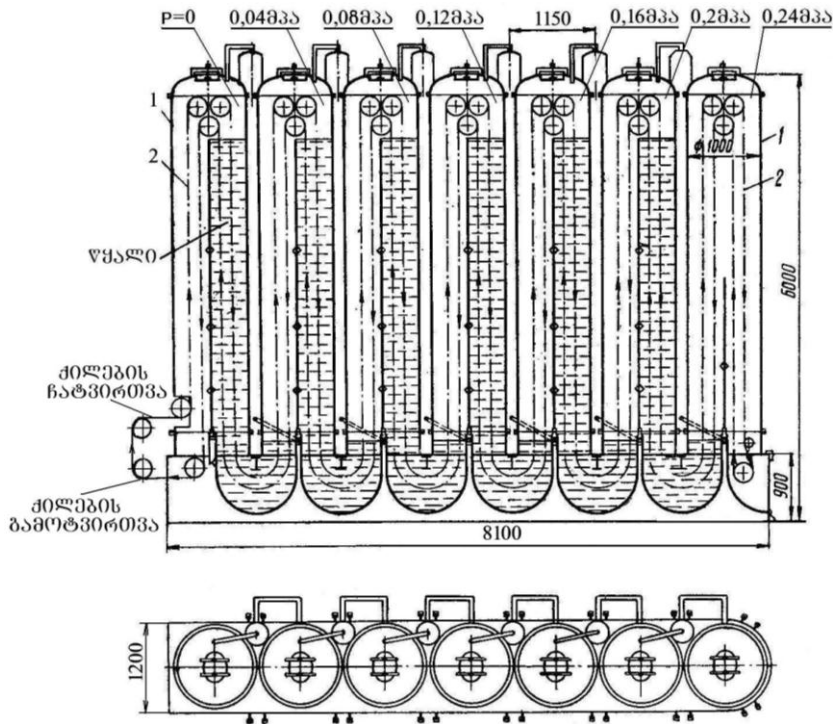
### 9.3.2. დაფასოებული პროდუქტების სტერილიზატორები

დაფასოებული პროდუქტების თბური დამუშავება ერთერთი ძირითადი ტექნოლოგიური პროცესია საკონსერვო, რძის, ღვინის და მთელრიგ სხვა

საწარმოებში, სადაც ამ მიზნით გამოიყენება პასტერიზაციის და სტერილიზაციის მრავალი მეთოდი და მოწყობილობა.

საკონსერვო საწარმოებში ფართოდ გამოიყენება პნევმოჰიდროსტატიკური სტერილიზატორები. ერთერთი მათგანის სქემა ნაჩვენებია ნახ.9.6-ზე. დანადგარი დანიშნულია ქილებში დაფასოებული პროდუქტის სტერილური დამუშავებისათვის. სტერილიზატორი შედგება შვიდი კოშკისაგან 1, რომელთაგან თითოეულს გააჩნია ორი არხი და მათში მოძრაობს ქილების მატარი კონვეიერი 2. დასაწყისში ქილები პირველი კოშკის ჩატვირთვის ადგილიდან თანმიმდევრულად გადაადგილდებიან შვიდივე კოშკში, ერთი მიმართულებით. მეშვიდე კოშკში ისინი იცვლიან მიმართულებას და გადაადგილდებიან პირველი კოშკისაკენ, საიდანაც ხდება მათი გამოტვირთვა სტერილიზატორიდან. ქილების ჩატვირთვა და გამოტვირთვა სრულდება სპეციალური მექანიზმით, რომელიც მოწყობილია პირველ კოშკთან. სტერილიზაციის პროცესში პროდუქტისა და ქილის ტემპერატურის ზრდა ამ უკანასკნელში იწვევს წნევის გაზრდას. წნევათა სხვაობამ, ქილის კედლის ორივე მხარეს, შესაძლებელია მიაღწიოს ისეთ სიდიდეს, რომელიც გამოიწვევს თუნუქის ქილის დეფორმაციას ან ჰერმეტიულობის დარღვევას, მინის ქილებში კი ხუფის მოძრობას. ამის საწინააღმდეგოდ აპარტში ჰქმნიან დამატებით ანუ უკუწნევას ორთქლით, შეკუმშული ჰაერით ან წყლის სვეტის სიმაღლით, რომელიც ათანაბრებს წნევას ქილის კედლის ორივე მხარეს. ეს საშუალებას გვაძლევს სტერილიზაციის პროცესი წარიმართოს უფრო მაღალ ტემპერატურაზე.

მოცემულ სტერილიზატორში უკუწნევის შესაქმნელად გამოყენებულია წყლის სვეტის სიმაღლე, რომელიც აწონასწორებს ქილებში სტერილიზაციით შექმნილ წნევას. პირველი ექვსი კოშკის თითო არხში მოთავსებულია 4 მ სვეტის სიმაღლის სხვადასხვა ტემპერატურის წყალი, რომლებშიც თანმიმდევრულად გადაადგილდებიან სასტერილიზაციო ქილები.

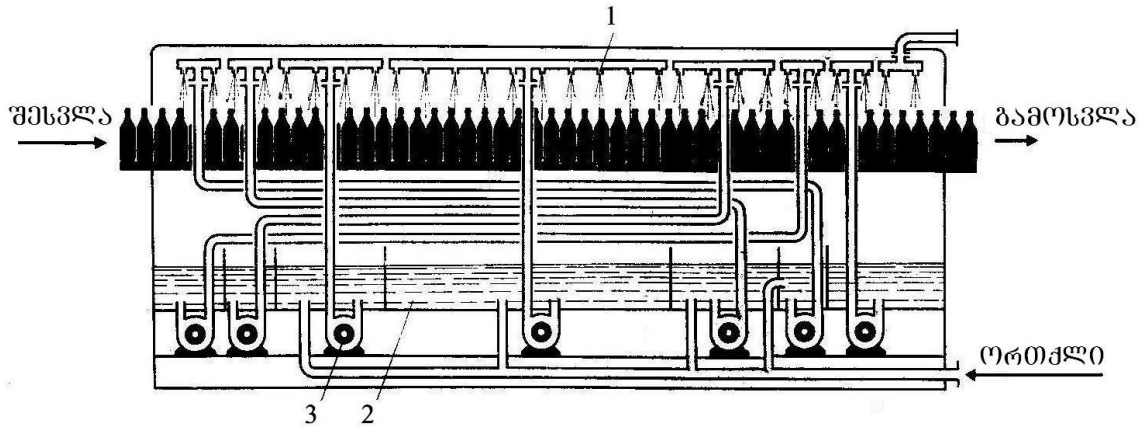


ნახ.9.6. პნევმოჰიდროსტატიკური სტერილიზატორი

კოშკებში წყლის სვეტები ქმნიან ჰიდრავლიკურ საკეტებს, რომელთა ძირში წარმოიქმნება 0,04 მპა ჰიდროსტატიკური წნევა. რადგანაც, ყველა კოშკი დაკავშირებულია ერთმანეთთან, ამდენად მეშვიდე კოშკში შექმნილი 0,24 მპა შეკუმშული ჰაერის ან ორთქლის წნევა აწონასწორებს დანარჩენ ექვსში შექმნილ ჯამურ ჰიდროსტატიკურ წნევას. სტერილიზატორში წნევა და ტემპერატურა იზრდება პირველიდან მეშვიდე კოშკისაკენ. კოშკებში წნევათა სიდიდეები ნახვენებია ნახაზის თავზე.

სტერილიზატორიდან გამოსული ქილები მიეწოდებიან ცალკე დანადგარს გასაცივებლად ატმოსფერული წნევის პირობებში.

ნახ.9.7-ზე მოცემულია ბოთლებში ღვინის პასტერიზატორის სქემა, სადაც ბოთლების გაცხელება და გაცივება წარმოებს წყლით. პასტერიზატორი წარმოადგენს ლითონის კამერას, რომელშიც უწყვეტად, ხაზონად გადაადგილდებიან ბოთლები. კოლექტორიდან 1 ბოთლებს ესხმება სხვადასხვა ტემპერატურის წყალი. ნამუშევარი წყალი გროვდება კამერის ქვეშ განლაგებულ რეზერვუარებში 2, სადაც ის ცხელდება ორთქლით და ტუმბოებით 3 კვლავ მიეწოდება კოლექტორში 1. აღნიშნული პასტერიზატორის მწარმოებლობა ბოთლების ტიპისა და ზომების მიხედვით იცვლება 1250...20000 ბოთლი/სთ ზღვრებში, ხოლო დამუშავების დრო, ტექნოლოგიური მოთხოვნებიდან გამომდინარე შეიძლება იცვლებოდეს 60-დან 120 წთ-მდე.



ნახ.9.7. ბოთლებში ღვინის საპასტერიზაციო აპარატი

## 10. ჭურჭლის ჰერმეტიზაციის მოწყობილობები

მა პროდუქტის ხარისხის შენარჩუნებისა და ხანგრძლივი დროით შენახვისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ჭურჭლის ჰერმეტიკულ დახუფვას. დახუფვის

არასაკმარისი ჰერმეტიულობის შემთხვევაში, ჰაერი აღწევს ჭურჭლის შიგა არეში, რაც იწვევს უანგვით პროცესს, თავისი უარყოფითი მოვლენებით. პროდუქტის ხარისხის შენარჩუნებისათვის ძალზე მნიშვნელოვანია აგრეთვე როგორც ჭურჭლის, ასევე დამხუფი მასალების და მეთოდების სწორად შერჩევა. კვების პროდუქტების მრავალფეროვნება განაპირობებს როგორც ჭურჭლის, ასევე მისი ჰერმეტიზაციის მეთოდების, ხუფების ფორმის და მასალების, აგრეთვე დამხუფი მოწყობილობების მრავალსახეობას. მიუხედავად იმისა, რომ ბოლო წლებში კვების პროდუქტების დაფასოებისა და ჰერმეტიზაციისათვის გაჩნდა მრავალი სახის ჭურჭელი, მინის ტარა კვლავ რჩება როგორც ძირითადი საშუალება ისეთი თხევადი და ბლანტი პროდუქტების დასაფასოებლად როგორებიცაა ღვინო, ლუდი, ხილეული და მინერალური წყლები, რძის პროდუქტები, საკონსერვო ნაწარმი და მრავალი სხვა. მინის ტარის ყველაზე უფრო გავრცელებული სახეებია სხვადასხვა ტევადობის და ფორმის ბოთლი და ქილა. მათი ჰერმეტიზაციისათვის გამოიყენება განსხვავებული მასალებისა და ფორმის ხუფები და დახუფვის მეთოდები.

### 10.1. ბოთლების დახუფვის მეთოდები და მოწყობილობები

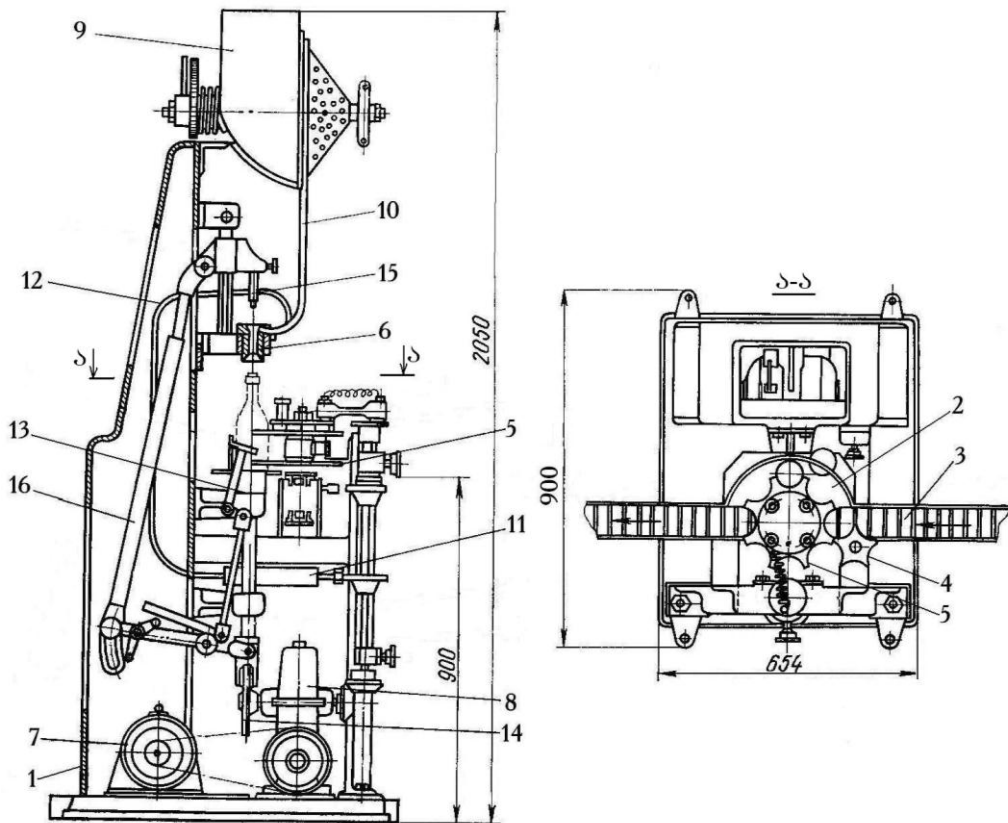
კვების პროდუქტების ჩამომსხმელ ქარხნებში, ბოთლების დასახუფად იყენებენ სხვადასხვა სახის დამხუფ მასალას: კორპის, კორპის ფხვნილისაგან დაწნეხილ და პოლიეთილენის საცობებს. გარდა ამისა, ფართოდ გამოიყენება კორპისა და მუყაოს შუასადებიანი თუნუქის გვირგვინიანი ხუფები ე.წ. “კრონენ-კორკა”, აღუმინის ფურცლისგან დამზადებული თაღფაქები და სხვა.

დამხუფი მანქანების კონსტრუქციები, დახუფვის მეთოდები, საცობის სახეები და მათი მასალა დამოკიდებულია პროდუქტის სახეობაზე და ბოთლების დიზაინზე. ღვინის საწარმოებში ბოთლების დასახუფად უპირატესად გამოიყენება პოლიეთილენის და კორპის საცობები. კორპის საცობებს, მიუხედავად შედარებით სიძვირისა, გააჩნიათ მთელი რიგი უპირატესობანი, როგორც საჭირო ჰერმეტიულობის შესქმნელად, ასევე ღვინის ხარისხობრივი მაჩვენებლების შენარჩუნების თვალსაზრისით. აღნიშნული საცობები განსაკუთრებით ფართოდ გამოიყენება მაღალხარისხოვანი, საექსპორტო ღვინოებისათვის, რომლებიც დაფასოებულია თანამედროვე დიზაინის ბოთლებში.

კონსტრუქციული ნიშნის მიხედვით დამხუფი მანქანები გვხვდება: ერთპოზიციანი, ხაზოვანი და კარუსელური ტიპის; დახუფვის მეთოდის მიხედვით – დამცობი, ბოთლის ყელზე შემომჭერი და შემომგორი.

ერთპოზიციანი, დასარტყმელ-ჭოკიანი დამხუფი ავტომატის ერთერთი სახე ნახვენებია ნახ.10.1-ზე. იგი დანიშნულია სხვადასხვა ტევადობის ბოთლების დასახუფად კორპისა და პოლიეთილენის საცობით.

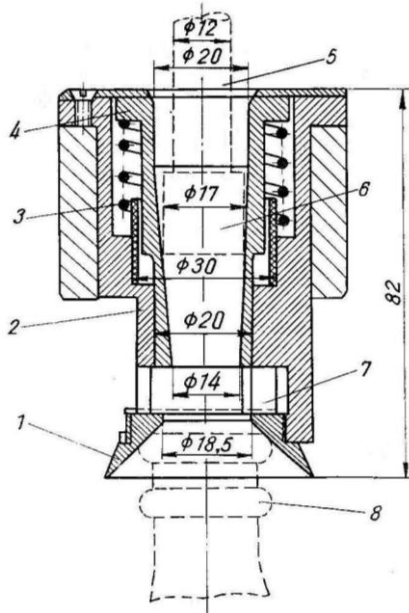
ავტომატის ღვარის 1 ჩამტვირთ მაგიდაზე 2, რომელთანაც დაკავშირებულია ბოთლების მიმწოდებელი ტრანსპორტიორი 3, დაყენებულია სადისტანციო 4 და ჩამტვირთ-გამომტვირთი 5 ვარსკვლავები. დამხუფი ჭოკი 15 მოძრაობს ვაზნაში 6. ვარსკვლავების და დამხუფი ჭოკის მოძრაობები სინქრონულია. ავტომატის მუშა ორგანოები მოძრაობას იღებენ ელექტროძრავიდან 7 ღვედური გადაცემის და ჭიარედუქტორის 8 საშუალებით.



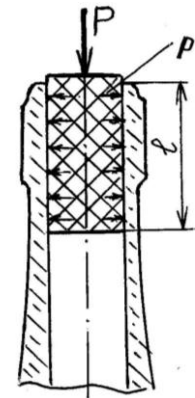
ნახ.10.1. ბოთლების ერთპოზიციანი დამხუფი ავტომატი

ავტომატის ზედა ნაწილში მოწყობილია საცობების ხვიშირა – მკვებავი 9, რომელიც დაკავშირებულია დამხუფ ვაზნასთან 6, მიმწოდებელი ღვარით 10. იმავე დამხუფ ვაზნასთან არის დაკავშირებული საჭაერო კომპრესორის 11 დამჭირხნი მილი 12, რომელიც განკუთვნილია ღვარიდან 10 ვაზნაში 6 საცობების შესატანად. ხვიშირა-მკვებავი აღჭურვილია საცობების ამრევი და მორიენტირებელი მექანიზმით, რომლის დახმარებით საცობები ღვარში მოძრაობენ დახუფვისათვის საჭირო ორიენტაციით. ბოთლის ამწევი მაგიდის 13 ვერტიკალური გადაადგილება ხორციელდება მუშტა მექანიზმით 14, ხოლო დასარტყმელი ჭოკის კი – ბერკეტული სისტემით 16.

კორპის საცობისათვის ავტომატის მუშა ორგანოს წარმოადგენს დამხუფი ვაზნა (ნახ.10.2), რომელიც შედგება კორპუსისაგან 2, საცობის შესამჭიდროველი კონუსური მილისაგან 4, ზამბარისა 3 და ბოთლის ყელის 8 მაცენტრებული თაღფაქისაგან 1. მილისაში 4 მოხვედრილ ცილინდრული ფორმის კორპის



ნახ.10.2. დამხუფი თავის კონსტრუქციული სქემა



ნახ.10.3. ბოთლის დახუფვის საანგარიშო სქემა

საცობზე 6, რომლის დიამეტრიც აღემატება ბოთლის ყელის შიგა დიამეტრს, მოქმედებს ჭოკი 5. ჭოკის დაწოლის ძალით საცობი გაივლის კონუსურ მილისას 4, შეიკუმშება 17-დან 14 მმ დიამეტრამდე და ჩაიწნეხება ბოთლის ყელში. ჩაწნეხის დროს მილისა 4, საცობთან ხახუნის ძალით, გადაადგილდება ბოთლის ყელის სიახლოვეს და კუმშავს ზამბარას 3. დახუფვის დამთავრების შემდეგ, ზამბარა აბრუნებს მილისას საწყის მდგომარეობაში. ვაზნას აქვს ჭრილი 7 პერგამენტის ქაღალდის მისაწოდებლად.

ბოთლის მჭიდროდ დახუფვისათვის საცობსა და ბოთლის ყელს შორის საჭიროა შეიქმნას სათანადო ხვედრითი დაწნევა (ნახ.10.3), რაც მიიღწევა იმით, რომ დაცობამდე საცობის დიამეტრი ( $d_{საც.}$ ) რამდენადმე აღემატება ბოთლის ყელის შიგა დიამეტრს ( $d_{ბ.ყ.}$ ). ბოთლის ყელში შესვლამდე საცობი იკუმშება კონუსურ მილისაში საჭირო სიდიდემდე (ნახ.10.2). ხვედრითი დაწნევა საცობსა და ბოთლის ყელს შორის გამოსახება ფორმულით

$$p = \frac{6}{d_{საც.} - d_{ბ.ყ.}} (1 - \mu) , \text{ პა,}$$

სადაც  $6 = d_{საც.} - d_{ბ.ყ.}$  - ჭეკის სიდიდეა საცობსა და ბოთლის ყელს შორის, მ;

- საცობის მასალის დრეკადობის მოდულია, პა;

$\mu$  – პუასონის კოეფიციენტი.

საცობზე მომქმედი ძალა, რომელიც უზრუნველყოფს მის ჩაწნეხას ბოთლის ყელში გამოითვლება

$$= \beta \cdot \sigma \cdot \pi \cdot d_{\text{ბ.}} \cdot l ,$$

სადაც  $\sigma$  – ხახუნის კოეფიციენტი ბოთლის ყელსა და საცობს შორის;  $l$  – საცობის სიგრძეა.

კარუსელის დამხუფ რკალზე დახუფვისათვის შესრულებული მუშაობა ტოლი იქნება

$$= \tau_{\text{დახ.}} \cdot l ,$$

სადაც  $\tau_{\text{დახ.}}$  – დახუფვის რკალზე ერთდროულად მიმდინარე დახუფვათა რაოდენობაა.

დახუფვისათვის მოთხოვნილი სიმძლავრე შეადგენს

$$\tau_{\text{დახ.}} = \tau / \tau$$

სადაც  $\tau$  – საცობის ბოთლის ყელში ჩასაწნეხად საჭირო დროა.

