

მამუკა ბაჩვილიძე

მცირე ფერმერული მეურნეობისათვის
საკვებწარმოების „შეფუთული“ სენაჟის
ტექნოლოგიისა და ტექნიკური საშუალებების
დამუშავება

გამომცემლობა „ქართული წიგნი“

თბილისი

2012

მონოგრაფიაში განხილულია სხვადასხვა სახის მწვანე მასებიდან “შეფუთული სენაჟის” დამზადების რესურსდამზოგი სამანქანო ტექნოლოგია და ტექნიკური საშუალებები. დასაბუთებულია მათი ტექნიკური, საექსპლუატაციო და ტექნოლოგიური პარამეტრები. ამ მიზნით მონოგრაფიაში წარმოდგენილია ჩატარებული თეორიული და ექსპერიმენტული, აგრეთვე ენერგეტიკული და ეკონომიკური კვლევის მასალები, რომლის შედეგად დადგენილია „შეფუთული“ სენაჟის დამზადების ტექნოლოგიის ეფექტურობა, მანქანის დამზადების დანახარჯები, თვითღირებულება და ეფექტიანობა. მონოგრაფიაში წარმოდგენილი მასალები და ტექნიკურ საშუალებაზე მიღებული პატენტი გამოგონებაზე შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს მეცხოველეობის ფერმებში და სოფლის მეურნეობის სხვა დარგების დასაქმებული ფერმერების და სხვა მუშაკების, მეცნიერების, კონსტრუქტორების, აგრარული დარგის მაგისტრების და დოქტორანტების მიერ, რომლებიც მუშაობენ მეცხოველეობის საკვები ბაზის მექანიზაციის და ავტომატიზაციის საკითხებზე.

რედაქტორები:

რევაზ მახარობლიძე - საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, სრული პროფესორი;

ომარ თედორაძე - ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი.

რეცენზენტები:

ელგუჯა შაფაქიძე - საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, სრული პროფესორი;

ზაზა მახარობლიძე - ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი;

მამუკა ბენაშვილი – ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, ასოცირებული პროფესორი.

С გამომცემლობა „ქართული წიგნი“

თბილისი, მაჩაბელის 15, ტელ.: + 995 2-931-737

ISBN 978-9941-9250 -0-9

სარჩევი

შესავალი - - - - - 5

თავი I. სენაქის დამზადების ტექნოლოგიების და ტექნიკური საშუალებების მიმოხილვა; კვლევის მიზნები და ამოცანები - - - - - 10

1.1 სენაქი, როგორც საკვები და მისი მნიშვნელობა პირუტყვთა რაციონში- - - - - 10

1.2 ბუნებრივი ბალახები, კულტურული მცენარეები და მათი ნარევი, რომლებიც გამოიყენება სენაქის დასამზადებლად- - - - - 15

1.3. სენაქის დამზადება კონსერვანტების გამოყენებით- - - - - 16

1.4. სენაქის დამზადების ტრადიციული ტექნოლოგიები- - - - - 19

1.5. სასენაქე ნაბეზოები და მათი სახეები- - - - - 22

1.6. „შეფუთული“ სენაქის დამზადების ტექნოლოგიების და ტექნიკური საშუალებების მოკლე მიმოხილვა --- - - - - 26

1.7. „შეფუთული“ სენაქის ბარდანების რაოდენობის, მოცულობისა და ტენიანობის განსაზღვრა- - - - - 35

1.8. კვლევის მიზნები და ამოცანები - - - - - 36

თავი II. „შეფუთული“ სენაქის დამამზადებელი მანქანის კონსტრუქციის დამუშავება - - - - - 39

2.1. სხვადასხვა სახის მწვანე მასებიდან სენაქის დამზადებისა და დარიბების ნაკადური ხაზების შესაძლო ვარიანტები- - - - - 37

2.2. სასენაქე მასის ტომრებში შეფუთვაში მანქანის კონსტრუქციის აღწერა - - - - - 41

2.3. სასენაქე მასის ტომრებში შეფუთვაში მანქანის სამუშაო პროცესის აღწერა- - - - - 44