### 10.1.1. მრავალბოზიციანი, კარუსელური დამხუფი ავტომატები

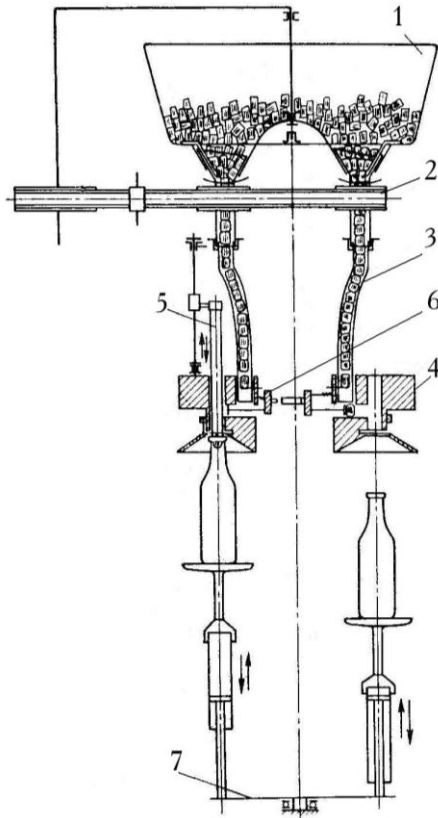
კვების პროდუქტების ჩამოსხმის მაღალმწარმოებლურ ნაკადურ ხაზებში გამოიყენება კარუსელური დამხუფი მანქანები. ერთერთი ასეთი მანქანის სქემა ნაჩვენებია ნახ.10.4-ზე. მანქანა დანიშნულია ღვინის ბოთლების დასახუფად კორპის საცობით.

დამხუფი მანქანის ძირითადი ნაწილებია: საცობების ხვიშირა 1 ამრევი მექანიზმით 2; საცობების მიმმართველი 3; დამხუფი თავი 4 მასში ვერტიკალურად მოძრავი დამცობი ჭოკით 5; მბიძგარა 6 –საცობების შესატანად დამხუფ თავში და კარუსელი 7. ავტომატი მიეკუთვნება **დამრტყმელ-ჭოკიანი** დამხუფი მანქანების ჯგუფს. მისი ძირითადი კვანძების კომპანება ანალოგიურია ზემოთგანხილული კარუსელური ჩამოსხმელი ავტომატების (ნახ.4.4). ამ შემთხვევაშიც შევსებული ბოთლების მიწოდება დახუფვაზე ხდება ხაზის კონვეიერით (ხშირ შემთხვევაში ჩამოსხმელი და დამხუფი ავტომატები ერთ აგრეგატშია გაერთიანებული).

ბიჯმზომი და შემტანი ვარსკვლავები ბოთლებს ათავსებენ კარუსელის 7 ამწვევ მაგიდებზე, რომლებიც ბოთლებს გადაადგილებენ ვერტიკალურად და ისინი ყელით შედიან დამხუფ ვაზნაში 4, სადაც საცობების ხვიშირიდან 1, მიმმართველი ღარით 3 მიეწოდება საცობები. მათი მიწოდება ხდება დახუფვისათვის საჭირო



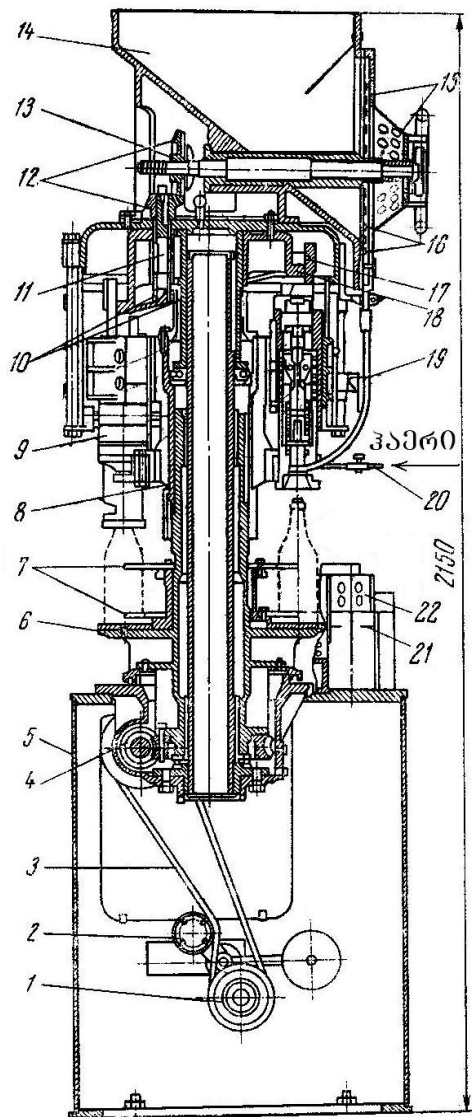
ორიენტაციით, რაც ხორციელდება საცობების ამრევი მექანიზმით 2. საცობების შეტანა დამხუფ თავში ხორციელდება მბიძგარას 6 დახმარებით. დამხუფ თავში შესული საცობის ჩაწნეხა ბოთლის ყელში ხდება ჭოკის 5 ვერტიკალური გადაადგილებით ნახ.10.1 და ნახ.10.2 სქემების ანალოგიურად.



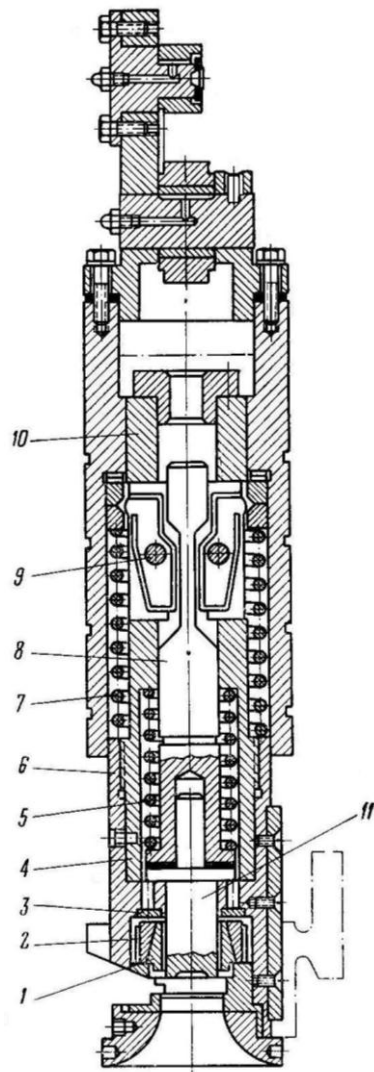
ნახ.10.4. კარუსელური დამხუფი მანქანის სქემა

ნახ.10.5-ზე წარმოდგენილია თუნუქის გოფირებული “კრონენ-კორკა“-ს ხუფით დამხუფი კარუსელური ავტომატის საერთო ხედი და დამხუფი თავის კონსტრუქცია. ამ ავტომატში დახუფვა ხორციელდება ხუფის ბოთლის ყელზე შემოჭერის მეთოდით. ავტომატის ძირითადი კვანძებია: დგარი 5 (ნახ.10.5,ა); როტორი 8 მაგილით 6; ცენტრალური ვარსკვლავა 7 ექვსი დამხუფი თავით 9; ხუფების ხვიშირა 14, ორიენტირებულად მიმწოდი მექანიზმით 15 და მკვებავი ღარი 19.

ავტომატს მოძრაობა გადაეცემა ჩამომსხმელი ავტომატიდან კარდანული ლილვით 1, საიდანაც სოლდვედური გადაცემით 3, დამჭიმი გორგოლაჭით 2 და ჭიარედუქტორით 4 ბრუნვით მოძრაობაში მოდის როტორი 8 (კარუსელი). ხუფების მიმწოდი 15 მოძრაობას ღებულობს როტორიდან 8 ცილინდრული 10, კონუსური 12



ა)



ბ)

ნახ.10.5. "კრონენ-კორკა"-ს ხუფით დამხუფი კარუსელური ავტომატი: ა-საერთო ხედი; ბ-დამხუფი თავი.

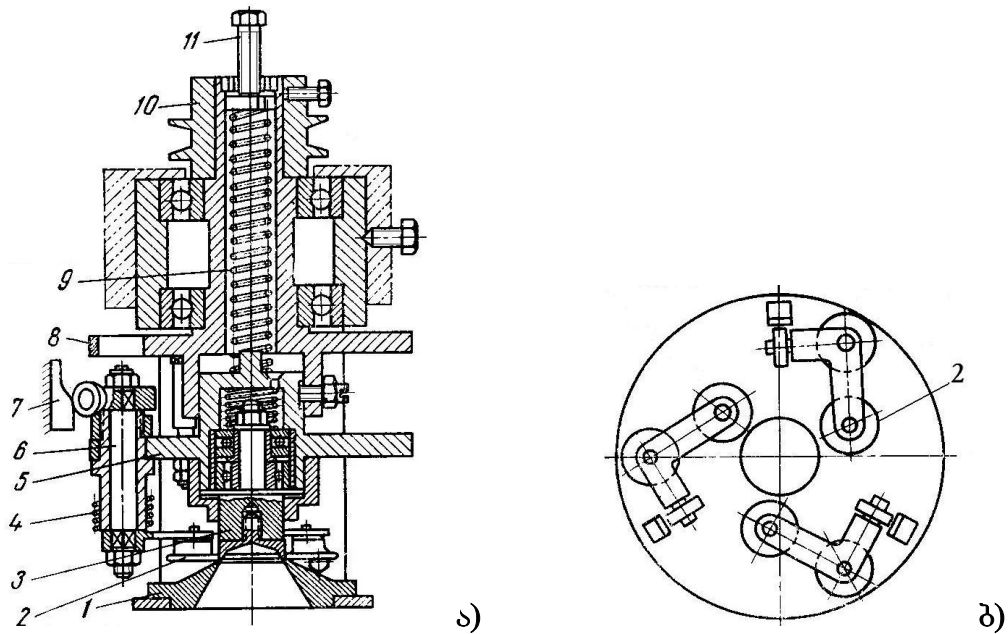
კბილანური გადაცემებით, აგრეთვე ფრიქციული ქუროსა 13 და ლილვაკის 11 დახმარებით. შევსებული ბოთლები ჩამომსხმელი ავტომატიდან გადაცემა დამხუფი ავტომატის მაგიდას 6 კონვეიერით 21. გამშვები მოწყობილობა 22 არეგულირებს ბოთლების თავისუფალ შესვლას ავტომატის მაგიდაზე 6, რის შემდეგ, ვარსკვლავითი 7 ასრულებს წრიულ მოძრაობას, რა დროსაც სრულდება დახუფვა. დამხუფი თავები 9, როტორის ბრუნვის დროს, გორგოლაჭებით 17 დაგორავენ კოპირზე 18, ამის გამო, ისინი ასრულებენ წრფივ-უკუქცევად მოძრაობას ვერტიკალურად. ხუფები ხვიშირის 14 დახრილი ძირიდან შედიან ჩამწყობის 15 წრიულ არხში. არხი წარმოქმნილია ჩამწყობის დისკსა და რგოლს შორის, რომლებიც შეერთებული არიან პროფილური თითებით 16. ხუფებს, თითებს შორის გავლა შეუძლიათ მხოლოდ ერთი განსაზღვრული მდებარეობით. შემდეგ ისინი

სწორი ორიენტაციით, საკუთარი სიმძიმით სრიალებენ მკვებავ ღარში 19. ღარის ქვედა ნაწილში, მილით 20, მიეწოდება შეკუმშული ჰაერი, რომელიც უბიძგებს ხუფებს და მოათავსებს მათ დამხუფ თავში. ჭოკი 11 (ნახ.10.5,ბ) აწვება მის ქვეშ არსებულ ხუფს ბოთლის ყელზე. დამხუფი თავის შემდგომი გადაადგილებით ქვევით, მისი შემომჭერი მუშტები 1 შემოკეცავენ ხუფის გოფირებულ კალთებს ბოთლის ყელის გვირგვინზე. შემოჭერის ჰორიზონტალურ ძალას იღებს სპირალური ზამბარა 2, რომელიც ეყრდნობა რგოლს 3. ვერტიკალური ძალა გადაეცემა კოპირს 18 (ნახ.10.5,ა) რგოლით 10 (ნახ.10.5,ბ) და დამხუფი თავის კორპუსით. დასაწყისში დამხუფი თავი გადაადგილდება ქვევით, როგორც ერთიანი ხისტი სისტემა. შემოჭერის ბოლოს, ჩამკეტები 9, პროფილური მყვინთარათი 8, გადაიხრებიან დამხუფი თავის ღერძისაკენ და კორპუსის 6 შემდგომი მოძრაობა ძირს გრძელდება საამორტიზაციო ზამბარის 5 შეკმშვით. ეს იცავს მსხვრევისგან იმ ბოთლებს, რომელთა სიმაღლე გარკვეული ცდომილებით მეტია სტანდარტულზე. დამხუფი თავის ზემოთ გადაადგილებისას ზამბარა 5 აბრუნებს მას საწყის მდგომარეობაში, ხოლო ზამბარა 7 უბიძგებს ბოთლს და გამოიყვანს დამხუფი თავიდან.

**შემოგორვის მეთოდით** ბოთლების დახუფვის სქემა წარმოდგენილია ნახ.10.6-ზე. ამ მთოდით ბოთლები იხუფება ალუმინის თალფაქის წიბოს შემოგორვით ბოთლის ყელის გვირგვინზე.

დამხუფი თავი შედგება კარუსელზე დამაგრებული კორპუსისაგან 8 და ვაზნისაგან, რომელიც დასმულია გორვის საკისრებზე. შემოგორვა ხორციელდება სამი ცალი, ერთმანეთის მიმართ 120<sup>0</sup>-ით განლაგებული გორგოლაჭებით 2, რომლებიც ხუფს აწვებიან ზამბარებით 4. ზამბარები დამაგრებული არიან შემომგორი გორგოლაჭების ბერკეტული სისტემის ღერძზე 6. გორგოლაჭების 2 დაშორება ხუფიდან ხდება კოპირით 7, რომელზედაც ვაზნის ბრუნვის დროს გადაგორდებიან ბერკეტულ სისტემაზე 6 დამაგრებული გორგოლაჭები. ვაზნის ზედა ბოლოზე დამაგრებულია ამძრავი შკივი 10, ხოლო ქვედა ნაწილი დაკავშირებულია მილტუჩისებრ მილისასთან 5, რომელზედაც დამაგრებული არიან შემომგორი გორგოლაჭები 2. მილისა 5 ზემოდან დაჭერილია ზამბარით 9 და გააჩნია ვერტიკალური გადაადგილების შესაძლებლობა. მის შიგნით გორვის საკისრებზე დაყენებულია საბრჯენი ქუსლი 3.

შემოგორვა მიმდინარეობს შემდეგნაირად: ბოთლი, რომლის ყელზე ჩამოცმულია ალუმინის თალფაქი, იწევა მაღლა, ცენტრირდება მაცენტრებული თალფაქით 1, ებრჯინება ქუსლს 3 და მილისასთან 5 ერთად ადის მაღლა



ნახ.10.6. შემოგორვის მეთოდით ბოთლების დამსუფი თავი:

ა-დამსუფი თავის კონსტრუქცია; ბ-შემომგორი გორგოლაჭების განლაგების სქემა.

საყრდენამდე. ამასთან, კოპირზე 7 მოდებული გორგოლაჭები გადაგორდებიან მასზე, ღერძები 6 ზამბარების 4 მოქმედებით შემობრუნდებიან და შემომგორი გორგოლაჭები 2 გადაადგილდებიან თაღფაქისაკენ და ახორციელებენ მის შემოგორვას ბოთლის ყელის გვირგვინზე. შემოგორვის დრო შეადგენს 0,5 წმ, ხოლო ვაზნის ბრუნვის სიხშირე – 300 ბრ/წთ.

### 10.12. დამსუფი მანქანების კინემატიკური გაანგარიშება

დამსუფი მანქანების კინემატიკური ანგარიშისათვის განმსაზღვრელი პარამეტრია დახუფვის დრო. ჩამომსხმელი მანქანების კინემატიკური ანგარიშისას ჭურჭლის შევსების დრო (ჩამოსხმის დრო) განისაზღვრება თეორიულად, ჰიდრაულიკის კურსიდან კარგად ცნობილი ფორმულებით (იხ. 4.2.2.6). დამსუფი მანქანებისათვის დახუფვის დროის განსაზღვრა შესაძლებელია მხოლოდ ექსპერიმენტულად. პრაქტიკული გამოცდილებით საცობის სახეობის და დახუფვის მეთოდის მიხედვით ეს დრო შეადგენს  $\tau = 1-2$  წმ.

კარუსელის წრიული სიჩქარე განისაზღვრება მწარმოებლობისაგან დამოკიდებულებით, ზემოთგანხილული ჩამომსხმელი ავტომატების ანალოგიურად

$$= v/ტ , ბოთლი/წმ,$$

სადაც  $v$  - წამური მწარმოებლობა, ბოთლი/წმ;  $ტ$  - კარუსელის წრიული სიჩქარე,

მ/წმ; ტ -კარუსელზე დამხუფ თავებს შორის ბიჯია ცენტრებზე გამავალ წრესაზე და მიიღება  $\tau = (1,5-2) \text{დბოთ.}$ , მ, სადაც დბოთ.- ბოთლის ცილინდრული ნაწილის დიამეტრია, მ.

მოცემული მწარმოებლობის მიხედვით ვანგარიშობთ კარუსელის წრიულ სიჩქარეს

$$v = \tau \cdot \text{ტ} \quad \text{მ/წმ,}$$

დახუფვის რკალის სიგრძე კარუსელის წრესაზე ტოლი იქნება

$$\text{შ}_{\text{დახ.}} = v \cdot \tau \quad \text{მ.}$$

დახუფვის რკალზე ერთდროულად მიმდინარე დახუფვათა რაოდენობა იქნება

$$z_{\text{დახ.}} = \text{შ}_{\text{დახ.}} / \text{ტ}$$

დამხუფი მანქანის სხვა პარამეტრების (დამხუფი თავების რაოდენობა, კარუსელის დიამეტრი) ანგარიში ანალოგიურია ზემოთგანხილული ჩამომსხმელი ავტომატების.

## 10.2. საკონსერვო ტარის ჰერმეტიზაციის მეთოდები და მოწყობილობები

საკონსერვო ნაწარმის დაფასოება-ჰერმეტიზაციისათვის ძირითადად გამოიყენება სხვადასხვა ტევადობისა და ფორმის თუნუქის და მინის ქილები. ამის გამო დახუფვის მეთოდები და განსაკუთრებით მოწყობილობები, გამოირჩევიან მრავალფეროვნებით.

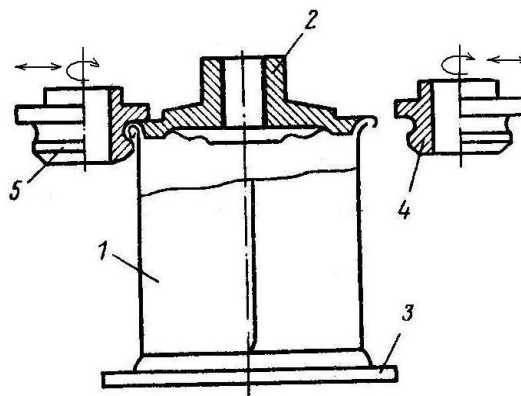
**თუნუქის ქილებს** ძირითადად ამზადებენ ე.წ. თეთრი თუნუქისაგან, რომელიც წარმოადგენს ორივე მხრიდან თუთიით დაფარულ ფურცლოვან ან რულონურ თუნუქს სისქით 0,18-0,30 მმ. თუნუქის ქილა გვხვდება ორი სახის – ცილინდრული და ფიგურული. ცილინდრულს მიეკუთვნებიან შედგენილი და დაშტამპული ქილები, ხოლო ფიგურულს – მხოლოდ დაშტამპული, სწორკუთხა, ოვალური და ელიფსური.

**მინის ქილების** უპირატესობას წარმოადგენს მუავამედევობა, გამჭვირვალობა და მრავალჯერადი გამოყენება. ნაკლოვან მხარედ ითვლება დიდი მასა, დაბალი თბოგამტარობა, სიმყიფე და მცირე თერმომედევობა.

### 10.2.1. თუნუქის ცილინდრული ქილების დამხუფვის მეთოდები და მოწყობილობები

თუნუქის ქილების დახუფვა ხორციელდება შემოგორვის მეთოდით. დასახუფი

ქილა შეიძლება იმყოფებოდეს ორ მდგომარეობაში: 1) ქილა არ ბრუნავს თავისი გეომეტრიული ღერძის ირგვლივ, ხოლო შემომგორი გორგოლაჭები ბრუნავენ როგორც საკუთარი ღერძის, ასევე ქილის ირგვლივაც და ერთდროულად გადაადგილდებიან მისი ცენტრისაკენ (ნახ.10.7); 2) ქილა ბრუნავს საკუთარი ღერძის ირგვლივ, ხოლო შემომგორი გორგოლაჭები გადაადგილდებიან მხოლოდ მისი ცენტრისაკენ. ორივე შემთხვევაში, ქილის ყელი მთელ პერიმეტრზე, შემომგორი გორგოლაჭებით განიცდის ძალისმიერ ზემოქმედებას, რის შედეგადაც ქილის ყელის და ხუფის წიბოები დეფორმირდება და მათი დიამეტრიც მცირდება ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ. 10,8-ზე. ამის შედეგად წარმოიქმნება ჰერმეტიული, ორმაგად შემოკეცილი ნაკერი.

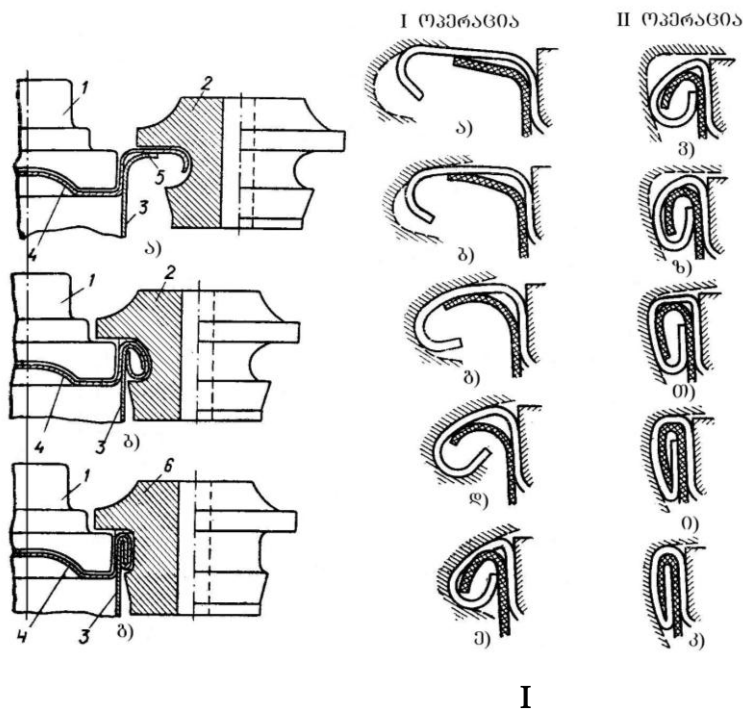


ნახ.10.7. თუნუქის ქილის შემოგორვის მეთოდი

ყველაზე უფრო გავრცელებულია ის შემომგორი მანქანები, რომლებშიც ქილა უძრავია საკუთარი ღერძის მიმართ, ხოლო შემომგორი გორგოლაჭები შემოურბენენ ქილას და გადაადგილდებიან რადიალური მიმართულებით. გორგოლაჭების ასეთი მოძრაობა ხორციელდება ორი მუშტას საშუალებით, რომელთა პროფილებზე დაგორავენ პირველი და მეორე ოპერაციის შემომგორი გორგოლაჭების დამჭერებზე დამაგრებული რგოლები.

ნახ.10.7-ზე ნაჩვენებია ხუფით დახურული თუნუქის ქილის 1 მდებარეობა ორმაგი ნაკეცის წარმოქმნის დაწყებამდე. ამწევი მაგიდა 3 იმყოფება ზედა კიდურა მდებარეობაში, რის გამოც ქილის ყელი მიბრჭენილია დამხუფ ვაზნაზე 2. ამით ფიქსირდება ქილის მდებარეობა ვერტიკალზე. ამასთან, ქილის ყელის და ხუფის წიბოები იმყოფებიან პირველი და მეორე ოპერაციების გორგოლაჭების 5 და 4 მუშა ამონადარების დონეზე.

შემომგორი მანქანები ქმნიან ორმაგ ნაკეცს ორი ოპერაციით. ასეთი ნაკეცის წარმოქმნის თანმიმდევრობა ნაჩვენებია ნახ.10.8-ზე.



**II**

ნახ.10.8. თუნუქის ქილის შემოგორვის სქემა: I-ორმაგი ნაკეცის წარმოქმნის თანმიმდევრობა: II-ქილის კორპუსის და ხუფის წიბოების თანდათანობითი დეფორმირების სქემა ორმაგი ნაკეცის წარმოქმნის დროს.

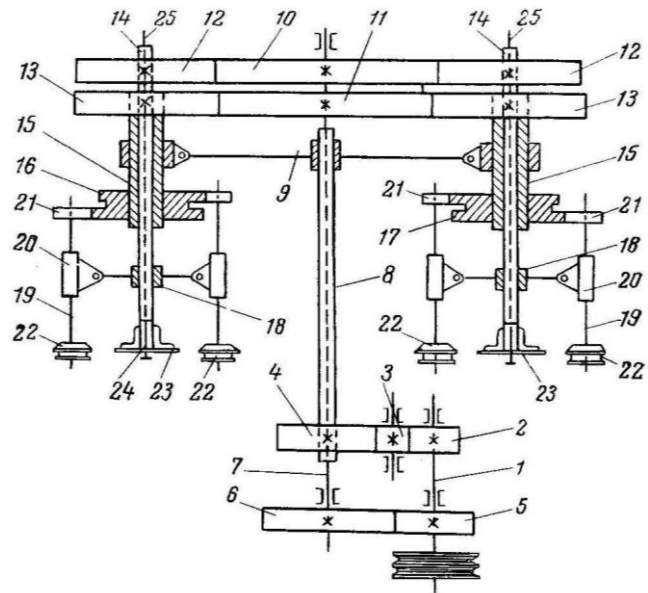
პირველი ოპერაციის გორგოლაჭი 2 (ნახ.10.8 - I,ა) გადაადგილდება ქილისაკენ, რომლის ყელი მიბრჭენილია დამხუფ ვაზნაზე 1 და მიდის ხუფამდე 4. შემდგომი გადაადგილებით (ნახ.10.8-I,ბ) გორგოლაჭი მდორედ კეცავს ხუფის წიბოს კორპუსის 3 წიბოს ქვეშ.

მეორე ოპერაციის გორგოლაჭი 6 (ნახ.10.8 - I,გ) ამთავრებს ორმაგი ნაკეცის წარმოქმნას და მჭიდროდ კუმშავს თუნუქისა და შემამჭიდროვებელი საფენის 5 ყველა ხუთ ფენას. შემამჭიდროვებელი საფენი ავსებს ნაკეცის ცალკეულ ფენებს შორის სივრცეს, რითაც უზრუნველყოფს მის ჰერმეტიულობას. ორმაგი შემოგორვის ნაკერის ფორმა და ზომები დამოკიდებულია პირველი და მეორე ოპერაციის შემომგორი გორგოლაჭების მუშა ნაწილების პროფილზე.

ქილის კორპუსის და ხუფის წიბოების თანდათანობითი დეფორმირების სქემა ორმაგი ნაკეცის წარმოქმნის დროს, პირველი და მეორე ოპერაციის შემომგორი გორგოლაჭებით ნათლად არის წარმოდგენილი ნახ.10.8-II –ზე. პირველი ოპერაცია სრულდება “ა”-დან “ე”-ს მიმართულებით, ხოლო მეორე – “ვ”-დან “კ”-მდე.

**10.2.1.1. მრავალპოზიციანი შემომგორი მექანიზმი**

მრავალპოზიციანი კარუსელური ავტომატის შემომგორი მექანიზმი ბრუნავს კარუსელის ღერძის ირგვლივ. ამჟამად ლილვი 1 (ნახ.10.9) ცილინდრული კბილანებით 2,3,4,5 და 6 აბრუნებს ვერტიკალურ 7 და გარე ღრუ 8 ლილვებს სხვადასხვა მიმართულებით და ბრუნვის სისწიერით. მატარი 9 აბრუნებს შემომგორ



ნახ.10.9. მრავალპოზიციანი შემომგორი მექანიზმის კინემატიკური სქემა

მექანიზმს კარუსელის ღერძის ირგვლივ (ლილვი 7). კბილანები 12 და 13 კბილანებთან 10 და 11 ქმნიან დიფერენციალურ-პლანეტარულ გადაცემებს ისე, რომ ლილვები 14 და 15 აბრუნებენ მუშტებს 16 და 17, აგრეთვე გორგოლაჭების დამჭერის მორგვს 18 სხვადასხვა ბრუნვის სისწიერით.

ორმხრიანი ბერკეტები 19 სახსრებით 20 შეერთებული არიან მორგვებთან 18 და ატარებენ ზედა ნაწილში შემომჭერ 21, ხოლო ქვედა ნაწილში – შესაბამისი ოპერაციის შემომგორ გორგოლაჭებს 22. ზედა ვაზნა 23 დასმულია ღრუ ღერძზე 24, რომლის შიგნით გადის ქილების გამომგდები 25.

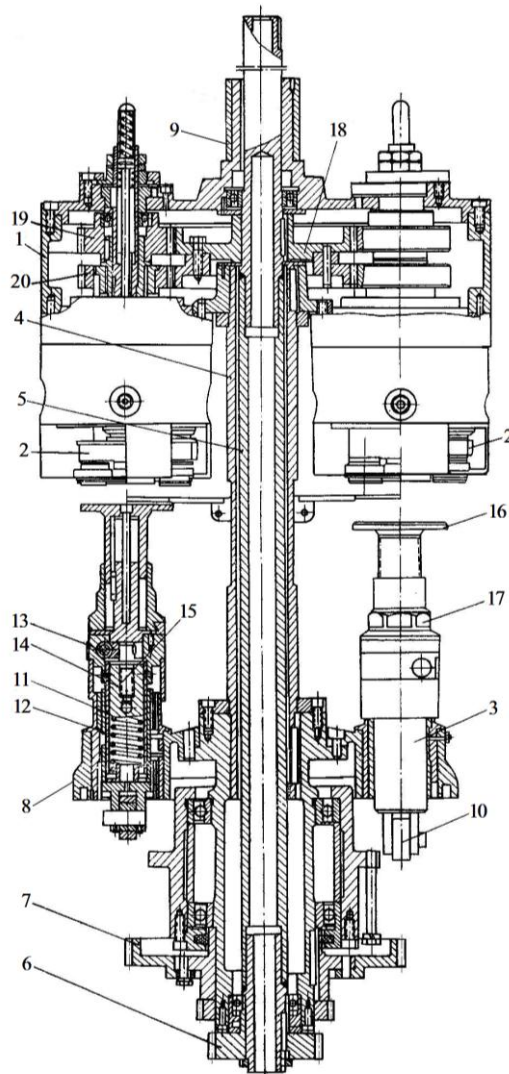
ამწე მაგიდა, მორიგი ქილის (სახურავით) მოთავსების შემდეგ, იწევა მაღლა და ქილა მიაწევა ვაზნას 23. ამ დროს, პირველი ოპერაციის გორგოლაჭები მაქსიმალურად არიან დაშორებული ქილიდან. შემდეგ, პირველი ოპერაციის შემომჭერი გორგოლაჭები გადაგორდებიან მუშტას პროფილის მუშა შევრილზე და შემომგორი გორგოლაჭები გადაადგილდებიან ქილისაკენ, მიდიან ხუფისა და ქილის წიბოებთან და ახორციელებენ პირველ ოპერაციას. ამ დროს დროს, მეორე ოპერაციის შემომჭერი გორგოლაჭები მიდიან შესაბამისი მუშტების პროფილის მუშა ნაწილებთან. როგორც კი მთავდება პირველ ოპერაცია, იწევა მეორე.



ორმაგი ნაკეცის წარმოქმნის შემდეგ, მეორე ოპერაციის შემომგორი გორგოლაჭები შორდებიან ქილას, რომელიც მაგიდასთან ერთად ეშვება ქვევით და გამომტანი ვარსკვლავითი გამოდის ავტომატიდან.

### 10.2.12. ქილების შემომგორი კარუსელის კონსტრუქცია

ნახ.10.10-ზე ნაჩვენებია შემომგორი კარუსელის კონსტრუქცია, რომელიც შედგება ზედა და ქვედა ორი სხმული კორპუსისაგან, რომლებიც შეერთებული არიან ერთმანეთთან დრუ ლილვით.



ნახ.10.10. ქილების შემომგორი ავტომატის კარუსელი

კორპუსის 1 ზედა ნაწილში დამაგრებულია ოთხი შემომგორი მოწყობილობა 2. კორპუსის 8 ქვედა ნაწილში განლაგებულია ოთხი ამწევი მაგიდა 3. დრუ ლილვის 4 შიგნით გადის ცენტრალური ლილვი 5, რომლის ზედა ბოლო შედის სიჩქარის კოლოფში, ხოლო ქვედა ბოლოზე დასმულია ცილინდრული კბილანა 6,

რომლითაც სხვა შუალედურ კბილანებთან ერთად კარუსელი იღებს ბრუნვით მოძრაობას. ზედა კორპუსის სახურავის მორგებზე ჩაწნეხილია ფოლადის ვაზნა 9, რომელიც ბრუნავს დგარის ზედა ფილის ბრინჯაოს მილისაში.

ამწე მაგიდები 3 დაყენებულია კარუსელის ქვედა ნაწილის კორპუსის ნახვრეტებში და გადაადგილდებიან ვერტიკალურად გორგოლაჭებით 10, რომლებიც კარუსელის ბრუნვის დროს დაგორავენ უძრავ კოპირზე. ამწე მაგიდის კორპუსში ჩადგმულია ჭიქა 11, რომელსაც ქვემოდან აწევა ზამბარა 12. მისი შეკუმშვის ხარისხი რეგულირდება ჭიახრახნული წყვილით 13, ქანჩით 14 და ხრახნით 15. ამწე მაგიდა 16, ქანჩის 17 დახმარებით, შეიძლება დავაყენოთ სასურველ სიმაღლეზე. კბილანები 18,19 და 20 ახორციელებენ მუშტების და გორგოლაჭების დამჭერების ბრუნვით მოძრაობას.

### 10.2.13. შემომგორი მექანიზმის კონსტრუქცია

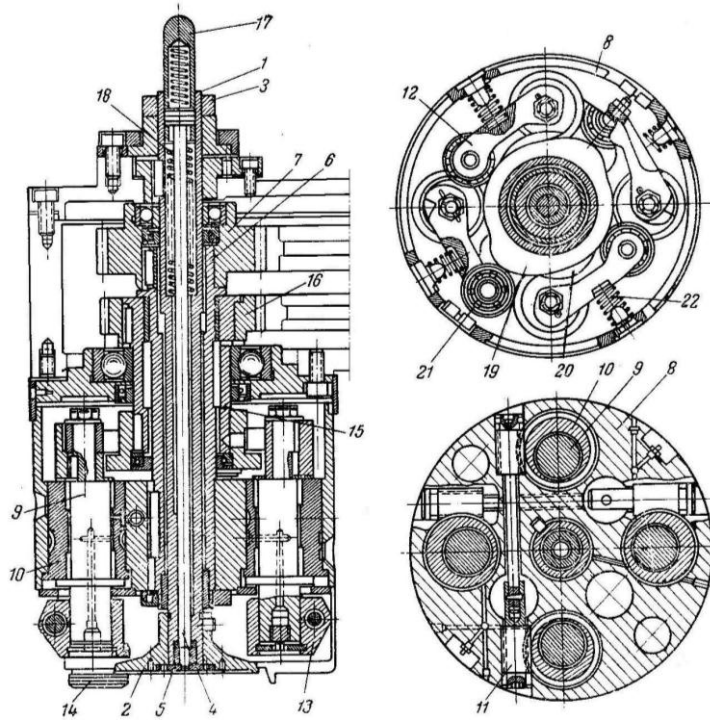
ნახ.10.11-ზე ნაჩვენებია შემომგორი მექანიზმის კონსტრუქცია. ღრუ ღერძის 1 ქვედა ბოლოზე დამაგრებულია ვაზნა 2, ხოლო ზედა ბოლო ქანჩით 3 დამაგრებულია კარუსელის ზედა ნაწილის კორპუსის სახურავში. ღრუ ღერძის 1 შიგნით ჩადგმულია ქილების გამომგდები ჭოკი 4, რომლის ზედა ნაწილის თავზე მოთავსებულია ზამბარა თაღფაქით 17. ჭოკის ქვედა ნაწილს აქვს საყრდენი 5. კარუსელის ბრუნვის დროს, თაღფაქზე 17 უძრავი მუშტას ზემოქმედებით, ჭოკი 4 აწევა ქილის სახურავს და გამოჰყავს იგი ვაზნიდან. ჭოკი ბრუნდება საწყის მდგომარეობაში ზამბარის 18 დახმარებით.

ღრუ ლილვის 6 ზედა ბოლოზე დამაგრებულია ცილინდრული კბილანა 7, ხოლო ქვედა ბოლოზე – გორგოლაჭების დამჭერი დისკი 8, რომელსაც აქვს ოთხი ნახვრეტი. მათში გადიან ორმხრიანი ბერკეტების 12 და 13 ღერძები 9, რომლებიც ჩასმულია ექსცენტრიკულ მილისებში 10. მილისების გარე ზედაპირზე მოჭრილია კბილები, რომელთანაც მოდებაშია ჭია ხრახნი 11. მისი ბრუნვით შესაძლებელია შემომგორი გორგოლაჭების მდებარეობის რეგულირება.

ღრუ ლილვზე 6 გარედან დასმულია მილისა 15, რომლის ზედა ბოლოზე დამაგრებულია კბილანა 16, ხოლო ქვედა ბოლოზე – პირველი და მეორე ოპერაციის მუშტები 19 და 20.

შემომჭერი გორგოლაჭები 21, რომლებიც მოდებაში არიან მუშტებზე 19 და 20, შემოაბრუნებენ ბერკეტულ სისტემას 12,9 და 13 ისე, რომ შემომგორი გორგოლაჭები საჭირო თანმიმდევრობით ასრულებენ რადიალურ გადაადგილებას,

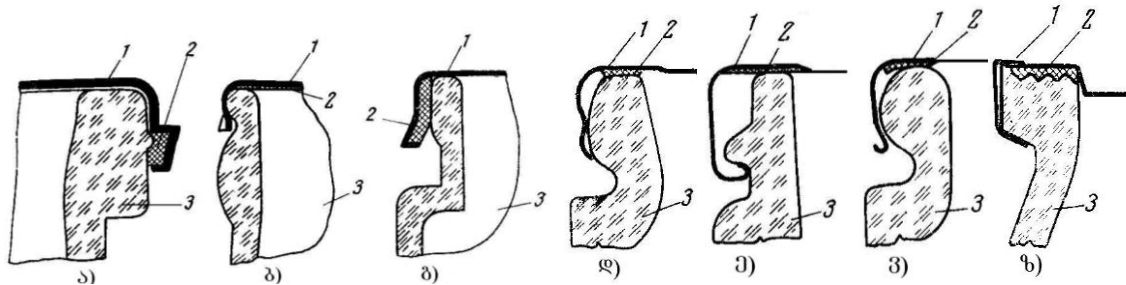
რა დროსაც კეთდება ორმაგი ნაკეცი. შემომჭერი გორგოლატების მუდმივი კონტაქტი მუშტებთან ხორციელდება ზამბარებით 22.



ნახ.10.11. ნახვენებია შემომგორი მექანიზმის კონსტრუქცია

### 10.2.2. მინის ქილების პერმეტიზაციის მეთოდები

მინის ქილების პერმეტიზაციის ყველა ცნობილი მეთოდისათვის საერთოა შემამჭიდროვებელი საფენის არსებობა თუნუქის ხუფსა და მინის ქილის ყელს შორის. ასეთი საფენის გარეშე შეუძლებელია ლითონისა და მინის პერმეტიული შეერთება. ნახ.10.12-ზე ნახვენებია მინის ქილების დახუფვის მეთოდების სქემები.



ნახ.10.12. მინის ქილების დახუფვის მეთოდები:

1-ხუფი; 2-შემამჭიდროვებელი საფენი; 3-ქილის ყელი.

შემამჭიდროვებელი საფენი უნდა დამზადდეს ისეთი ელასტიკური თვისებების მასალისაგან, რომლის საწყისი სისქე მუშა ორგანოების ძალოვანი ზემოქმედების

შედგება უნდა შემცირდეს 40-50%-ით. ყველაზე მეტი გავრცელება ჰპოვეს ისეთმა მასალებმა, რომლებშიც ერთერთ კომპონენტს წარმოადგენს კაუჩუკი და პლასტმასი.

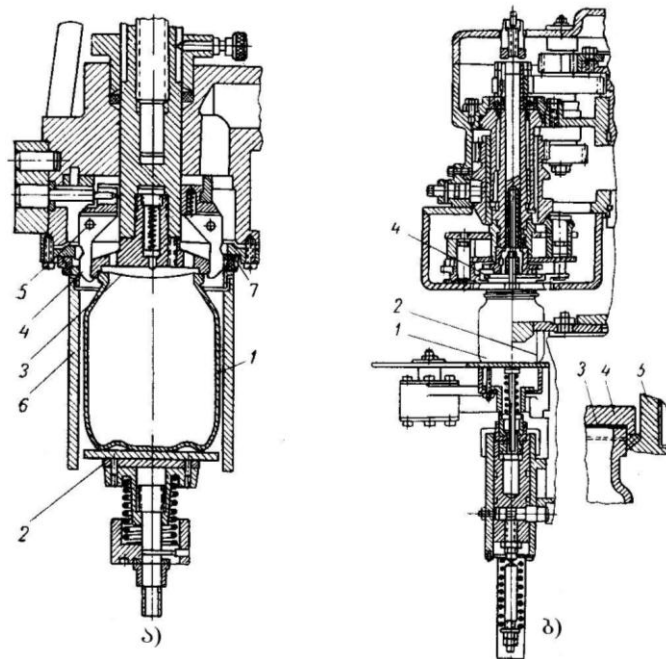
ნახ.10.12,ა-ზე ნახვენებ მეთოდში ქილის დახუფვა ხდება ხუფის შემოჭერით ან შემოგორვით. ვიწროყელიანი ტარის დახუფვისათვის იყენებენ გვირგვინისებურ ხუფებს (ნახ.10.12,ბ) კორპის ან პოლიეთილენის საფენით. ამ მეთოდის თავისებურებას წარმოადგენს საფენის მოთავსება ქილის ყელის ტორსულ ზედაპირზე. ნახ.10.12,გ-ზე წარმოდგენილი მეთოდით, ხუფი, მასში მოთავსებული რეზინის რგოლით, მნიშვნელოვანი დაწნევით ჩამოეცმება ქილის ყელზე. ხუფის, რეზინის რგოლის და ქილის ყელის ზომების სათანადო შერჩევით მიიღწევა რეზინის რგოლის საჭირო შეკუმშვა და შესაბამისად – ქილის ჰერმეტიზაცია. ნახ.10.12,დ სქემაზე, შემამჭიდროვებელი საფენი, რომელსაც აქვს რგოლის ფორმა, თავსდება ქილის ყელის ტორსულ ზედაპირზე. ხუფის ფიქსირება ქილის ყელზე ხდება მისი დეფორმირებით. ნახ.10.12,ე სქემაზე შემჭიდროვება წარმოებს ქილის ყელის ტორსულ ზედაპირზე რგოლისებური საფენით. ამ მეთოდის თავისებურებას წარმოადგენს ქილის ყელზე ოთხი ან მეტი შვერილის არსებობა. ხუფი ეცმება ქილის ყელზე და შემობრუნდება 90<sup>0</sup>-ით. ამასთან, შვერილების დახრის გამო ხუფი მჭიდროდ ეჭირება ყელზე, საფენი მჭიდროვდება და ხდება ქილის ჰერმეტიზაცია. ნახ.10.12,გ-ზე ნახვენები მეთოდი დაფუძნებულია ალუმინის ხუფების გამოყენებაზე, რომლის შემოჭერა ხდება სპეციალური მუშტა მექანიზმით. შემამჭიდროვებელი საფენი მოთავსებულია ქილის ყელის ტორსულზე. ნახ.10.12,ზ-ზე წარმოდგენილი მეთოდი ხასიათდება ქილის ყელის ტორსის გადიდებული სიგანით და მასზე შვერილების და ღრმულების არსებობით, რომლებშიც ჯდება შემამჭიდროვებელი საფენი. ხუფის ფიქსაციისათვის მასზე მაგრდება შემკვრელი რგოლი, რაც აძირებს დახუფვის ღირებულებას.