2.4 სენაქის ტომრებში შესაფუთი მანქანის უნიკური სამუშაო ორბანო და მისი სრულყოფის შესაძლო ვარიანტები- - - - - 46

2.5. უნიკური წნეხ-საფუთავი მანქანის სამუშაო ორბანოს მუშაობის აღწერა- - - - - 51

თავი III. უნიკური წნეხ-შეფუთავის სამუშაო პროცესის თეორიული ანალიზი - - - - - 53

3.1. სასენაქე მასის დაწნეხვის პროცესზე მოქმედი ფაქტორები და მათი მოკლე ანალიზი - - - - - 53

3.2. შნეკურ წნეხ–შეფუთავში სასენაჟე მასის ნაწილაკებზე მოქმედი კალთა სისტემა-	55
3.3. მცენარეული მასის დაწნეხვის (ბამკვირვების) თეორია რეოლოგიის მეთოდების გამოყენებით	58
3.4. „შეფუთული“ სენაჟის დასამზადებელი შნეკური ტიპის საწნეხი კამერის ძირითადი პარამეტრების დასაბუთება-	64

თავი IV. „შეფუთული“ სენაჟის დამამზადებელი მანქანის კვლევა მრავალფაქტორიანი ექსპერიმენტების დაგეგმვის მეთოდით-

4.1. შნეკური ტიპის კამერაში სენაჟის დაწნეხვის ექსპერიმენტული კვლევა-	72
4.2. „შეფუთული“ სენაჟის საწნეხ–შესაფუთი დანადგარის ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები-	76
4.3. კვლევის შედეგების ანალიზი-	80

თავი V. „შეფუთული“ სენაჟის საწნეხ–საფუთავი დანადგარის ენერგეტიკული და ეკონომიკური შეფასება-

5.1. ენერგეტიკული კვლევის ტეორიული საფუძვლები-	81
5.2. ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები	83
5.3. „შეფუთული“ სენაჟის დამზადების ტექნოლოგიის ეფექტურობის დასაბუთება	87
5.4. „შეფუთული“ სენაჟის დამზადების დანახარჯები, თვითღირებულება და ეფექტიანობა	91
ძირითადი დასკვნები და რეკომენდაციები-	95
გამოყენებული ლიტერატურა	98
დანართი	104

შესავალი

ადამიანის არსებობა, მისი განვითარება, შრომისუნარიანობა და ცხოვრების დონე დამოკიდებულია ხარისხიან საკვებ ბაზაზე, რომლის სამ მეოთხედს [59] წარმოადგენს მცენარეული და ცხოველური საკვები, მათ შორის მეცხოველეობის პროდუქტები: ხორცი და რძე გამოირჩევა მაღალი ბიოლოგიური სრულფასოვნებით და წარმოადგენს ადამიანის სიცოცხლისათვის აუცილებელ საკვებ პროდუქტებს.

თანამედროვე მსოფლიოში დღითიდღე განუწყვეტლივ იზრდება მოსახლეობის რაოდენობა, რაც განაპირობებს სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების წარმოების გაზრდას, მათ შორის მეცხოველეობის პროდუქტების წარმოების გაზრდას, რაც თავისთავად მოითხოვს მეცხოველეობის განვითარებას, მის გადასვლას თანამედროვე ინდუსტრიულ რეესებზე.

მეცხოველეობის განვითარება დამოკიდებულია მდგრადი საკვები ბაზის შექმნაზე [25,47,53,56,57,] რაც მოითხოვს საკვებწარმოებისათვის საჭირო მანქანების სრულყოფას მათ შორის ტექნოლოგიურ კავშირის დახვეწილი ფორმების დამუშავებას და სათანადო მანქანათა სისტემის შექმნას [58,52,50,]

საკვებწარმოების მანქანები მსოფლიო ბაზარზე კონსტრუქციის მიხედვით ძალზე მრავალფეროვანია [61,87,85], რაც აიხსნება სამუშაო ორგანოების მრავალფეროვნებით, აგრეგატების სახეების სიმრავლითა და ერთმანეთისაგან განსხვავებული ტექნოლოგიური და კონსტრუქციული მახასიათებლებით. ამასთან საკვების ამღები მანქანების ფუნქციონალურ თვისებებს ზრდის საცვლელი მოწყობილობები [87], რომლებიც შესაძლებელს ხდის დავამზადოთ ერთმანეთისაგან სრულიად განსხვავებული საკვების სახეები.