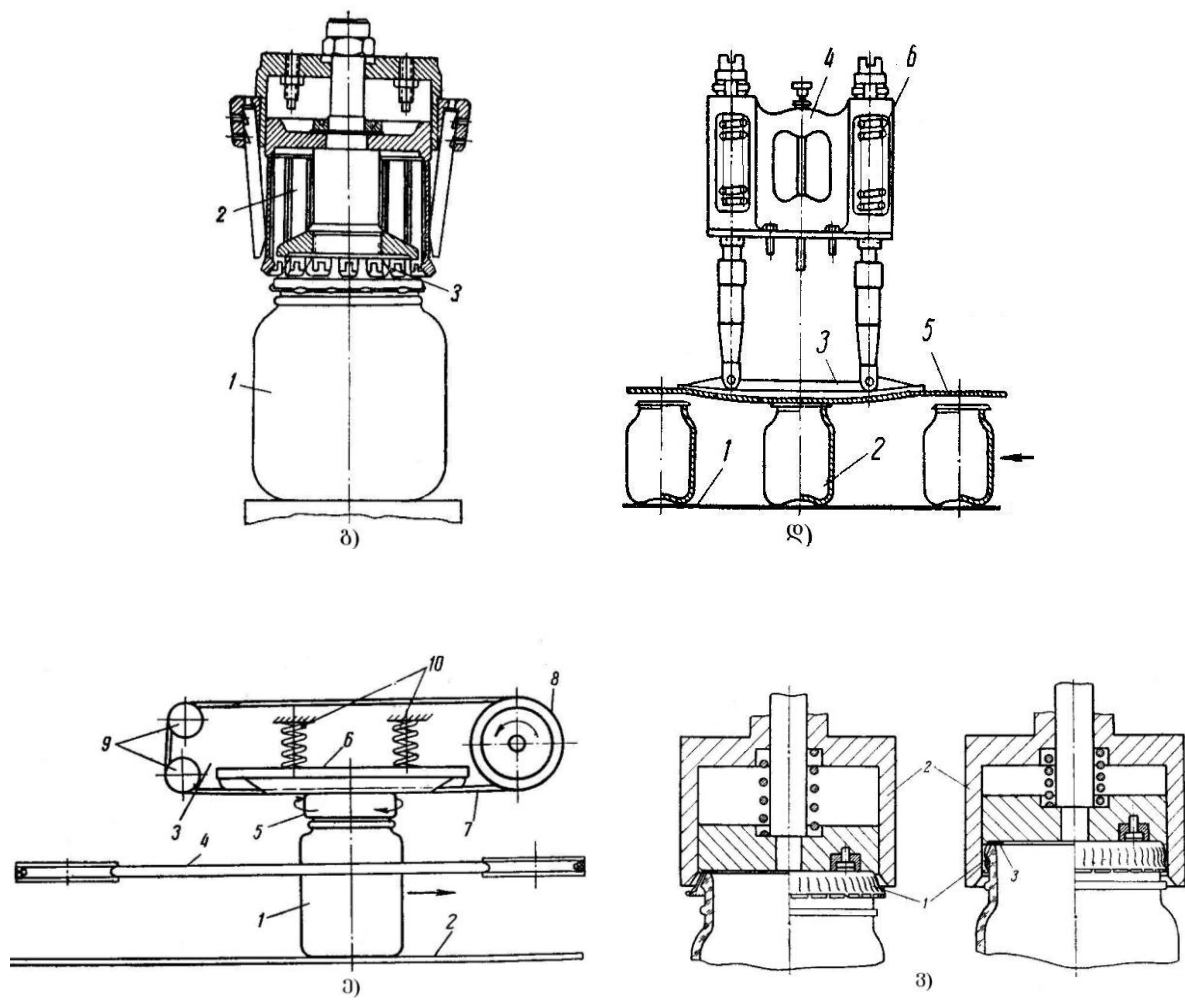
ჰერმეტიკული, მყარად დახუფული მინის ქილების მისაღებად ძალზე მნიშვნელოვანია მუშა დეტალების (გორგოაჭების) პროფილი და ზომები, რომლებიც ახორციელებენ დახუფვის ყველა მეთოდისათვის აუცილებელ ხუფების დეფორმაციას ან სხვა სახის ძალოვან ზემოქმედებას.

### 10.2.3. მინის ტარის დამხუფი მექანიზმები

როგორც მინის ქილების დახუფვის მეთოდების განხილვის დროს დავინახეთ, მათი უმრავლესობა დაფუძნებულია ქილის ყელზე დასმული ხუფების დეფორმაციაზე. ქვემოთ, ნახ.10.13-ზე წარმოდგენილია დამხუფი ავტომატების ძირითადი მუშა ორგანოების – დამხუფი მექანიზმების კონსტრუქციები და პრინციპული სქემები.

ნახ.10.13,ა-ზე ნახვენები მექანიზმი ასრულებს ხუფის მთელი პერიმეტრის ერთდროულ შემოჭერას. ქილა 1, რომელიც მოთავსებულია ამწე მაგიდაზე 2 და დადებული აქვს ხუფი, აიწევა ზედა ვაზნამდე 4. ამ დროს შემომჭერი მუშტები 5 იმყოფებიან გაშლილ მდგომარეობაში, რაც საშუალებას იძლევა, რომ ქილის ყელი შეუფერხებლად შევიდეს მუშტებს შორის არეში. ქილისაგან მცირე დაგვიანებით ხევით გადაადგილდება ვაკუუმ-ცილინდრი 6, რომელიც შემოჭიმავს გაშლილ მუშტებს 5 შემომჭერი რგოლის 7 დახმარებით. ამის შემდეგ, ცილინდრის 6 მიერ შემოსაზღვრულ მოცულობაში იქმნება ვაკუუმი. რადგანაც ხუფი თავისუფლად არის დადებული ქილის ყელზე, ამ უკანასკნელიდანაც ხდება ჰაერის ამოტუმბვა და მასში ვაკუუმის შექმნა. ზედა ვაზნა ეშვება ქვევით და ქილის ყელი ხუფთან ერთად შედის შემომჭერი მუშტების ყველაზე უფრო ვიწრო ნაწილში. ამის შედეგად ხუფი დეფორმირდება, რეზინის რგოლი მჭიდროვდება და ქილა ხდება ჰერმეტიკული.





ნახ.10.13. მინის ტარის დამხუფი მექანიზმები

ნახ.10.13,ბ სქემაზე იგივე ეფექტი მიიღწევა ხუფის შემოგორვით სპეციალური პროფილის გორგოლაჭით. ქილა 1, ხუფით 3 მოთავსებულია ამწე მაგიდაზე 2 და აიწევა ვახნამდე 4. აქ ქილა განიცდის ძალისმიერ ზემოქმედებას შემომგორი გორგოლაჭით 5, რომელიც ასრულებს ბრუნვით მოძრაობას ქილის ირგვლივ და წრფივ გადაადგილებას მისი ცენტრისაკენ და უკან (მექანიზმის ასეთი მოძრაობა აღწერილია ზემოთ).

ნახ.10.13,გ-ზე, ქილაზე 1, რომელის ყელზეც მოთავსებულია ალუმინის ხუფი ეშვება დამხუფი თავი 2 რამოდენიმე შემომჭერი მუშტათი 3. ამასთან, ხუფი ხვდება მუშტებს შორის არეში, რომელიც თანდათან ვიწროვდება და ხუფი დეფორმირდება. ასეთი სახით ხდება რეზინის საფენის ფიქსაცია და შემჭიდროვება ქილის ყელის ტორსულ ზედაპირზე.

ნახ.10.13,დ-ზე ნაჩვენებია ხაზოვანი დამხუფი მექანიზმის სქემა. ქილები 2, რომლებზეც მოთავსებულია ხუფები, ტრანსპორტიორით 1 შედიან დამწოლი ფილის 3 ქვეშ. თავის მხრივ, ფილის ქვეშ მოძრაობს ტრანსპორტიორის ლენტი 5,

რომლის სიჩქარე ტოლია ტრანსპორტიორის 1 ლენტის სიჩქარის. ფილის დაწოლა ქილებზე რეგულირდება ზამბარებით 6, რომლებიც მოთავსებულია კორპუსში 4. ჰერმეტიზაციის შემდეგ ქილებში იქმნება ვაკუუმი, რადგან დახუფვამდე მათში მიეწოდება ორთქლი, რომელიც გამოდევნის ჰაერს და ავსებს პროდუქტის თავზე არსებულ ქილის მოცულობას. დახუფვის შემდეგ ორთქლი კონდენსირდება და ქილაში წარმოიქმნება ვაკუუმი დაახლოებით 4,0-5,3 კპა.

ასევე ხაზოვანი მანქანაა წარმოდგენილი ნახ.10.13,ე-ზე. დამხუფი მექანიზმი მოთავსებულია დახურულ ორთქლის კამერაში. ქილები 1 მიეწოდება ფირფიტოვანი ტრანსპორტიორით 2 ერთმანროს შორის დისტანცირების გარეშე და ორთქლის კამერის 3 შესასვლელთან, გვერდითი ზედაპირებით, წარიტაცება ორი მაფიქსირებელი ღვედით 4, რომლებიც ქილას არ აძლევენ შემობრუნების საშუალებას დახუფვის დროს. შემდეგ ქილა შედის ორთქლის კამერაში და ყელით იღებს ხუფს, რომელიც დაკიდებულია მიმწოდი ღარის ბოლოზე (სქემაზე ნაჩვენები არ არის). შემდგომი მოძრაობით ქილა ხუფით 5 გადის ზამბარებით დაჭერილ ფირფიტის ქვეშ, რომლის ქვედა ზედაპირზე ცენტრში და მარცხნივ (მოძრაობის მიმართულებით) დამაგრებულია ორი სხვადასხვა ხახუნის კოეფიციენტის მქონე მასალისაგან დამზადებული პარალელური ზოლურები. მოძრაობის დროს ქილის ხუფების ზედაპირები სრიალებენ ზოლურებზე და განსხვავებული ხახუნის კოეფიციენტების გამო შემობრუნდებიან დაახლოებით მეოთხედი ბრუნით. ამით მიიღწევა ხუფის ხრახნული შვერილების სწორი მოხვედრა ქილის ყელის ხრახნის შესავალში. შემდეგ ქილა ხვდება დამხუფ თავში, რომელიც წარმოადგენს ზამბარებით 10 დაჭერილ ჰორიზონტალურ ფირფიტას 6. მის ქვევით, მარცხნივ გადის რეზინის ღვედი 7, რომელიც გადადებულია წამყვან შივზე 8 და ორ გორგოლაჭზე 9, ხოლო მარჯვნივ დამაგრებულია რეზინის უძრავი თამასა. ღვედი 7 მოძრაობს იმავე მიმართულებით როგორც ქილა, მხოლოდ ორჯერ უფრო ჩქარა. ქილა ფირფიტის ქვეშ შესვლისას სწევს მას ზევით, რის შედეგადაც იკუმშებიან ზამბარები 10. ამასთან, ღვედი 7 და რეზინის თამასა აწვებიან ხუფს მნიშვნელოვანი ძალით და წარმოქმნილი ასიმეტრიული ხახუნის მომენტის შედეგად ხუფი იხრახნება ქილის ყელზე, რის შემდეგ ის გამოდის მანქანიდან.

ქილაში ვაკუუმის შექმნის პროცესი ანალოგიურია ნახ.10.13,დ-ზე ნაჩვენები სქემის.

ნახ.10.13,ე-ზე ნაჩვენებ სქემაზე, ქილის ყელი, მაზე დასმული ხუფით 1, შედის სპეციალურ შემომჭერ ცილინდრში 2, რომლის დიამეტრიც 1,5-2 მმ-ით მეტია ქილის ყელის გვირგვინის ნომინალურ დიამეტრზე. ამასთან, შემამჭიდროვებელი

საფენი 3 ედება ქილის ტორსს, ხოლო ხუფის გოფირებული კალთა ეჭირება ყელის შვერილს და ნაწილობრივ შედის მის ქვეშ. დახუფვის პროცესში ქილა განიცდის ვაკუუმირებას ზემოთგანხილულის ანალოგიურად. (სქემაზე ნაჩვენებია ქილები დახუფვამდე და დახუფვის შემდეგ). აღნიშნული მექანიზმი გამოყენებულია კარუსელურ ოთხპოზიციან ავტომატში.

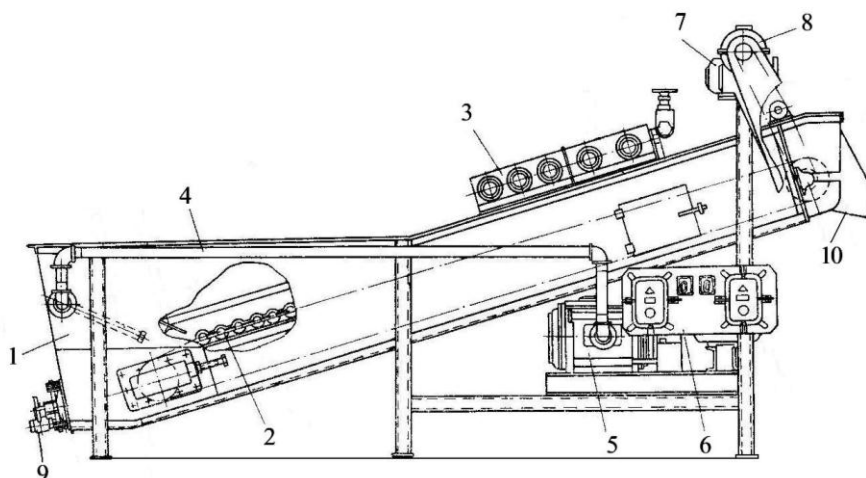
## 11. დამხმარე ტექნოლოგიური მოწყობილობები



## 11.1. ნედლეულის გამრეცხი მანქანები

ნედლეულის გამრეცხი მანქანების გამოყენების სფეროა საკონსერვო ქარხნები, სადაც ნედლეულის ყველა სახე საჭიროებს გარეცხვას. ნედლეულს, მექანიკური თვისებებისაგან დამოკიდებულებით, ჰყოფენ ორ ძირითად კატეგორიად და შესაბამისად იყენებენ ორი ჯგუფის გამრეცხ მანქანებს – რეცხვის რბილი და ხისტი რეჟიმებით. პირველი ჯგუფის მანქანებს იყენებენ ტომატის და ხილის გასარეცხად, ხოლო მეორე ჯგუფის მანქანებს – ბოსტნეულისათვის.

პირველი ჯგუფის მანქანა (ნახ.11.1) წარმოადგენს უჟანგავი, ფურცვლოვანი ფოლადისაგან დამზადებულ აბაზანას 1, რომელშიც მოთავსებულია ნედლეულის გადასაადგილებელი ტრანსპორტიორი 2. ტრანსპორტიორის ქვედა ჩამტვირთი ნაწილი დაფარულია წყლით, ხოლო ზედა გამოსატვირთი ნაწილი მდებარეობს აბაზანაში წყლის დონეზე მაღლა და მის თავზე მოთავსებულია საშხაპე 3, რომელსაც წნევით მიეწოდება წყალი. ნედლეულის დაღობისა და გარეცხვის ინტენსივობისათვის, აბაზანაში მოთავსებულ წყალს მილით 4, კომპრესორიდან 5 აწვდიან შეკუმშულ ჰაერს ბარბოტირებისათვის. მანქანა იმართება პულტიდან 6,



ნახ.11.1. ვენტილატორული სარეცხი მანქანა

იგი მოძრაობაში მოდის ელექტროძრავით 7 და რედუქტორით 8. აბაზანის ქვედა ნაწილში დაყენებულია ნამუშევარი წყლის გამომშვები ონკანი 9, ხოლო ზედა ნაწილში – გარეცხილი ნედლეულის ჩამოსაშვები ღარი 10.

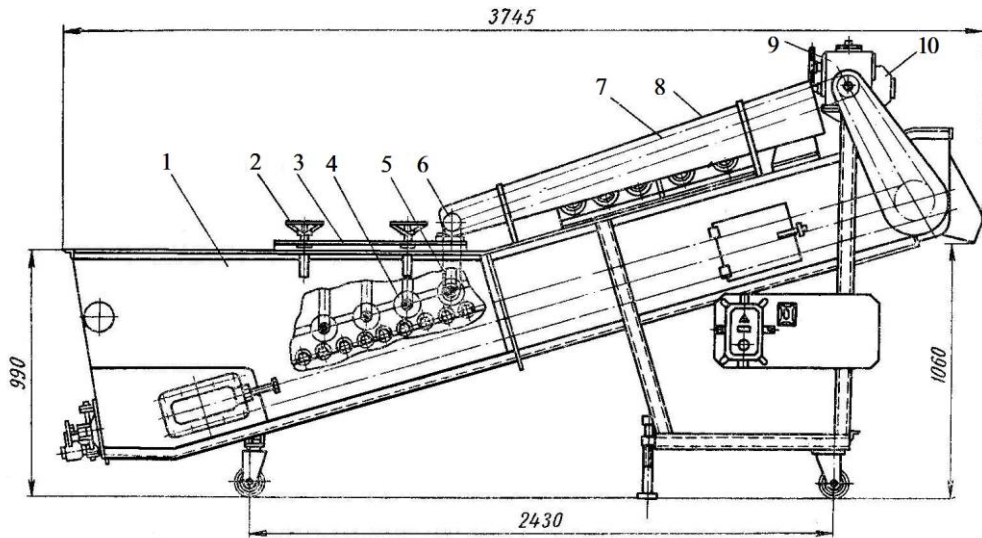
მანქანის ტექნიკური მახასიათებლები შემდეგია:

- მწარმოებლობა – 7-10 ტ/სთ;
- ტრანსპორტიორის სიჩქარე – 0,174 მ/წმ;
- წყლის ხარჯი – 10 მ<sup>3</sup> /სთ;

- გაბარიტული ზომები – 3945X1545X1950 მმ;
- მანქანის მასა – 1242 კგ;
- ელექტროძრავას სიმძლავრე - 2,8 კვტ.

ასეთი ტიპის მანქანები, რომლებსაც უწოდებენ ვენტილატორულს, შეადგენენ ყველა სარეცხი მანქანის არანაკლებ 75%-ს.

ხისტ რეჟიმში მომუშავე მანქანების ზოგიერთ კონსტრუქციას აქვს მბრუნავი ჯაგრისები, რომლებიც ინტენსიურად მოქმედებენ გასარეცხ ნედლეულზე. ერთერთი ასეთი მანქანის სქემა მოცემულია ნახ.11.2-ზე.



ნახ.11.2. ბოსტნეულის ჯაგრისებიანი გამრეცხი მანქანა:  
 1-აბაზანა; 2-ხრახნი; 3-ჯაგრისების ჩარჩო; 4-ჯაგრისები;  
 5,7-ჯაგრისების ამძრავი ჯაჭვური გადაცემები; 6-ჯაჭვური  
 ვარსკვლავა; 8-გარსაცმი; 9-რედუქტორი; 10-ელექტროძრავა.

ტრანსპორტიორის მუშა შტოს თავზე მოთავსებულია ჩარჩო 3, რომელზედაც ხრახნებით 2 დამაგრებულია მბრუნავი ჯაგრისები. მათ ბრუნვითი მოძრაობა გადაეცემათ მანქანის ამძრავიდან 9-10 ჯაჭვური 7 გადაცემით. დანარჩენი მუშა ორგანოების მოქმედების პრინციპი ანალოგიურია ზემოთგანხილული მანქანის.

გამრეცხი მანქანების მწარმოებლობა განისაზღვრება ფორმულით

$$Q = Bhv\rho\psi \text{ კგ/წმ,}$$

სადაც  $B$  ტრანსპორტიორის მუშა სიგანეა, მ;  $h$  - ნედლეულის ფენის სისქეა, მ;  
 $v$  - ტრანსპორტიორის სიჩქარეა;  $\rho$ - ნედლეულის მოცულობითი მასაა, კგ/მ<sup>3</sup>;  $\psi$  - მიწოდების და ტრანსპორტიორის შევსების კოეფიციენტი.

ვენტილატორულ მანქანებში, დამლობა წყალში შესული ჰაერის საჭირო წნევა იანგარიშება ფორმულით

$$p = \frac{\rho_1 v^2}{2} (1 + \sum \xi) + g \rho_2 h \quad \text{პა,}$$

სადაც  $\rho_1$  - ჰაერის სიმკვრივეა, კგ/მ<sup>3</sup>;  $\rho_2$  - სითხის სიმკვრივეა, კგ/მ<sup>3</sup>;  $h$  - წყლის ფენის სიმაღლეა ბარბოტერის თავზე, მ;  $\sum \xi$  - ადგილობრივი წინააღმდეგობების ჯამია;  $v$  - ჰაერის სიჩქარეა, მ/წმ;  $g$  - თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა, მ/წმ<sup>2</sup>.

## 11.2. მინის ტარის გამრეცხი მანქანები

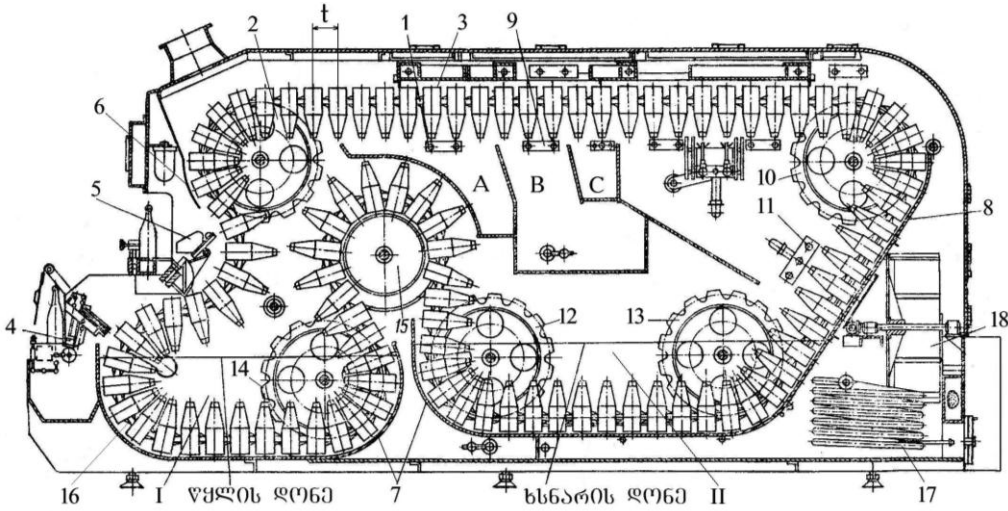
მინის ტარა, მთელი რიგი დადებითი თვისებების გამო, ყველაზე უფრო გავრცელებული ჭურჭელია კვების თხევადი პროდუქტების დასაფასოებლად. ჩამომსხმელი ქარხნები ძირითადად იყენებენ მეორეულ, ანუ სავაჭრო ქსელიდან დაბრუნებულ ტარას. მეორეულიც და ახალი ტარაც შევსებამდე ბუნებრივია მოითხოვს გარეცხვას და სტერილიზაციას. განსაკუთრებული რეჟიმებით საჭიროებს გარეცხვას მეორეული ჭურჭელი, რადგან მათში დარჩენილი გამომშრალი და გამოკრისტალებული პროდუქტი ძნელად შორდება ჭურჭლის კედელს. გარდა ამისა, მეორეულ ჭურჭელზე მოსაშორებელია ეტიკეტი, კილიტა, წებოს ნარჩენები და სხვა.

ჭურჭლის რეცხვის ყველაზე უფრო ეფექტური მეთოდია მისი დაღობა გარკვეული კონცენტრაციის და ტემპერატურის ქიმიურ ხსნარში და შემდგომი გასხურება (როგორც შიგნიდან ასევე გარედან) ჯერ ისევ ქიმიური ხსნარით, საბოლოოდ კი – სასმელი წყლით.

გამრეცხ საშუალებად ყველაზე უფრო გავრცელებულია კაუსტიკური სოდის 2-2,5%-იანი ხსნარი. გარკვეულ ზღვრამდე ხსნარის კონცენტრაციის ზრდით იზრდება რეცხვის ეფექტი, შემდეგ კი – მცირდება. ასევე იზრდება რეცხვის ეფექტი ქიმიური ხსნარის ტემპერატურის გაზრდითაც, მაგრამ ტემპერატურის ზრდა შეზღუდულია მინის ჭურჭლის თერმიული მდგრადობით და მისი სიდიდე არ უნდა აღემატებოდეს 75<sup>0</sup>ჩ -ს.

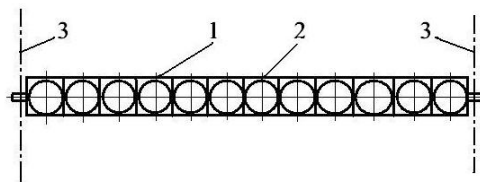
არსებობს ჭურჭლის სარეცხი მანქანების მრავალი პრინციპული და კონსტრუქციული სახესხვაობა. თანამედროვე მაღალმწარმოებლურ ნაკადურ ხაზებში ყველაზე მეტად გავრცელებულია ჯაჭვური ტიპის კონვეიერული სარეცხი მანქანები, რომლებშიც კონვეიერს აქვს ბოთლების მოძრაობის საჭირო კონტური, რათა მათ თანმიმდევრულად გაიარონ რეცხვის ტექნოლოგიური პროცესით გათვალისწინებული ყველა ოპერაცია. ნახ.11.3-ზე წარმოდგენილია ბოთლების სარეცხი კონვეიერული მანქანის სქემა.

მანქანა შედგება ლითონის კორპუსისაგან, რომლის ქვედა ნაწილში მოწყობილია ცხელი წყლის I და გამრეცი ხსნარის II აბაზანები.



ნახ.11.3. ბოთლების სარეცი მანქანა

ბოთლების გადამადგილებელი კონვეიერი 1 წარმოადგენს ვარსკვლავებზე 2, 10, 12, 13, 14 და მიმართველებზე 15, 16 გადადებულ ორ პარალელურ უწყვეტ ჯაჭვს, რომლებზედაც თანაბარი ბიჯით (ტ) დამაგრებულია ბოთლების ბუდეებიანი მატარები 3. კონვეიერი ასრულებს წვეტილ მოძრაობას მეზობელ მატარებს შორის ტ ბიჯის სიდიდით. მანქანა შეიცავს: ბოთლების ჩამტვირთ 4 და გამომტვირთ 5 მექანიზმებს; უძრავი მიმართველების 6, 7, 8 სისტემას, რომლებზედაც სრიალებს ბოთლების ძირი; წყლისა და გამრეცი ხსნარის საშხაპე კოლექტორებს 9, 11; ნამუშევარი წყლისა და გამრეცი ხსნარის შემკრებ , , ხ აბაზანებს და ტემპერატურის ავტომატური რეგულირების მოწყობილობებს; კლაკნილა თბომცველს 17 წყლისა და გამრეცი ხსნარის შესათბობად; ეტიკეტების გამომტან მოწყობილობას 18.

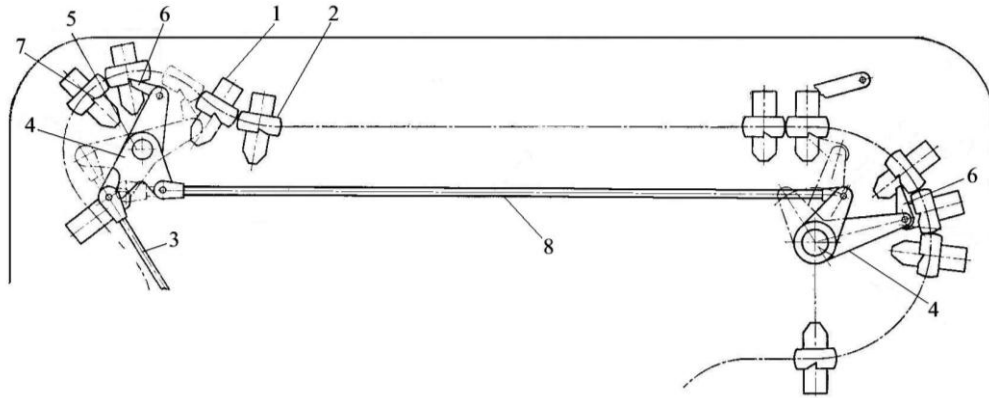


ნახ.11.4. ბოთლების მატარის სქემა:  
1-მატარი; 2-ბუდე; 3-კონვეიერის ჯაჭვი.

ბოთლების რეცხვის პროცესი მიმდინარეობს შემდეგი თანმიმდევრობით: ჩამტვირთი მექანიზმით 4 ბოთლების რიგი თავსდება მატარის 3 ბუდეებში, კონვეიერის დაყოვნების მომენტში. ბუდეებს აქვთ გახსნილი ძირი და კონუსური

ყელი (ბოთლის კონტურის შესაბამისი). ბოთლებით შევსებული მატარები დასაწყისში გაივლიან ცხელი წყლის (45-50<sup>0</sup>ჩ) აბაზანას I, სადაც ხდება ბოთლების შევსება, მათი გათბობა და ნაწილობრივ ჭუჭყის დაღობა. I ბაზანიდან გამოსვლის შემდეგ მატარები ბოთლებთან ერთად მოძრაობენ მიმმართველზე 15, რომლის სათანადო პროფილის დახმარებით, ბოთლები აღმავალ უბანზე იკავებენ დახრილ მდებარეობას (ყელით ქვევით), ამიტომ მათში მოთავსებული წყალი იღვრება უკან ცხელი წყლის აბაზანაში. ამის შემდეგ, ბოთლები შედიან გამრეცხი ქიმიური ხსნარის აბაზანაში II, სადაც მიმდინარეობს დაღობის და რეცხვის ძირითადი პროცესი. ხსნარის ტემპერატურა შეადგენს 75<sup>0</sup>ჩ -ს. II აბაზანიდან გამოსვლის შემდეგ ბოთლები მოძრაობენ ტრასის დახრილ უბანზე 8, სადაც ხდება მათი გარედან გასხურება ქიმიური ხსნარით, საშხაპეთი 11 და ეტიკეტების მოხსნა, რომელთა გარეთ გამიტანა ხდება მექანიზმით 18. შემდეგ, ბოთლები ადიან ტრასის ზედა ჰორიზონტალურ უბანზე, სადაც ისინი იმყოფებიან თავდაყირა მდგომარეობაში და თანმიმდევრულად გადიან რამოდენიმე საშხაპე სისტემას 9. აქ სრულდება ბოთლების შიგა ზედაპირის გასხურება ჯერ ქიმიური ხსნარით, შემდეგ კი სხვადასხვა ტემპერატურის (კლებადი) წყლით. საბოლოოდ ბოთლების გასხურება ხდება 15-18<sup>0</sup>ჩ ტემპერატურის სასმელი წყლით. შემდეგ, მატარები გარეცხილი ბოთლებით გასცდებიან უძრავ მიმმართველს 6, გაიხსნება ბუდეების ძირი და ბოთლების რიგი საკუთარი წონით თავსდება გამომტან მექანიზმზე 5, რომელსაც გადააქვს ისინი ჩამომსხმელი ხაზის ტრანსპორტიორზე.

ცნობილია კონვეიერული სარეცხი მანქანების რამოდენიმე კონსტრუქცია, თუმცა რეცხვის ტექნოლოგიური პროცესი ერთნაირია. ერთერთ ასეთ მანქანას წარმოადგენს უჯაჭვო კონვეიერული სარეცხი მანქანა, რომლის მატარების გადამაადგილებელი მექანიზმის სქემა ნაჩვენებია ნახ.11.5-ზე. მატარები მოძრაობენ მიმმართველ ღარებში ერთმანეთზე მიწოდებით. მათ შორის ბიჯი დაცულია სადისტანციო ფირფიტებით 2. მატარების წყვეტილი მოძრაობა სრულდება მრუდმხარა ბარბაცა და ხრუტუნა მექანიზმებით. მანქანის გამანაწილებელი ლილვიდან მრუდმხარასა და ბარბაცების 3,8 დახმარებით რხევით მოძრაობას იღებენ ხრუტუნა მექანიზმის მხარულები 4, სახსრის 5 მიმართ. მხარულებზე დამაგრებული სარეკელები 6 მოდებაში არიან სადისტანციო ფირფიტების პროფილურ ჭრილებთან 7. გამანაწილებელი ლილვის ყოველ ერთ სრულ ბრუნზე მატარები გადაადგილდებიან ერთი ბიჯით. ხრუტუნა მექანიზმები განლაგებულია მატარების მოძრაობის ტრასის სამ უბანზე და მოქმედებენ სინქრონულად.



ნახ.11.5. მატარების გადამაადგილებელი მექანიზმის სქემა

მატარებში ბუდეების რაოდენობა სხვადასხვა მწარმოებლობის მანქანებში განსხვავებულია და შეადგენს: 12,16,18,20 და 24. მწარმოებლობათა რიგი კი არის – 3000, 6000 და 12000 ბოთლი/სთ.

კონვეიერული ბოთლების სარეცხი მანქანების მწარმოებლობა განისაზღვრება ფორმულით

$$Q = \frac{m}{\tau} \quad \text{ბოთლი/წმ,}$$

სადაც  $m$  - ნაკადების (მატარებში ბუდეების) რაოდენობაა;  $\tau$  - სრული კინემატიკური ციკლის დროა, წმ.

$$\tau = \tau_0 + \tau_1 \quad \text{წმ,}$$

სადაც  $\tau_0$  - მუშა ორგანოს დაყოვნების დროა, წმ;  $\tau_1$  - მოძრაობის დრო, წმ.

## 12. მოწყობილობების ტექნიკური მომსახურების და რემონტის ორგანიზაცია

ტექნოლოგიური მოწყობილობები წარმოადგენენ კვების მრეწველობის საწარმოთა ძირითადი ფონდების ყველაზე უფრო მნიშვნელოვან ნაწილს. ამიტომ, ტექნიკური მომსახურების და რემონტის საკითხები, რომლებიც განაპირობებენ მოწყობილობების ხანგამძლეობას და შრომისუნარიანობას, უნდა იყოს ყოველდღიური მზრუნველობის საგანი.

რაციონალური ექსპლუატაციის პირობებში მოწყობილობები მუშაობენ გამართულად და არ საჭიროებენ ძვირადღირებულ შეკეთებას. მოწყობილობების რაციონალური ექსპლუატაცია საშუალებას აძლევს წარმოებას გაზარდოს პროდუქციის გამოშვება და შრომის ნაყოფიერება.

მანქანებისა და აპარატების ექსპლუატაციის პროცესში ხდება მათი შრომისუნარიანობის დაკარგვა, რაც ძირითადად გამოწვეულია ცალკეული დეტალების ცვეთითა და რღვევით. ამიტომ, აუცილებელია მთელი რიგი ღონისძიებების გატარება მოწყობილობების შრომისუნარიანობის ამაღლებისა და შენარჩუნებისათვის, რომელთა პერიოდულობა განისაზღვრება კონსტრუქციული თავისებურებებით და ექსპლუატაციის პირობებით. ეს ღონისძიებები, კვების საწარმოთა სპეციფიკის გათვალისწინებით, წარმოადგენენ მოწყობილობების ტექნიკური მომსახურების და რემონტის სისტემას. ასეთი სისტემები დანერგილია კვების მრეწველობის ყველა დარგში.

### 12.1. მოწყობილობების ტექნიკური მომსახურების და რემონტის სისტემა

მოწყობილობების ტექნიკური მომსახურების და რემონტის სისტემა ითვალისწინებს როგორც ექსპლუატაციის პირობებს, ასევე მიმდინარე, საშუალო და კაპიტალურ რემონტს. ყველა სახის რემონტს და ტექნიკურ მომსახურებას აქვს გეგმიური, გამაფრთხილებელი ხასიათი. რემონტის სახეობად დაყოფას საფუძვლად უდევს სარემონტო სამუშაოების შრომატევადობა. ნებისმიერი სახის რემონტს თან ახლავს გარკვეული გარანტიების გაცემა მომდევნო ექსპლუატაციის პერიოდში.

გეგმიური ტექნიკური მომსახურების და რემონტის სისტემა მოიცავს შემდეგ ძირითად სამუშაოებს:

- მოწყობილობების ტექნიკური მომსახურების და რემონტის წესების დანერგვა;
- მოწყობილობათა პასპორტიზაცია და მათი მუშაობის დროის აღრიცხვა;
- ცალკეული მანქანებისა და აპარატების სარემონტო ციკლების სტრუქტურის

განსაზღვრა;

- ცალკეული მანქანებისა და აპარატების სარემონტო ციკლების ხანგრძლივობის განსაზღვრა;

- მოწყობილობათა რემონტის სირთულის კატეგორიის განსაზღვრა;
- სამუშაოთა ჩამონათვალის შედგენა რემონტის სახეობათა მიხედვით;
- მოწყობილობათა მოცდენის ნორმების განსაზღვრა რემონტის დროს;
- სარემონტო სამუშაოების ღირებულების განსაზღვრა;
- რემონტისათვის აუცილებელი ტექნიკური დოკუმენტაციის დამუშავება;
- სათადარიგო ნაწილების ნომენკლატურის შედგენა;

- სათადარიგო ნაწილების დროული დამზადების ორგანიზაციული ღონისძიებების გატარება;

- სათადარიგო ნაწილების აღრიცხვის, შენახვის და ხარჯვის ორგანიზაცია;
- სარემონტო სამუშაოების შესრულების ხარისხის კონტროლის ორგანიზაცია.

- რემონტის დროს თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენება, რომლებიც უზრუნველყოფენ აღსადგენი დეტალების და საამწყობო ერთეულების მაღალ ხარისხს და ხანგამძლეობას.

- რემონტის დროს მოწყობილობათა მოდერნიზაციის ღონისძიებათა გატარება, რომლებიც დანიშნულია მწარმოებლობის ამაღლების და გამოსაშვები პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებისათვის; მექანიზაციისა და ავტომატიზაციის დონის ასამაღლებლად; შრომისა და უსაფრთხოების პირობების გასაუმჯობესებლად.

მოწყობილობათა ექსპლუატაციაში მიღება ითვალისწინებს შემდეგ ეტაპებს:

- სამონტაჟო სამუშაოების შესრულების შემოწმება;
- მოწყობილობის გამოცდა უკმ სვლაზე;
- მოწყობილობის გამოცდა დატვირთვაზე;
- კომისიის მიერ მოწყობილობის მიღება.

ტექნიკური მომსახურება არის ღონისძიებათა კომპლექსი, რომელიც შეიცავს კონსტრუქტორულ დოკუმენტაციაში რეგლამენტირებულ ოპერაციებს მოწყობილობათა შრომისუნარიანობის შესანარჩუნებლად მათი სამსახურის ვადებში. ტექნიკურ მომსახურებაში შედის მოწყობილობის გარეცხვა, შეზეთვა, მისი ტექნიკური მდგომარეობის კონტროლი, ზოგიერთი შემადგენელი ნაწილის შეცვლა, რეგულირება და სხვა.

დროული და ხარისხოვანი ტექნიკური მომსახურება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ისეთი მოწყობილობისათვის, რომელიც ერთადერთია საწარმოში და შემცველი არ გააჩნია. ასეთი მოწყობილობის არაგემიური გაჩერება ქმნის



დიდ საწარმოო სირთულეებს. ამის თავიდან ასაცილებლად განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა გეგმიურ ტექნიკურ მომსახურებას, რომელიც უზრუნველყოფს მოწყობილობათა შეუფერხებელ მუშაობას.

ტექნიკური მომსახურება ითვალისწინებს:

- მოწყობილობათა მართვის მექანიზმების, ზეთის გამტარების, შემზეთი, გამაცივებელი და გამაცხელებელი სისტემების, სამაგრი დეტალების, გამამკვრივებლების და სახვა საპასუხისმგებლო კვანძების მდგომარეობის გულდასმით შემოწმებას;

- ძრავების შრომისუნარიანობის, ჩამრთველების, გადაცემების მდგომარეობის შემოწმებას;

- წვრილმანი დეფექტების აღმოფხვრას, რომლებიც გამოვლინდება სამუშაო ცვლის განმავლობაში;

- მანქანაზე ტექნოლოგიური დატვირთვის კონტროლს.

საპასუხისმგებლო კვანძების და სწრაფადცვეთადი დეტალების ტექნიკური მდგომარეობის სისტემატური კონტროლის უზრუნველყოფისათვის, ადგენენ პერიოდული დათვალიერების წესებს.

დათვალიერება ითვალისწინებს:

- ცვეთადი დეტალების მდგომარეობის შეფასებას; ისეთი დეტალები, რომელთა ცვეთა ვერ უზრუნველყოფს მოწყობილობის საიმედო მუშაობას, მორიგ გეგმიურ რემონტამდე, უნდა გამოიცვალოს დაუყოვნებლად;

- სამაგრი დეტალების, გადაცემების, საკისრების, შეზეთვის, შემამჭიდროვებელი რგოლების, გამშვები მოწყობილობების და სხვა კვანძების და დეტალების მდგომარეობის შემოწმებას;

- მორიგი რემონტის შინაარსის დაზუსტებას.

გეგმიური ტექნიკური მომსახურების ღონისძიებები ტარდება დადგენილი გრაფიკით, მოწყობილობის მოცდენის გარეშე (ცვლებს შორის პერიოდში, ტექნიკური მომსახურების ციკლის შესაბამისად). ტექნიკური მომსახურების ციკლი არის უმცირესი განმეორებადი პერიოდი, რომლის განმავლობაში, გარკვეული თანმიმდევრობით სრულდება ნორმატიული დოკუმენტაციით გათვალისწინებული ტექნიკური მომსახურების დადგენილი სახეები.

რემონტი წარმოადგენს მოწყობილობის შრომისუნარიანობის და რესურსის აღდგენის ოპერაციითა კომპლექსს. კვების მრეწველობაში ცნობილია შიგა საქარხნო, ქარხანათაშორისი და დარგთშორისი სარემონტო სამუშაოების ორგანიზაციის ფორმები.

საწარმოებში მიღებულია შიგასაქარხნო სარემონტო სამუშაოების ორგანიზაციის სხვადასხვა ფორმა:

- დეცენტრალიზებული – მომსახურების და რემონტის ყველა სახე სრულდება საამქროს რამოდენიმე განცალკევებულ სარემონტო უბანზე;

- შერეული – მოწყობილობათა კაპიტალური რემონტი წარმოებს სარემონტო-მექანიკური საამქროს მიერ, ხოლო მომსახურება და მიმდინარე რემონტი ტარდება საამქროს ცალკეული სარემონტო უბნების მიერ.