ჩვენი ქვეყანა ოდითგან მისდევდა სოფლის მეურნეობას, რომლის ერთ-ერთი წამყვანი დარგია მეცხოველეობა. საქართველოს ბუნებრივ-კლიმატური პირობები უდიდეს შესაძლებლობას იძლევა მეცხოველეობის მაღალხარისხოვანი პროდუქტების წარმოებისათვის. ჩვენი ქვეყნის მთიანი მხარეებისათვის (კუთხეებისათვის) მეცხოველეობა ერთ-ერთი ძირითადი დარგია, ზოგი რაიონისათვის კი ერთადერთი. ამით უნდა ავხსნათ საქართველოს მოსახლეობის განსაკუთრებული დამოკიდებულება მეცხოველეობისადმი.

საქართველოს ბუნებრივი და ნათესი სავარგულები საუკეთესო საფუძველს წარმოადგენს იმისათვის, რომ ვაწარმოოთ მეცხოველეობის განვითარებისათვის საჭირო მდგრადი და მაღალხარისხოვანი საკვები, მათ შორის სენაუი. ამისათვის საჭიროა, ცალ-ცალკე სხვადასხვა ამოცანების გადაწყვეტა: 1. გაუმჯობესდეს და გაიზარდოს ბუნებრივი საძოვრების მოსავლიანობა, რაც თავისმხრივ მოითხოვს ერთის მხრივ ბალახეული კულტურების დათესვას, ხოლო მეორეს მხრივ საჭიროა განვასორციელოთ მათი გამოკვება, ნიადაგების მიხედვით, საჭირო მინერალური სასუქებით; 2. ფერმერები აღიჭურვოს თანამედროვე საკვებ-დამამზადებელი მანქანებით და მზა საკვების შესანახი სათავსოებით.

საბაზრო ურთიერთობების პირობებში, რომ აწარმოო კონკურენტუნარიანი და დაბალი თვითღირებულების პროდუქტები, უპირველეს ყოვლისა საჭიროა თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის დროული დანერგვა სოფლის მეურნეობაში. დღეისათვის საქართველოს სოფლის მეურნეობა განიცდის სტრუქტურულ ცვლილებებს, რომელშიც მკვიდრდება მეურნეობრიობის მრავალი ფორმა, იგი მოითხოვს ტექნიკურ გადაიარაღებას.

საქართველოს ტერიტორიის მრავალფეროვნება, კერძოდ მთიან რეგიონებში, სახნავ-სათესი მიწების სიმცირისა, მისი მცირეკონტურიანობისა, რთული კონტურიანობისადა არაკანონზომიერად ცვლადი რელიეფის გამო, შეზღუდულია მიწათმოქმედების განვითარება, რომელიმე დამახასიათებელი კულტურის კომპლექსური მექანიზაცია, ამიტომ ასეთ რაიონებში უფრო ფართოდ, მხოლოდ მეცხოველეობის განვითარების შესაძლებლობაა.

ქვეყნის კლიმატური პირობები რეგიონების მიხედვით ძალზე მრავალფეროვანია, რამაც თავისთავად გამოიწვია სოფლის მეურნეობის მრავალდარგობრიობა, დაწყებული ციტრუსის წარმოებიდან დამთავრებული მეცხოველეობის პროდუქტების წარმოებით. ასევე განსხვავებულია პირუტყვის საკვები ბაზაც. როგორც ავტორები [32, 33] მიუთითებენ, იმ ზონებში (I, II, III), სადაც ფართობების უმეტესი ნაწილი სახნავ-სათესია, ბუნებრივი საძოვრები შემცირებულია და პირუტყვს ზაფხულის პერიოდშიც კი დანამატის სახით ეძლევა კონცენტრირებული საკვები, ხოლო იქ სადაც მცირეა სახნავ-სათესი ფართობები, დიდია ბუნებრივი სათიბ-საძოვრების წილი; ასეთია IV, V, VI და VII ზონაში განლაგებული რაიონების მიწის ფონდი, რომელიც ძირითა-

დად მთაგორიანია, სადაც ჯიშთან მსხვილფეხა-რქოსან პირუტყვს (მრკ) მოძრაობა უჭირს.