## 12.2. რემონტის სახეები

განასხვავებენ ავარიული და გეგმიური რემონტის სახეებს. ავარიულ რემონტს უწოდებენ იმ მოწყობილობათა აღდგენით სამუშაოებს, რომლებმაც განიცადეს ავარიული ცვეთა. ასეთი რემონტი დაკავშირებულია მოწყობილობათა არაგეგმიურ გაჩერებებთან, რაც იწვევს მოცდენებს და საწარმოო რიტმის დარღვევას. ავარიული შეფერხებები განსაკუთრებით უარყოფითად აისახება კვების საწარმოო პროცესებში, რასაც ხშირად თან სდევს დიდძალი, ძვირადღირებული ნედლეულის თუ მზა ნაწარმის დანაკარგი.

გეგმიური რემონტი თავის მხრივ იყოფა - მიმდინარე, საშუალო და კაპიტალურ რემონტებად. **მიმდინარე რემონტი** ითვალისწინებს მცირე სარემონტო სამუშაოების შესრულებას, მათ შორის სწრაფადცვეთადი დეტალების შეცვლას. რემონტის ამ სახეს მიეკუთვნება აგრეთვე დაზიანებული და დეფორმირებული სამაგრი დეტალების შეცვლა, საკისრებში ღრეხოს შემოწმება, კბილანურ გადაცემებში მოდების სიზუსტის უზრუნველყოფა.

მიმდინარე რემონტის ჩასატარებლად საჭიროა:

- მანქანის იმ დონემდე დაშლა, რომ შესაძლებელი იყო იმ დეტალებთან და კვანძებთან შეღწევა, რომლებიც მოითხოვენ შეკეთებას ან შეცვლას;

- დაშლილი კვანძების და დეტალების გარეცხვა და გაწმენდა;

- გაცვეთილი საკისრების და მილისების შეცვლა;

- მილგაყვანილობის არმატურის დაზიანებული ელემენტების შეცვლა;

- დამცავი მოწყობილობების შეკეთება;

- იმ დეტალების და კვანძების გამოვლენა, რომელთა შეცვლაც საჭირო იქნება უახლოესი გეგმიური რემონტის დროს.

**საშუალო რემონტი** გულისხმობს სწრაფადცვეთადი დეტალების და კვანძების აღდგენას და შეცვლას. საშუალო რემონტში შედის მიმდინარე ანუ მცირე

რემონტის სამუშაოები, აგრეთვე კბილანების, გორვის საკისრების, სარქველების და სხვა დეტალების შეცვლა, სრიალის საკისრებში მუშა დრეჩოს აღდგენა, ლილვის ყელების ხეხვით დამუშავება და სხვა. საშუალო რემონტის მოცულობა შეადგენს კაპიტალური რემონტის არანაკლებ 50%-ისა.

საშუალო რემონტის ჩასატარებლად საჭიროა:

- მანქანის დაშლა, რათა შესაძლებელი იყო იმ დეტალებთან და კვანძებთან შედწევა, რომლებიც მოითხოვენ შეკეთებას ან შეცვლას;

- მიმდინარე რემონტის პუნქტებით გათვალისწინებული სარემონტო სამუშაოების ჩატარება;

- გაცვეთილი ლილვების და დერძების, გადაცემების, დასაყენებელი და სარეგულირო ხრახნების შეცვლა;

- არა მუშა ზედაპირების, დგარის და ფუნდამენტის შეღებვა;

- სარემონტო დოკუმენტაციის შევსება.

**კაპიტალური რემონტი** განსხვავდება სხვა სახის რემონტებისგან ხარისხისადმი გაზრდილი მოთხოვნებით და სამუშაოთა დიდი მოცულობით. კაპიტალური რემონტის შემდეგ დეტალებს ისეთივე მოთხოვნები წაეყენება როგორც ახალს.

კაპიტალური რემონტის ჩამონათვალში შედის საშუალო რემონტით გათვალისწინებული ყველა სამუშაო, გარდა ამისა – ძირითადი დეტალების და კვანძების შეცვლა, ცილინდრების გადაჩარხვა-გახეხვა, მიმმართველების გასწორება და გახეხვა და სხვა.

გეგმიური რემონტის სისტემა მოწყობილობათა ყოველი სახისათვის საზღვრავს რემონტების მონაცვლეობის წესებს და რემონტებს შორის მუშაობის ხანგრძლივობას. ამასთან, მიღებულია შემდეგი განსაზღვრებები:

- **რემონტის ციკლი** – მოწყობილობათა მუშაობის დრო ორ კაპიტალურ რემონტს შორის, ხოლო ახალი მოწყობილობისათვის – ექვლუატაციაში გაშვებასა და პირველ კაპიტალურ რემონტს შორის დრო;

- **რემონტის ციკლის სტრუქტურა** – ორ კაპიტალურ რემონტს შორის ყველა სახის რემონტის მონაცვლეობის წესი, ხოლო ახალი მოწყობილობისათვის – ექვლუატაციაში გაშვებასა და პირველ კაპიტალურ რემონტს შორის;

- **რემონტ-შორისი პერიოდი** – ორ გეგმიურ რემონტს შორის მოწყობილობის მუშაობის დრო.

მოცემული სახის რემონტის ჩასატარებლად საჭირო შრომის დანახარჯს, გამოხატულს კაც/საათებში, ეწოდება სარემონტო სამუშაოების **შრომატევადობა**, რომელიც განისაზღვრება მოწყობილობათა ექვლუატაციისა და რემონტის

გამოცდილების საფუძველზე.

სარემონტო სამუშაოების მოხერხებული დაგეგმვისათვის, ცალკეული მანქანებისა და აპარატების რემონტის სირთულე ფასდება **რემონტის სირთულის კატეგორიებით**. მოწყობილობის რემონტის სირთულის კატეგორია გამოისახება პირობითი ერთეულით, რომელიც მოიცავს შრომითი დანახარჯების ნორმატივებით დადგენილ სარემონტო სამუშაოს მოცულობას. კვების მრეწველობაში მიღებულია, რომ მოწყობილობათა მექანიკური ნაწილის კაპიტალური რემონტის სირთულის ერთეული შეესაბამება 35 კაც/საათს.

### 12.3. დეტალების ცვეთის რაოდენობრივი შეფასება

კვების მრეწველობის დარგებში ტექნიკური პროგრესი თავის გავლენას ახდენს მოწყობილობათა ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის ორგანიზაციაზე. ეს გავლენა გამოიხატება იმაში, რომ განუწყვეტლივ იზრდება უფრო რთული კონსტრუქციის მანქანებისა და აპარატების რაოდენობა, რაც ართულებს სარემონტო სამუშაოების ჩატარებას. ამასთან, იზრდება მანქანების საიმედოება და ხანგამძლეობა.

თანამედროვე, კვების საწარმოთა მანქანებსა და აპარატებში, მექანიკურის გარდა გამოყენებულია ჰიდრაულიკური, პნევმატიკური, ელექტრული, ელექტრონული მოწყობილობები. ამის შედეგად გართულებულია შეფერხებების მიზეზების აღმოჩენა და აღმოფხვრა.

ამრიგად, კვების მრეწველობის მანქანათმშენებლობაში ტექნიკური პროგრესი ზრდის ძირითადი წარმოების დამოკიდებულების ხარისხს რემონტის სამსახურზე.

აღნიშნული გარემოება მნიშვნელოვნად ცვლის რემონტის სახეობათა თანაფარდობას. კერძოდ, მცირდება ტექნიკური მომსახურებისა და მიმდინარე რემონტის სამუშაოთა მოცულობები, მაგრამ იზრდება კაპიტალური რემონტის ხვედრითი წილი. კაპიტალური რემონტის მნიშვნელობა კიდევ უფრო იზრდება ტექნოლოგიური პროცესების მდგრადობისა და სიზუსტის გაზრდილი მოთხოვნების პირობებში..

მანქანების დეტალების საიმედოების გაანგარიშებისა და პროგნოზირებისათვის მათი ცვეთის დროს, აგრეთვე, რაციონალური მასალების, ზომების და კონსტრუქციული შეუღლებების შერჩევისათვის, აუცილებელია მასალების ცვეთის პროცესის ძირითადი კანონზომიერებების ცოდნა.

დეტალების მასალების მექანიკური ცვეთის რაოდენობრივი შემფასებლებია:

- ხაზოვანი ცვეთა (მკმ-ში) – დეტალის ზედაპირის ზომის ცვლილება ცვეთის დროს, რომელიც იზომება ხახუნის ზედაპირის მართობი მიმართულებით;

- ცვეთის სიჩქარე  $v = dL/dt$  -ცვეთის სიღრმის შეფარდება მისი მიმდინარეობის დროსთან (მკმ/სთ).

მასალის ცვეთის კანონზომიერება ზოგადი სახით გამოისახება  $L$  და  $v$  სიდიდეების დამოკიდებულებით შემდეგ ფაქტორებზე:

- ძალოვან და კინემატიკურ პარამეტრებზე, პირველ რიგში ხახუნის ზედაპირზე დაწნევაზე და ფარდობითი სრიალის სიჩქარეზე;

- მასალების შემადგენლობის, სტრუქტურის და მექანიკური თვისებების მახასიათებელ პარამეტრებზე;

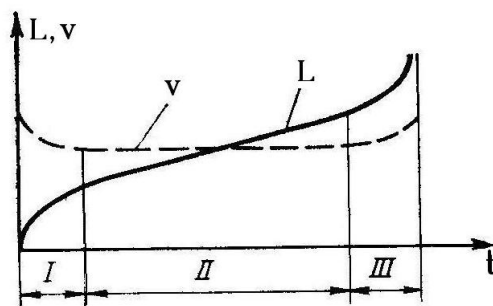
- ზედაპირული ფენის თვისებებზე – სიმქისეზე, დაძაბულ მდგომარეობაზე და სხვა.

- ხახუნის და შეზეთვის სახეზე;

- გარემო პირობებზე, რომლებიც გავლენას ახდენენ ცვეთის პროცესზე – ტემპერატურა, ვიბრაცია და სხვა.

ცვეთა წარმოადგენს მრავალსტადიურ პროცესს, ამიტომ ცვეთის ცვლილება დროში გამოისახება მრუდით, რომელიც შეიცავს რამოდენიმე უბანს.

მექანიკური ცვეთის კლასიკური მრუდი შედგება სამი უბნისაგან (ნახ.12.1). მიმუშავების პრიოდში (I) მიმდინარეობს კონტაქტური ზედაპირების საწყისი რელიეფის შეცვლა ექსპლუატაციის რელიეფით. ამ პერიოდში ცვეთის სიჩქარე მონოტონურად კლებულობს  $v = const$  მნიშვნელობამდე, რომელიც ახასიათებს



ნახ.12.1. მექანიკური ცვეთის მრუდი

დამყარებული (ნორმალური) ცვეთის II პერიოდს. თუ, რაიმე გარემოებით არ იცვლება ცვეთის დამყარებული პროცესის პარამეტრები, მაშინ ის მიმდინარეობს სტაციონარულად და საშუალო სიჩქარიდან შესაძლო გადახრები არ მოქმედებენ ცვეთის ხაზოვან დამოკიდებულებაზე დროსთან. III პერიოდი წარმოადგენს ფორსირებულ ცვეთას, როდესაც შეინიშნება ცვეთის სიჩქარის ინტენსიური ზრდა. ეს პერიოდი, როგორც წესი, დაკავშირებულია პროცესზე მოქმედი ფაქტორების

აქტივიზაციასთან. ამასთან, სწრაფად იცვლება დეტალების ფორმა და ზომები. ამიტომ, სარემონტო სამუშაოებს უნდა ჰქონდეს გეგმიური, გამაფრთხილებელი ხასიათი და ტარდებოდეს II პერიოდის ბოლოსთან ახლოს, ანუ ნორმალური ცვეთის ფორსირებულში გადასვლის საზღვართან. რემონტის ორგანიზაციისადმი ასეთი მიდგომა გამორიცხავს შემთხვევითობის ელემენტებს და რემონტზე დანახარჯების ზრდას.

#### 12.4. სარემონტო სამუშაოების ტექნიკურ-ეკონომიკური დაგეგმვა

მოწყობილობათა რემონტის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია რემონტის სახეზე, სირთულის კატეგორიაზე, სარემონტო ბრიგადის კვალიფიკაციაზე და რემონტის ჩატარების ორგანიზაციულ-ტექნიკურ პირობებზე.

მოწყობილობათა რემონტის ხანგრძლივობა თ შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით

$$t = \dots$$

სადაც  $t$  - რემონტის სირთულის კატეგორიაა;  $K$  - რემონტის ხანგრძლივობის ნორმა სირთულის ერთეულზე.

გეგმიური რემონტის ჩასატარებლად საჭირო რაოდენობის პერსონალის გაანგარიშება ტარდება მოწყობილობათა რემონტის წლიური გეგმა-გრაფიკის საფუძველზე, ფორმულით

$$m = \frac{\sum_{i=1}^n (D_i K_i)}{\Phi}$$

სადაც  $D_i$  -  $i$ -ური სახის რემონტის სირთულის ერთი ერთეულის შრომატევადობაა, კაც/საათებში;  $K_i$  - ყოველწლიურად გასარემონტებელი მოწყობილობათა რემონტის სირთულის ერთეულების ჯამური რიცხვია  $i$ -ური რემონტის დროს;  $\Phi$  - პერსონალის მუშაობის დროის წლიური ფონდია, სთ;  $n$  - რემონტის სახეობათა რაოდენობაა.

ერთი დასახელების შესანახი სათადარიგო ნაწილების რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით

$$Z = \frac{Z_1 \cdot Z_2 \cdot P}{C} k,$$

სადაც  $Z_1$  - მოწყობილობაში ერთნაირი სათადარიგო ნაწილების ერთეულთა

რიცხვია;  $Z_2$  - ერთნაირი მოწყობილობების რიცხვია;  $P$  - დამამზადებლისგან სათადარიგო ნაწილების მიწოდების პერიოდულობა;  $C$  - სათადარიგო ნაწილის სამსახურის ვადა;  $k$  - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს სათადარიგო ნაწილების ერთსახეობას მოწყობილობათა ჯგუფში.

რემონტისათვის საჭირო მასალების დაგეგმვისათვის სარგებლობენ ნორმებით, რომლებიც დამუშავებულია რემონტის სახეობათა მიხედვით ყოველი სახის მოწყობილობის ერთწლიანი ექსპლუატაციისათვის.

მოცემული მასალის ჯამური ხარჯვის ნორმა მოწყობილობის ერთწლიანი ექსპლუატაციისათვის განისაზღვრება ობიექტური, დიფერენცირებული ნორმების საფუძველზე, ფორმულით

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n (G_i \cdot n_i)}{\tau},$$

სადაც  $G_i$  - მოცემული მასალის ხარჯვის ობიექტური, დიფერენცირებული ნორმა რემონტის  $i$ -ურ სახეზე, კგ/წელიწადში;  $n_i$  - სარემონტო ციკლში  $i$  -ური სახის რემონტების რაოდენობა;  $\tau$  - სარემონტო ციკლის ხანგრძლივობა;  $n$  - რემონტის სახეობის რიცხვია.

აუცილებელია განისაზღვროს ამა თუ იმ კაპიტალური რემონტის ჩატარების მიზანშეწონილობა. პირველი კაპიტალური რემონტი, როგორც წესი ეკონომიკურად გამართლებულია. მომდევნო კაპიტალური რემონტების ჩატარების დანახარჯები იზრდება, რამდენადაც მოწყობილობის სულ უფრო მეტი დეტალი და კვანძი ითხოვს აღდგენას ან შეცვლას. რემონტზე დანახარჯები იზრდება მოწყობილობათა ექსპლუატაციის ვადების გახანგრძლივების პროპორციულად. ამ შემთხვევაში გამომწვეული პროდუქციის თვითღირებულება იზრდება და შემდგომი რემონტები შეიძლება გახდეს ეკონომიკურად გაუმართლებელი.

რემონტის ეკონომიკურობის განსაზღვრისათვის გამოიყენება მისი შეფასების ეკონომიკურობის კოეფიციენტი, რომელიც წარმოადგენს ერთი სარემონტო ციკლის პერიოდში რემონტზე გაწეული დანახარჯების შეფარდებას მოცემული ერთეული მოწყობილობის საწყის საბალანსო ღირებულებასთან

$$K = \frac{n_1 \cdot C_1 + n_2 \cdot C_2 + n_3 \cdot C_3}{C_0},$$

სადაც  $n_1$  ,  $n_2$  ,  $n_3$  - სარემონტო ციკლში მიმდინარე, საშუალო და

კაპიტალური რემონტების რაოდენობაა;  $C_1, C_2, C_3$  - ერთ სარემონტო ეთეულზე მიმდინარე, საშუალო და კაპიტალურ რემონტზე დანახარჯებია;  $C_0$  - მოცემული ერთეული მოწყობილობის საწყისი საბალანსო ღირებულებაა.

თუ  $K > 1$ , შეიძლება დავასკვნათ, რომ მოცემული რემონტი ეკონომიკურად მიზანშეუწონელია.

საბოლოოდ უნდა აღინიშნოს, რომ ტექნოლოგიური და დამხმარე მოწყობილობების შრომისუნარიანობის უზრუნველყოფა თანამედროვე ტექნიკური მომსახურებით და რემონტით, წარმოადგენს ნებისმიერი საწარმოს უმთავრეს ამოცანას.

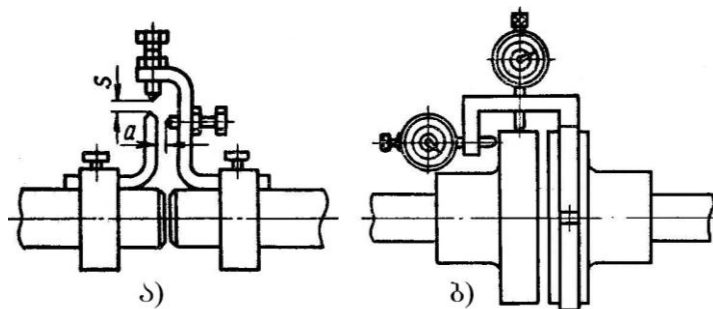
## 12.5. მანქანების ტიპური დეტალების და კვანძების აწყობა

### 12.5.1. ლილვების და ქუროების ურთიერთგანლაგების კონტროლი

ლილვების აწყობის მოსამზადებელ ოპერაციებს მიეკუთვნება დიამეტრების, ყელების ოვალურობის და ცემის, აგრეთვე სწორხაზოვნების შემოწმება; ძირითად ოპერაციებს - თანაღერძულობის, ჰორიზონტალობის, ლილვების ტორსებს შორის აუცილებელი ღრეხოს სიდიდის, პარალელობის და პერპენდიკულობის კონტროლი.

ლილვის ყელების დიამეტრს და ოვალურობას საზღვრავენ მიკრომეტრებით, ცემას ამოწმებენ ინდიკატორებით, რისთვისაც ლილვებს აყენებენ სახარატო ჩარხის ცენტრებზე ან პრიზმებზე.

ლილვების თანაღერძულობას ამოწმებენ ორი რეისმუსის, საცეცების და ინდიკატორების დახმარებით, 90<sup>0</sup>-ით დაძრულ ოთხ სხვადასხვა მდებარეობაში (ნახ.12.2,ა,ბ). თანაღერძულობის შემოწმების დროს ითვალისწინებენ, რომ ლილვები შესაძლებელია დაძრული იყვნენ პარალელურად, დახრილად ან ერთდროულად პარალელურად და დახრილად.



ნახ.12.2. ლილვების თანაღერძულობის შემოწმება

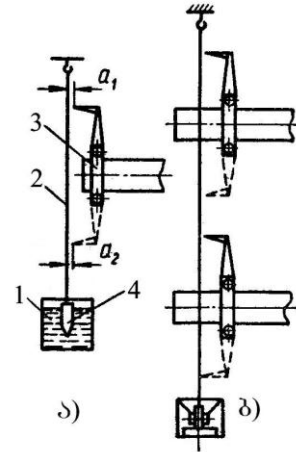
ლილვების ჰორიზონტალობას ამოწმებენ თარაზოს, რეისმუსის და შვეულის დახმარებით (ნახ.12.3,ა), პარალელობას - ორი რეისმუსით და შვეულით (ნახ.12.3,ბ),



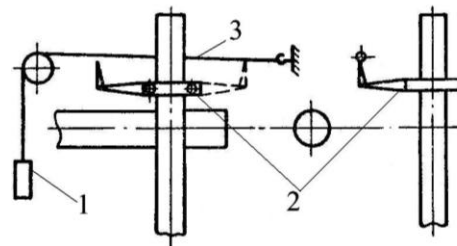
პერპენდიკულობას – ერთი რეისმუსით და ძაფით (ნახ.12.4).

ლილვების შესაერთებლად იყენებენ სხვადასხვა კონსტრუქციის ქუროებს, რომელთა მონტაჟის დროს ასრულებენ შემდეგ ოპერაციებს:

1) ნახევარქუროებს, საჭირო ჭეკით, ამაგრებენ შესაერთებელი ლილვების ბოლოებზე. ზამბარიანი ქუროების ლილვებზე აწყოების დროს, ნახევარქუროს



ნახ.12.3. ლილვების ჰორიზონტალობის და პარალელულობის შემოწმება:  
1-ზეთიანი ჭურჭელი, შვეულის 4 რხევების ჩასახშობად;  
2 - შვეულის ძაფი; 3- რეისმუსი.



ნახ.12.4. ლილვების პერპენდიკულობის

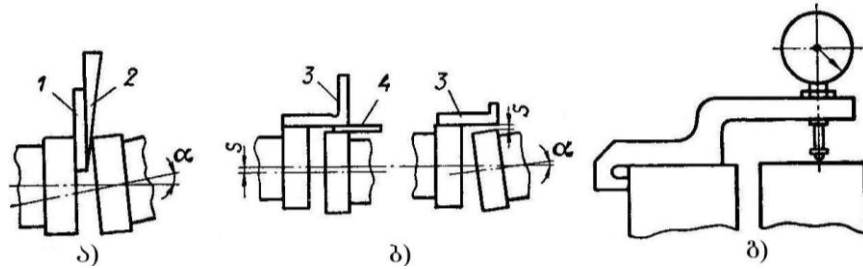
შემოწმება:

1- შვეული; 2- რეისმუსი; 3- შვეულის ძაფი.

მილისებს მსუბუქი ჭეკით ამაგრებენ ლილვებზე სოგმანით. მილისებზე წინასწარ აცვამენ კორპუსის გარსაკარს, მასში ჩასმული შემამჭიდროვებლებით და მილტუნჩური სახურავით;

2) ლილვების და ნახევარქუროების ცენტრირებისთვის ზომავენ ტორსებს შორის მანძილს (ტორსული ღრეჩო  $\alpha$ ) და საზღვრავენ ნახევარქუროების წრესაზების თანხვედრის ხარისხს (რადიალური ღრეჩო  $\beta$ ) 90<sup>0</sup>-ით დაძრულ ოთხ სხვადასხვა მდებარეობაში. ტორსულ ღრეჩოებს ზომავენ სოლით ან საცეცით (ნახ.12.5,ა). ტორსზე გაზომვათა სხვაობა გვაძლევს ლილვების გადახრის სიდიდეს. რადიალურ ღრეჩოებს ზომავენ საცეცებით ან ინდიკატორებით (ნახ.12.5,ბ,გ). წრესაზზე გაზომვათა სხვაობა საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ ლილვების პარალელური დაძვრის სიდიდე.

მუშტა ქუროებს აწყობენ შემდეგი თანმიმდევრობით: ნახევარქუროებს ამაგრებენ ლილვებზე, აცენტრებენ ლილვებს და აწყობენ ჩართვისა და გამორთვის მექანიზმს. ქუროების აწყობის პროცესში ამოწმებენ მოძრავი ნახევარქუროს ლილვზე დასმის, სოგმანური შეერთების ჩასმის და მუშტების მორგების სისწორეს. მოძრავი ნახევარქუროს ლილვზე დასმისათვის იყენებენ 2- 4 ქვალიტეტის სიზუსტის სავალ ჩასმას. მუშტების ნახევარის მჭიდროდ შეხების დროს, დანარჩენ წყვილ მუშტებს შორის ღრეჩო არ უნდა აღემატებოდეს 0,03-0,05 მმ-ს.



ნახ.12.5. ქუროების დაყენების კონტროლის სქემა:

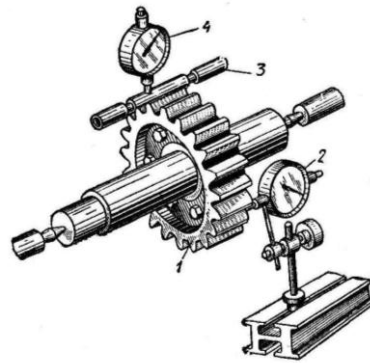
ა – ტორსზე, საზომი სოლით; ბ – წრეხაზზე, სახაზავით და ბრტყელი საცეცით; გ – წრეხაზზე, ინდიკატორით; 1 – ბრტყელ-პარალელური ფილა; 2 – სოლური საცეცი; 3 – კუთხოვანა; 4 – ბრტყელი საცეცი.

## 12.5.2. კბილანური გადაცემების აწყობა

ყველა სახის კბილანურ გადაცემას ყოფენ 12 სიზუსტის ხარისხით. კვების საწარმოთა მოწყობილობებისათვის ყველაზე ხშირად იყენებენ 6-10 კლასის ცილინდრულ და კონუსურ კბილანურ გადაცემებს და 5-9 კლასის სიზუსტის ჭიახრახნულ გადაცემებს.

კბილანური გადაცემების აწყობისას აუცილებელია კბილანების რადიალური და ტორსული ცემის, ცენტრთაშორის მანძილის, გვერდითი ღრეჩოსი და კბილების მუშა ზედაპირების მოდების ხარისხის შემოწმება.

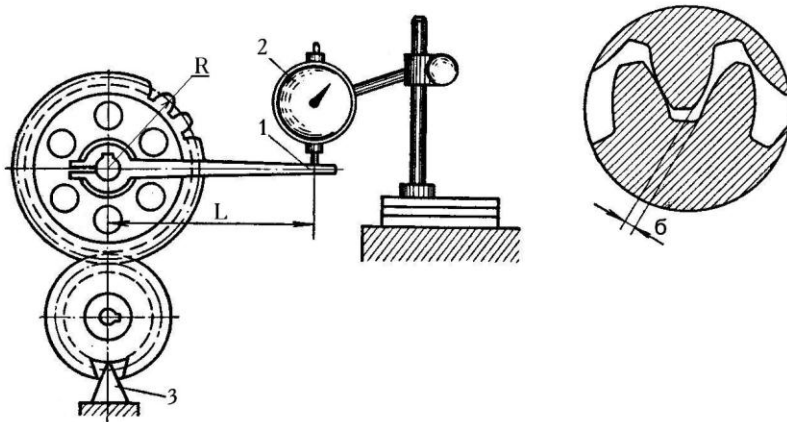
ცილინდრული კბილანების რადიალურ და ტორსულ ცემას ამოწმებენ ლილვზე დასმის შემდეგ, ცენტრებზე დაყენებით. ცემას აკონტროლებენ რეისმუსით ან ინდიკატორით (ნახ.12.6). ამისათვის კბილანის კბილებს 1 შორის ათავსებენ ცილინდრულ კალიბრს 3 დიამეტრით 1,68 *m* (სადაც *m* - მოდულია), რომელზედაც აყენებენ ინდიკატორის 4 ბუნიკს და აფიქსირებენ მისი ისრის მდებარეობას. შემდეგ კალიბრს გადაიტანენ 2-3 კბილზე, შემოაბრუნებენ ლილვს და მთელი კბილანისათვის განსაზღვრავენ ინდიკატორის ჩვენებათა სხვაობას. ეს სხვაობა წარმოადგენს კბილანის გამყოფ წრეხაზზე რადიალური ცემის სიდიდეს. ტორსულ ცემას ამოწმებენ ინდიკატორით 2.



ნახ.12.6. კბილანის შემოწმება რადიალურ და ტორსულ

ცემაზე

ცილინდრული კბილანური მოდების გვერდითი ღრეჩოს განსაზღვრა ხდება ნახ.12.7-ზე ნაჩვენები სქემის მიხედვით, სადაც ერთერთი კბილანის ლილვზე დამაგებულია მხარულა 1, რომლის ბოლო მიბრჭენილია ინდიკატორის 2 ბუნიკზე. მეორე კბილანა დამაგრებულია უძრავად, ფიქსატორით 3. მხარულას 1 კბილანასთან და ლილვთან ერთად შემოაბრუნებენ ჯერ ერთ, შემდეგ მეორე მხარეს (ეს შესაძლებელია მხოლოდ გვერდითი ღრეჩოს სიდიდის ფარგლებში).



ნახ.12.7. კბილანური მოდების გვერდითი ღრეჩოს გაზომვის სქემა

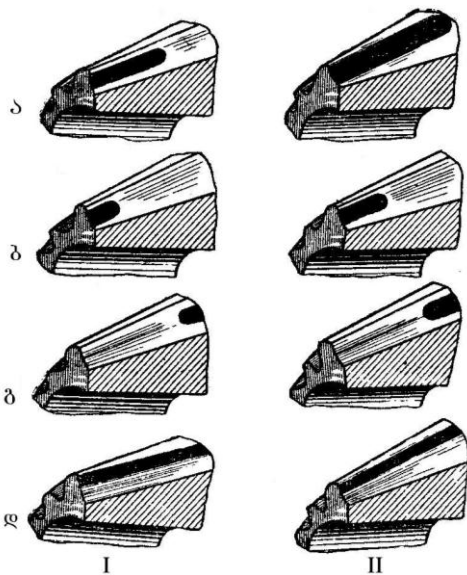
ინდიკატორის ჩვენების სხვაობას  $\delta_0$  (მმ-ში) კბილანის პირველ და მეორე მდებარეობისას გადაიანგარიშებენ მხარულას სიგრძის  $L$  და გამყოფი წრეხაზის რადიუსის  $R$  გათვალისწინებით და მიიღება გვერდითი ღრეჩოს მნიშვნელობა ფორმულით

$$\delta = \delta_0 \frac{R}{L}$$

კბილანური მოდების შემოწმებისათვის ხშირად იყენებენ კონტაქტური ზედაპირების საღებავით დაფარვის მეთოდს. ამისათვის წამყვანი კბილანის

კბილებს ფარავენ თხელი ფენის საღებავით და კბილანურ გადაცემას დააბრუნებენ რამოდენიმეჯერ. ამჟამად კბილანის კბილებზე აღიბეჭდება შეხების კვალი, რომლის მიხედვითაც მსჯელობენ მოდების ხარისხზე. თუ კვალი იმყოფება კბილის ზედა ნაწილში, ეს მიუთითებს, რომ ცენტრთაშორის მანძილი მეტია ნორმალურზე. თუ კვალი იმყოფება კბილის ქვედა ნაწილში, მაშინ კბილანები ზომაზე მეტად არიან მიახლოებული ერთმანეთთან. სწორად აწყობილ გადაცემაში კვალი უნდა იყოს გვერდითი ზედაპირის შუა ნაწილში, როგორც კბილის სიმაღლეში, ასევე სიგრძეში.

კონუსური კბილანური მოდების ძირითადი ცდომილებები, რომლებიც გამოვლინდებიან საღებავის გამოყენების დროს არის შემდეგი: არასაკმარისი ღრეზო (კბილანები ზედმეტად არიან მიახლოებული ერთმანეთთან) (ნახ.12.8,დ), ღერძთაშორის კუთხე ნაკლებია (ნახ.12.8,გ) ან მეტი (ნახ.12.8,ბ) გაანგარიშებულზე.



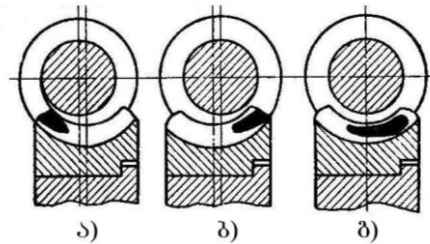
ნახ.12.8. კონუსური კბილანური გადაცემის მოდების ხარისხის კონტროლი: I-დატვირთვის გარეშე; II-სრული დატვირთვის დროს.

თუ, კბილანების კბილებზე საღებავის კვალი აღბეჭდილია მჭიდროდ კბილის ერთ მხარეს ვიწრო ნაწილისაკენ, ხოლო მეორე მხარეს – განიერი ნაწილისაკენ, ეს მიუთითებს კბილანების ღერძების გადახრას ნორმალური მდებარეობიდან. კონუსური კბილანების სწორი მოდებისათვის დამახასიათებელი კვალი აღბეჭდილია ნახ.12.8,ა-ზე.

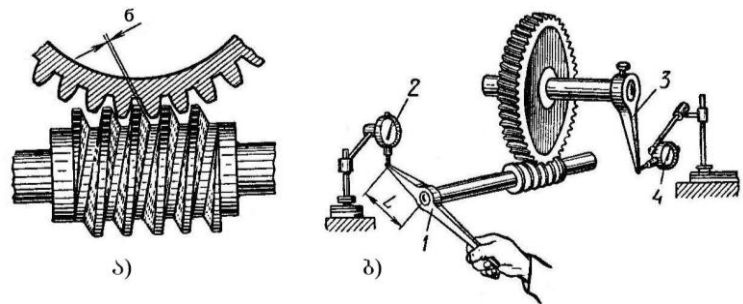
საღებავით დაფარვის მეთოდს იყენებენ აგრეთვე ჭიახრახნული გადაცემების აწყობის დროს (ნახ.12.9). სწორი აწყობის შემთხვევაში საღებავის კვალი ჭია კბილანის კბილებზე განლაგებული უნდა იყოს ღერძის მიმართ სიმეტრიულად.

კვალის განლაგება ერთ ან მეორე მხარეს მიუთითებს ღერძების გადახრაზე. კვალის მიახლოება კბილის შვერილისაკენ ნიშნავს ღერძთა შორის მანძილის გაზრდას და პირიქით.

ჭახრახნული გადაცემის ნორმალური მუშაობისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს გვერდითი ღრეჩოს  $\delta$  სიდიდეს (ნახ.12.10,ა), რომელიც დამოკიდებულია გადაცემის სიზუსტესა და ზომებზე. ღრეჩოს სიდიდეს ზომავენ ჭიახრახნის შემობრუნებით



ნახ.12.9. ჭიახრახნული გადაცემის მოდების ხარისხის კონტროლი: ა-ჭია კბილანა დაძრულია მარჯვნივ; ბ-ჭია კბილანა დაძრულია მარცხნივ; გ-ნორმალური მოდება.



ნახ.12.10. ჭიახრახნულ გადაცემაში გვერდითი ღრეჩოს  $\delta$  (ნახ. ა) გამზომი ხელსაწყო (ნახ. ბ); 1,3-ბერკეტები; 2,4-ინდიკატორები.

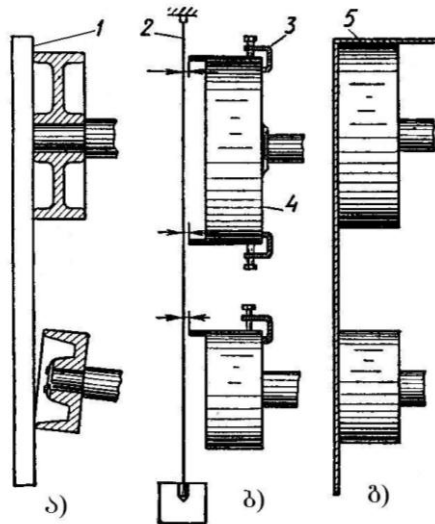
უძრავი ჭია კბილანის მიმართ. მცირეგაბარიტიან ზუსტ გადაცემებში, სადაც გვერდითი ღრეჩოს სიდიდე ძალიან მცირეა, ჭიახრახნის თავისუფალ შემობრუნებას საზღვრავენ ნახ.12.10,ბ სქემის მიხედვით. ჭიახრახნის და ჭია კბილანის ლილვებზე ამაგრებენ ბერკეტებს 1 და 3, რომლებიც შეხებაში არიან ინდიკატორებთან 2 და 4. ინდიკატორების ჩვენებათა სხვაობის, ბერკეტის მხარის ( $L$ ) და ჭიახრახნის ზომების მიხედვით საზღვრავენ გვერდითი ღრეჩოს ნამდვილ მნიშვნელობას, ისევე როგორც ეს იყო ნახ.12.7-ის შემთხვევაში.

### 12.5.3. ღვედური და ჯაჭვური გადაცემების აწყობა

ღვედური გადაცემის მომზადება მონტაჟისათვის ითვალისწინებს შიკვების შემოწმებას ტორსულ და რადიალურ ცემაზე, რომელიც ხორციელდება რეისმუსით

და ინდიკატორით. 150-დან 600 მმ-მდე დიამეტრის შკივებისათვის ტორსული ცემა დასაშვებია 0,1-0,4 მმ ზღვრებში, ხოლო რადიალური ცემა – 0,05-0,25 მმ ზღვრებში.

შკივების დაყენების შემდეგ შტიხმასით ამოწმებენ წამყანი და ამყოლი ლილვების პარალელობას. შკივების ტორსების ერთ სიბრტყეში განლაგებას ამოწმებენ სახაზავით (ნახ.12.11,ა), ხოლო დიდი ცენტრთაშორისი მანძილის შემთხვევაში შემოწმებას აწარმოებენ შვეულით (ნახ.12.11,ბ) ან დაჭიმული ზონარით (ნახ.12.11,გ).



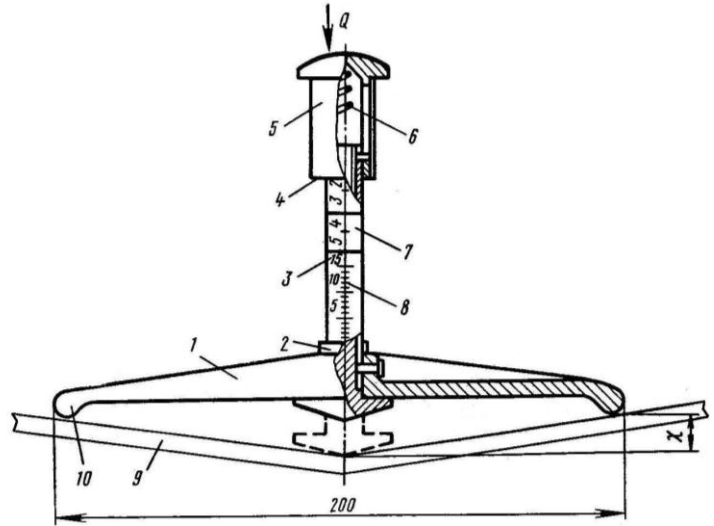
ნახ.12.11. ღვედური გადაცემის აწყობის სისწორის კონტროლი; 1- სახაზავი; 2-შვეულის ძაფი; 3-ისარი; 4-შკივი; 5-ზონარი.

ღვედის დაჭიმულობას აკონტროლებენ ნახ.12.12-ზე ნაჩვენები მოწყობილობით. რგოლი 2 მიჰყავთ საწყის მდებარეობაში თამასასთან 1 შეხებაზე. თამასას ქიმებით 10 აყრდნობენ ღვედის შტოს 9 ლილვებს შორის შუა ნაწილში. ღვედის შტოს გაასცემენ დატვირთვას ღეროს 3, ზამბარის 6 და თაღფაქის 5 დახმარებით. ყურადღებას აქცევენ, რომ თაღფაქის ტორსი 4 შეუთავსდეს სკალაზე 7 ძალის განსაზღვრულ მნიშვნელობას. ამასთან ღერო 3, რომელიც გადაადგილდება თამასის 1 ნახვრეტში, წარმოქმნის შტოს ჩაღუნვის ისარს  $\chi$ . ამის მიხედვით მსჯელობენ ღვედის დაჭიმულობის სიდიდეზე. ჩაღუნვის ისრის სიდიდეს საზღვრავენ მმ-ში სკალაზე 8, რგოლის 2 გასწვრივ დანაყოფზე.

ამ ხელსაწყოთი ამოწმებენ სხვადასხვა ტიპის და ზომების ღვედების დაჭიმულობას, რომლებიც გამოიყენება ღვედურ გადაცემებში.

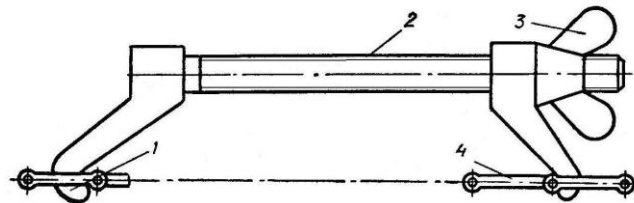
**ჯაჭვეური გადაცემების** აწყობის პროცესი მოიცავს ლილვებზე ვარსკვლავების სწორად დაყენებას, ვარსკვლავებზე ჯაჭვის გადადებას და რეგულირებას, ლილვების პარალელობის და ვარსკვლავების ურთიერთგანლაგების შემოწმებას.

ლიღვზე ვარსკვლავას დამაგრების შემდეგ მას ამოწმებენ რადიალურ და ტორსულ ცემაზე. ცემის დასაშვები სიდიდე დამოკიდებულია გადაცემის დატვირთვასა და სწრაფმავლობაზე. ზუსტი გადაცემებისათვის ვარსკვლავას რადიალური ცემა დასაშვებია არაუმეტეს 0,05-0,06 მმ-ისა 100 მმ დიამეტრზე, ხოლო ტორსული ცემა არ უნდა აღემატებოდეს 0,5 მმ-ს.



ნახ.12.12. ღვედის დაჭიმულობის საკონტროლო ხელსაწყო

ჯაჭვური გადაცემების აწყობისას აუცილებელია, რომ ჯაჭვის ამყალი შტო დაუჭიმავედ იყოს დაკიდებული. ეს უზრუნველყოფს ჯაჭვის სწორ გადარბენას ვარსკვლავას კბილებზე, რაც ამცირებს დეტალების ცვეთას. ჯაჭვის დაკიდების ისარს ღებულობენ 0,02 ( -მანძილია ვარსკვლავების ცენტრებს შორის). ეს მისაღებია ჰორიზონტალრი და დახრილი (45<sup>0</sup>-მდე) გადაცემებისათვის, ხოლო ვერტიკალურთან მიახლოებული გადაცემებისათვის იღებენ – (0,010-0,015) .



ნახ.12.13. ჯაჭვის მოჭიმავი ხელსაწყო:  
1-კავი; 2-ხრახნი; 3-ქანჩი; 4-ჯაჭვის რგოლი.