საქართველოს მთაგორიანი ველ-მინდვრები ზაფხულობით იფარება მრავალფეროვანი საკვები ბალახებით, რომლებიც საუკეთესო საზაფხულო საძოვრებს და სათიბებს წარმოადგენენ, განსაკუთრებით IV, V, VI და VII ზონაში განლაგებულ რაიონებში, სადაც ზაფხულის პერიოდში მიმდინარეობს პირუტყვის საზაფხულო ბანაკური შენახვა და საზამთროდ თივის დამზადება.

ბალახეულ კულტურებს, რომელიც ცხოველისათვის წარმოადგენს საუკეთესო საკვებს, ყოფენ სამ ჯგუფად: სარწყავი, მდელოს და ნათეს ბალახებად [15,23,47,55]. მათი სიხშირე 1მ^2 -ზე ცვალებადობს საკმაოდ დიდ ზღვრებში 2000-20000მდე. ისინი ყვავილობის პროცესში შეიცავენ მაქსიმალური რაოდენობის საკვებ და არომატულ ნივთიერებებს. ბალახეული კულტურებიდან შეიძლება დავამზადოთ თივა, სენაჟი და სილოსი.

სენაჟი მიიღება ბალახეული კულტურებიდან, რომლის ტენიანობა 50-55% და დაკონსერვებულია, ე. ი. ასეთ მასას ვინახავთ ანაერობულ პირობებში. სასენაჟე მასის დაკონსერვება მიმდინარეობს ფიზიოლოგიურად მშრალ გარემოში. 50-55%-მდე ტენიანობის მცენარეულ უჯრედებში იქმნება პირობა, რომელიც აღემატება მრავალი ბაქტერიების შემწვავ ძალას. ასეთ ტენიანობის მასაში სიდამპლისა და ზეთოვანმჟავა ბაქტერიები ცუდად მრავლდებიან.

ჩვენს ქვეყანაში მომხდარმა საკუთრების რეფორმამ გამოიწვია არსებული მსხვილი მეცხოველეობის ფერმების და კომპლექსების გაუქმება-დაშლა და მათ ნაცვლედ ჩამოყალიბდა მცირე გლეხური ფერმერული მეურნეობები, მაგრამ მათთან ერთად არსებობს საშუალო 100, 200 და 400 სულიანი მრკ-ს ფერმები.

სახელმწიფო ქონების რეფორმამ ქვეყანაში გამოიწვია მრკ რაოდენობის გაზრდა, რაც გამოწვეულია ქართველი გლეხის განთავისუფლებით იმ სახელმწიფო შეზღუდვებისაგან, რაც ახასიათებდა საბჭოურ კომუნისტურ სისტემას. მაგრამ მასვე მოჰყვა მრკ ჯიშების გაუარესება (დეგრადაცია), რის მიზეზიცაა უკონტროლო, უჯიშო და მცირე ასაკის მქონე ბულა-მწარმოებლების (მოზვრების) მიერ ფურების განაყოფიერება. ამიტომ სახელმწიფომ თავის თავზე აიღო საზღვარგარეთიდან ერთის მხრივ გრძელვადიანი და

დაბალპროცენტული განაკვეთით სესხების გაცემა მაღალმწარმოებლური ფურების ჩვენს ქვეყანაში შემოყვანისათვის, ხოლო მეორეს მხრივ საზღვარგარეთიდან ჯიშინი ბუდამწარმოებელის სპერმის შემოტანა და ამ სპერმით ადგილობრივი ჯიშების შერჩევითი განაყოფიერება.