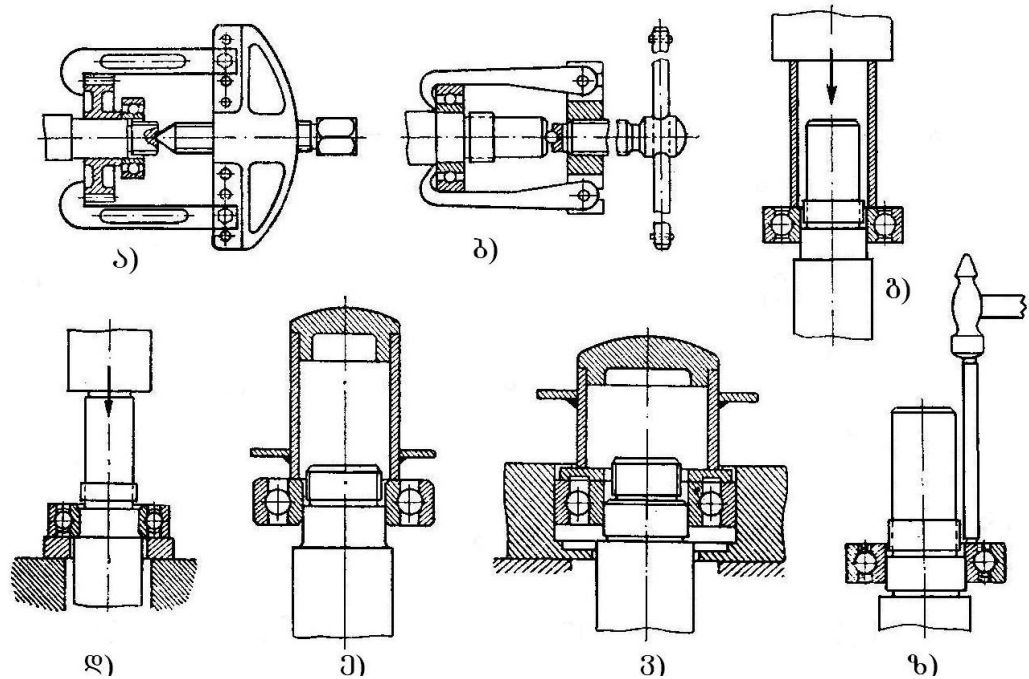
ვარსკვლავებზე გადაღებული ჯაჭვის ბოლოების გადაბმისათვის ხდება მათი მოჭიმვა სპეციალური ხელსაწყოს დახმარებით, რომელიც ნაჩვენებია ნახ.12.13-ზე.

#### 12.5.4. გორვის საკისრების დემონტაჟი და მონტაჟი

გორვის საკისრებიანი კვანძების დაშლა-აწყობამდე აუცილებელია გავეცნოთ

მათ კონსტრუქციებს და განვსაზღვროთ როგორი ჩასმებია გამოყენებული გარე და შიგა რგოლებისათვის. ჭკეტით ჩასმა, როგორც წესი, გამოიყენება მბრუნავი რგოლისათვის, უძრავი რგოლისათვის კი მიღებულია სრიალის ან გარდამავალი ჩასმა.

საკისრების გამოწნეხის და ჩაწნეხის ძალა მოდებული უნდა იყოს საკისრის იმ რგოლზე, რომელიც მოცემულ კვანძში შეერთებულია ჭკეტით (ნახ.12.14,ა,ბ).



ნახ.12.14. გორვის საკისრების დემონტაჟის და მონტაჟის სქემები

საკისრების ჩასაწნეხი და გამოსწნეხი სამონტაჟო მილები და ქვესადებები მზადდება 30 ან 35 მარკის ფოლადისაგან. დამწნეხი ძალის მიმართულება ზუსტად უნდა ემთხვეოდეს ლილვის ღერძს. ამისათვის მილების და ქვესადებების ტორსების სიბრტყეები თანაბრად ყნდა იყოს შეხებაში საკისრის რგოლთან (ნახ.12.14,გ,დ).

სამონტაჟო მილს, რომელიც გამოიყენება ჩაქუჩის დარტყმით საკისრის რგოლის ჩაწნეხისათვის, უნდა ჰქონდეს სფერული ყრუ ხუფი (ნახ.12.14,ე), ხოლო ქვედა ნაწილში – მიღუღებული საყელური, საკისრის გაჭუჭყიანებისაგან დასაცავად. იმ საკისრების სამონტაჟოდ, რომელთა რგოლებს ლილვზე და კორპუსში აქვთ ჩასმის თამაბარი ჭკეტი, იყენებენ მილებს, რომლებსაც ქვედა ტორსზე მიღუღებული აქვს საყელური ერთდროული ძალის გადასაცემად ორივე რგოლზე (ნახ.12.14,ვ).

საკისრების მონტაჟი დასაშვებია აგრეთვე საკვერავის გამოყენებით, რომელსაც



ამზადებენ რბილი მასალისგან. მასზე დარტყმები უნდა სრულდებოდეს თანაბარი ძალით, საკვერავის თანდათანობითი გადაადგილებით რგოლის წრეზე (ნახ.12.14,ზ).

გაცხელებული საკისრების ჩაწნეხა და გამოწნეხა სრულდება მნიშვნელოვანი ძალის გარეშე. გაცხელებას ახორციელებენ სამანქანე ზეთით ან გლიცერინით. საკისრის ტემპერატურა 80-90<sup>0</sup>-ით უნდა აღემატებოდეს ლილვის ტემპერატურას. მონტაჟის დროს გასაცხელებლად საკისრებს ათავსებენ ზეთიან ავზში ჩადგმულ სპეციალურ ცხურაზე, რომელიც მდებარეობს ავზის ძირიდან 30-40 მმ სიმაღლეზე. დემონტაჟის დროს საკისრის გასაცხელებლად მასზე ასხავენ ცხელ ზეთს, ხოლო ლილვის იზოლაციას ახდენენ აზბესტის მასალით. ხანძრის უსაფრთხოების თვალსაზრისით ზეთის ავზს აცხელებენ ორთქლით.

ჩაწნეხის შემდეგ ამოწმებენ ღრეჩოს რგოლსა და ლილვის ან კორპუსის საბრჯენ მხარულას შორის, ამასთან, წრის ნებისმიერ ზონაში საკონტროლო საცეცი სისქით 0,05 მმ არ უნდა შევიდეს ღრეჩოში.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. ნ. ზაღდასტანიშვილი. პურისა და მაკარონის საწარმოთა ტექნოლოგიური მოწყობილობები. - თბილისი: "ინტელექტი", 2001. - 407 გვ.
2. ა. კაკალაშვილი. კვების მრეწველობის საწარმოთა ტექნოლოგიური მოწყობილობების გაანგარიშებისა და კონსტრუირების საფუძვლები. - თბილისი: "განათლება", 1972. - 375 გვ.
3. ს. მესარქიშვილი. ღვინისა და კონიაკის ქარხნების მანქანა აპარატები. - თბილისი: "განათლება", 1973. - 347 გვ.
4. ზ. ჯაფარიძე. ყურძნის გადამუშავების ახალი მეთოდების და რეჟიმების დასაბუთება. ტექნ. მეც. დოქ. დისერტაცია. თბილისი, 2006. - 243 გვ.
5. გ. ჯომარჯიძე. ჩაის წარმოების მანქანები. - თბილისი: "განათლება", 1971. - 333 გვ.
6. Вайнберг А.А., Котляр Л.И. Технологическая эффективность оборудования зерноперерабатывающей промышленности. - М.: Колос, 1975. - 239 с.
7. Гортинский В.В., Демский А.Б., Борискин М.А. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях. - М.: Колос, 1980. - 304 с.
8. Гельберг Б.Т., Пекелис Г.Д. Ремонт промышленного оборудования. - М.: «Высшая школа», 1988. - 304 с.
9. Демидов А.Р., Чирков С.Е. Способы измельчения и методы оценки их эффективности. - М.: ЦНИИТИ Госкомзага, 1969. - 51 с.
10. Джапаридзе З.Ш. Обоснование способа и режимов сепарирования чая при выделении черешков. Дис. канд. техн. наук. - Одесса, 1982. - 216 с.
11. Джапаридзе З.Ш. и др. Питатель для сыпучих материалов. А.с.1467019 (СССР). Оpubл. в Б.И. №11, 1989.
12. Дикис М.Я., Мальский А.Н. Технологическое оборудование консервных заводов. - М.: Пищ. пром.- ость, 1969. - 780 с.
13. Драгилев А.И. Оборудование для производства мучных кондитерских изделий. - М.: ВО «Агропромиздат», 1989. - 320 с.
14. Зайцев Н.В. Технологическое оборудование хлебозаводов. - М.: Пищ. пром.- ость, 1967. - 584 с.
15. Зайчик Ц.Р. Оборудование предприятий винодельческой промышленности. - М.: Пищ. пром.- ость, 1968. - 372 с.

- 16.Зайчик Ц.Р., Трунов В.А., Яшин В.К. Машины для фасования пищевых жидкостей в бутылки. - М.: ВО «Агропромиздат», 1989.- 239 с.
- 17.Илюхин В.В., Рудаковский Ю.В., Бакланов В.К., Грипич Н.М. Монтаж и ремонт оборудования предприятий мясной промышленности. – М.: Пищ. пром.-ость,1975.-168 с.
- 18.Маршалкин Г.А. Технологическое оборудование кондитерских фабрик. –М.: Пищ. пром.-ость,1968. -544 с.
- 19.Мелис А.Я., Демидов А.Р. Машины для очистки зерна воздушным потоком. – М.: Машгиз, 1962. – 176с.
- 20.Основы расчета и конструирования машин и автоматов пищевых производств. / Под ред. А.Я.Соколова. – М.: Машиностроение, 1969. -639 с.
- 21.Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности. – М.: Химия, 1977. – 368 с.
- 22.Спиваковский А.О., Гончаревич И.Ф. Вибрационные конвейеры – питатели и вспомогательные устройства. – М.: - Машиностроение, 1972. – 327 с.
- 23.Теленгатор М.А., Уколов В.С., Цециновский В.М. Обработка семян зерновых культур.– М.: Колос, 1972. – 271 с.
- 24.Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности. / Под ред. И.Т.Кретьова. – М.: Лег.пищ. пром.-ость,1983. -463 с.
- 25.Технологическое оборудование пищевых производств. / Под ред. Б.М.Азарова. - М.: ВО «Агропромиздат», 1988.- 463 с.
- 26.Фалеев Г.А. Оборудование предприятий мясной промышленности. – М.: Пищ. пром.- ость,1966.- 484 с.
- 27.Харитонов Н.Ф., Ярмолинский Д.А. Автоматы и поточные линии розлива вин. – М.: - Машиностроение, 1967. – 248 с.
- 28.Цециновский В.М. Методы оценки технологического эффекта сепарирования. – Тр. / ВНИИ зерна и продуктов его переработки, 1963, вып. 44, с. 77-94.
- 29.Цециновский В.М. Обобщенное уравнение кинетики сепарирования. Сообщ. и реф. ВНИИ зерна и продуктов его переработки, 1962, вып. 2, с. 3-5.
- 30.Шувалов В.Н. Машины-автоматы и поточные линии. – Л.: - Машиностроение, 1973. –543 с.
- 31.Эджибия Л.В. Машина для резки чая. А.с. 242657 (СССР). – Оpubл. в Б.И. №15, 1969.

- 32.Эджибия Л.В. Устройство для удаления чайных черешков. А.с. 249177 (СССР).-  
 Оpubл. в Б.И. №24, 1969.
- 33.Яковлев П.М., Харитонов Н.Ф, Алексеенко М.К., Кантур Г.Е. Технологическое  
 оборудование винодельческих предприятий. –М.: Пищ. пром.-ость,1975. -333 с.

## სარჩევი

<b>შესავალი</b> .....	3
<b>1. კვების პროდუქტების ნედლეულის დამქუცმაცებელი მოწყობილობები</b> .....	7
1.1. ფხვიერი მასალების დამქუცმაცების მეთოდები .....	7
1.2. ფხვიერი მასალების დამქუცმაცებელი მოწყობილობები .....	9
1.3. ყურძნის საჭყლეტი მოწყობილობები .....	12
1.4. ჩაის ნახევარფაბრიკატის სამსხვრევი მოწყობილობები .....	17
1.5. გლუვზედაპირიანი ლილვაკებიანი დამქუცმაცებლები .....	21
1.5.1. ფხვიერი მასალების საფშენელი მანქანები .....	22
1.6. მშრალი ჩაის შერჩევითი სამსხვრევი ლილვაკები .....	24
1.6.1. მშრალი ჩაის შერჩევითი ტეხის პროცესის თეორიული ანალიზი .....	25
1.7. გრძივირფებიანი ლილვაკები .....	29
1.8. რბია დამქუცმაცებლები .....	30
1.9. ჩაქუჩებიანი დამქუცმაცებლები .....	32
1.10. დრეკად-ბლანტი სტრუქტურის პროდუქტების დამქუცმაცებლები .....	35
1.10.1. ტომატის გამხეხი მანქანა .....	35
1.10.2. ხილბოსტნეულის დამქუცმაცებელი მანქანა .....	38
1.10.3. ჩაის ფოთლის საგრეხი მანქანა .....	40
1.11. კვების პროდუქტების მჭრელი მოწყობილობები .....	43
<b>2. კვების ფხვიერი პროდუქტების სეპარაციისა და დახარისხების მეთოდები და მოწყობილობები</b> .....	46
2.1. ფხვიერი მასალების სეპარაცია და დახარისხება ნაწილაკების ზომების მიხედვით .....	48
2.2. ფხვიერი მასალების სეპარაცია და დახარისხება აეროდინამიკური თვისებების მიხედვით .....	54
2.3. ფხვიერი მასალების სეპარაცია და დახარისხება ნაწილაკების	

სიმკვრივის მიხედვით .....	56
2.4. ფხვიერი მასალების სეპარაცია ფორმისა და ფრიქციული თვისებების მიხედვით .....	57
2.5. ფხვიერი მასალების სეპარაცია ელექტროფიზიკური თვისებების მიხედვით .....	62
2.6. სეპარაციისა და დახარისხების მოწყობილობების მუშა ორგანოები .....	67
2.6.1. ექსცენტრულ-ამძრავიანი მუშა ორგანო .....	67
2.6.2. ცილინდრულ-ბადიანი დამხარისხებელი მუშა ორგანო .....	75
2.6.3. ჰაერბადიანი სეპარატორი .....	76
2.7. მშრალი ჩაის სეპარატორი .....	78
2.7.1. ვიბრაციული დეკის, მასალის გამყოფი ღრეჩოს სიდიდის განსაზღვრა .....	79
2.7.2. ვიბრაციული დეკაზე მასალის სეპარაციის პროცესის კინეტიკა .....	81
<b>3. კვების ფხვიერი პროდუქტების შემრევი მანქანები .....</b>	<b>85</b>
3.1. დოლური შემრევეები .....	86
3.2. შნეკური შემრევეები .....	88
3.3 მბრუნავთეფშიანი შემრევი მოწყობილობა .....	90
3.4. ბლანტი პროდუქტების შემრევი მოწყობილობები .....	92
3.4.1. პერიოდული ქმედების ცომის საზელი მანქანა .....	92
3.4.2. უწყვეტი ქმედების ცომის საზელი მანქანა .....	93
3.4.3. ხორცის ფარშის შემრევი მანქანა .....	94
3.5. კვების თხევადი პროდუქტების შემრევი მოწყობილობები .....	94
3.5.1. კვების თხევადი პროდუქტების მექანიკური შემრევი მოწყობილობები .....	96
3.5.2 კვების თხევადი პროდუქტების ლოპატებიანი შემრევი მოწყობილობები .....	97
<b>4. ნედლეულის და პროდუქტების მადოზირებელი მოწყობილობები .....</b>	<b>101</b>
4.1. ფხვიერი პროდუქტების დოზატორები .....	101
4.2. სითხეების დოზატორები .....	107
4.2.1. კვების თხევადი პროდუქტების დაფასოების მეთოდები .....	109
4.2.2. კვების თხევადი პროდუქტების დაფასოებელი მოწყობილობები .....	110
4.2.2.1. ჩამომსხმელი ავტომატების მოცულობითი დოზატორები .....	112
4.2.2.2. მუდმივ დონემდე დოზირების სქემა .....	114
4.2.2.3. იზობარული ჩამომსხმელი თავის სქემა .....	115

4.2.2.4.ვაკუუმური მეთოდით ჩამოსხმის სქემა .....	116
4.2.2.5.კარუსელური ჩამომსხმელი ავტომატების მექანიზმები .....	117
4.2.2.6.კარუსელური ჩამომსხმელი ავტომატების კინემატიკური გაანგარიშება .....	121
4.2.2.7.პაკეტებში რძის დამფასოებელი ავტომატი .....	124
4.3. კვების ბლანტი პროდუქტების დოზატორები .....	125
4.3.1. ბლანტი პროდუქტების ერთპოზიციანი დამფასოებელი ავტომატი .....	125
4.3.2. ბლანტი პროდუქტების მრავალპოზიციანი დამფასოებელი ავტომატი .....	126
<b>5. კვების პლასტიკური პროდუქტების მოსამზადებელი და დამამუშავებელი მოწყობილობები .....</b>	<b>128</b>
5.1. შოკოლადის მასის მოსამზადებელი მანქანა .....	128
5.2. შოკოლადის მასის დამამუშავებელი სუოვალციანი მანქანა .....	129
5.3. ემულსატორი .....	130
5.4. კარამელის მასის გამომყვანი მანქანა .....	131
<b>6. კვების პლასტიკური პროდუქტების დამყოფ-დამფორმებელი მოწყობილობები .....</b>	<b>133</b>
6.1. შნეკური ტიპის ცომდამყოფი მანქანები .....	133
6.2. დგუშიანი ტიპის ცომდამყოფი მანქანები .....	137
6.2.1. დგუშიანი ცომდამყოფი მანქანების მექანიზმები .....	140
6.3. ცომის ნაჭრების დამფორმებელი მანქანები .....	143
6.3.1. კონუსურ ვარცლიანი ცომის ნაჭრების დამგუნდავებელი მანქანა .....	144
6.4. მაკარონის წნეხი .....	146
6.5. ბისკვიტის ნაწარმის დამფორმებელი მანქანა .....	148
6.6. კარამელის დამფორმებელი მანქანა .....	149
<b>7. კვების პროდუქტების საწნეხი მოწყობილობები .....</b>	<b>151</b>
7.1 ეურძნის ღურდოს წნეხები .....	152
7.1.1. ვერტიკალურ კალათიანი წნეხები .....	152
7.1.2. შნეკური წნეხები .....	155
7.1.2.1.წნეხების განაწილება შნეკურ წნეხებში .....	159
<b>8. მიკრობიოლოგიური პროცესების მოწყობილობები .....</b>	<b>161</b>
8.1. ალაოს წარმოების აპარატურულ-ტექნოლოგიური სქემა .....	161
8.2. მარცვლის დამღობობი როფი .....	162
8.3. საალაოები .....	164
8.3.1. ალაოს კონვეიერულ-ჩამჩებიანი გადამჩეჩი .....	166

8.3.2. დოღური სააღაოები .....	167
8.4. შამპანური ღვინომასაღების საღუღარი მოწყობიღობები .....	168
8.4.1. რეზერვუარული შამპანური ღვინოების წარმოების უწყოვეტ-ნაკაღური ხაზი .....	169
8.4.2. რეზერვუარული შამპანური ღვინოების პერიოღული მეთოღლით წარმოების აპარატული სისტემა .....	171
<b>9. კვების პროღუქტების თბური ღამუშაღების მოწყობიღობები .....</b>	<b>173</b>
9.1. ჩაის ფოთლის საღნობი მანქანა .....	173
9.1.1. ჩაის ფოთლის საღნობი მანქანის თბური გაანგარიშება .....	174
9.2. ჩაის საშრობი მანქანა .....	175
9.2.1. ჩაის საშრობი მანქანის თბური გაანგარიშება .....	177
9.3. კვების თხევაღი პროღუქტების თბური ღამუშაღების მოწყობიღობები .....	179
9.3.1. ფირფიტებიანი პასტერიზატორი .....	180
9.3.2. ღაფასოებული პროღუქტების სტერიღიზატორები .....	182
<b>10. ჭურჭლის ჰერმეტიზაციის მოწყობიღობები .....</b>	<b>185</b>
10.1. ბოთღების ღახუფვის მეთოღები ღა მოწყობიღობები .....	185
10.1.1. მრავაღპოზიციანი კარუსეღური ღამხუფი ავტომატები .....	188
10.1.2. ღამხუფი მანქანების კინემატიკური გაანგარიშება .....	192
10.2. საკონსერვო ტარის ჰერმეტიზაციის მეთოღები ღა მოწყობიღობები .....	193
10.2.1. თუნუქის ციღინღრული ქიღების ღახუფვის მეთოღები ღა მოწყობიღობები .....	194
10.2.1.1. მრავაღპოზიციანი შემომგორი მექანიზმი .....	196
10.2.1.2. ქიღების შემომგორი კარუსეღის კონსტრუქცია .....	197
10.2.1.3. შემომგორი მექანიზმის კონსტრუქცია .....	198
10.2.2. მინის ქიღების ჰერმეტიზაციის მეთოღები .....	199
10.2.3. მინის ტარის ღამხუფი მექანიზმები .....	201
<b>11. ღამხმარე ტექნოღოღური მოწყობიღობები .....</b>	<b>205</b>
11.1. ნეღღეღლის გამრეცხი მანქანები .....	205
11.2. მინის ტარის გამრეცხი მანქანები .....	207
<b>12. მოწყობიღობების ტექნიკური მომსახურების ღა რემონტის ორგანიზაცია .....</b>	<b>211</b>
12.1. მოწყობიღობების ტექნიკური მომსახურების	

და რემონტის სისტემა .....	211
12.2. რემონტის სახეები .....	214
12.3. დეტალების ცვეთის რაოდენობრივი შეფასება .....	216
12.4. სარემონტო სამუშაოების ტექნიკურ-ეკონომიკური დაგეგმვა .....	218
12.5. მანქანების ტიპური დეტალების და კვანძების აწყობა .....	220
12.5.1. ლილვების და ქუროების ურთიერთგანლაგების კონტროლი .....	220
12.5.2. კბილანური გადაცემების აწყობა .....	222
12.5.3. ღვედური და ჯაჭვური გადაცემების აწყობა .....	225
12.5.4. გორვის საკისრების დემონტაჟი და მონტაჟი .....	227
<b>გამოყენებული ლიტერატურა .....</b>	<b>230</b>