გაიზარდა მრავალპროდუქტების წარმოება, მაგრამ ამასთან ერთად გაჩნდა ახალი პრობლემები, მოიშალა ფერმებში არსებული საკვების საამქროები და შესაბამისად შეწყდა საკვების კვებისწინა შემზადება, რაც თავისთავად არასასურველ პირობებს ქმნის ცხოველთა გამოკვებისათვის. ამასთან გაიზარდა ერთეული წარმოებული პროდუქციისათვის საჭირო შრომის ხარჯი, რადგან თითქმის ყველა სამუშაო სრულდება ხელით. ამასთან მცირე ფერმერული მეურნეობის პირობებში შეუძლებელია პირუტყვის პროდუქტიულობის ზრდა, პირიქით უარესდება მისი ჯიშობრივი თვისებები და შესაბამისად მცირდება მისი პროდუქტიულობაც. ასევე შეუძლებელია და არა რენტაბელურია ყველა საჭირო სამუშაო პროცესების სრული მექანიზაცია და მითუმეტეს ავტომატიზაცია, რომელიც მოითხოვს დიდი რაოდენობის კაპიტალ დაბანდებას, განსაკუთრებით თანამედროვე ტექნიკისა და ტექნოლოგიების გამოყენებისას, მცირე ფერმერულ მეურნეობის პირობებში.

თანამედროვე მსოფლიოში ნებისმიერი დარგის განვითარება დაკავშირებულია სამეცნიერო-ტექნიკურ პროგრესთან და სახალხო მეურნეობაში მათ დროულ დანერგვასთან [3,11,15]. ყოველწლიურად იზრდება და კიდევ უფრო მეტად გაიზრდება ადამიანის ტექნიკური და ენერგეტიკული აღჭურვილობა. პროდუქციის წარმოების ციკლში ინტენსიურად ინერგება ისეთი ტექნოლოგიები, სადაც ოპერაციები მიმდინარეობს თანამედროვე კომპიუტერული სისტემების გამოყენებით, რომლის განხორციელება შესაძლებელია მხოლოდ დიდ ფერმებსა და კომპლექსების პირობებში, სადაც შესაძლებელია მაქსიმალურად გამოვიყენოთ თანამედროვე სამანქანო ტექნოლოგიები და მათი მწარმოებლობა. ყოველივე ეს შესაძლებელს ხდის კიდევ უფრო მეტად გაზარდოთ მეცხოველეობის პროდუქტების წარმოება და შევამციროთ ერთეულ წარმოებულ პროდუქციაზე საკვებისა და შრომითი დანახარჯები, რაც თავის მხრივ შეამცირებს პროდუქციის თვითღირებულებას.

იმისათვის რომ ჩვენი ქვეყნის მოსახლეობა უზრუნველყოფილი იყოს მაღალი ხარისხის ხორცისა და რძის პროდუქტებით და ამასთან მოვახდინოთ მისი ექსპორტი, საჭიროა მეხორცეული და მერძეული მიმართულების მსხვილ-

ფეხა პირუტყვისათვის, ქვეყანაში შეიქმნას მყარი საკვები ბაზა, რაც მოითხოვს საკვების დამზადებისათვის ახალი ტექნოლოგიების და ტექნიკური საშუალებების დანერგვას, რომელიც შესაძლებელს გახდის მეწველი და მესორცული მიმართულების საქონლისათვის დამზადდეს სენაუი და სილოსი, მათ შორის „შეფუთული სენაუი“ ახალი ტექნოლოგიით საზღვარგარეთიდან შემოტანილი მანქანათა სისტემის გამოყენებით. ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოში მეცხოველეობისათვის საკვების დამზადება ხდება მცირე კონტურიან, ფერდობზე განლაგებულ, გზისპირა და ტყისპირა ნაკვეთებზე, სადაც საზღვარგარეთიდან შემოტანილი სერიული მანქანების გამოყენება შეუძლებელია. ასეთ პირობებში მიზანშეწონილია დამუშავდეს შესაბამისი მცირე მექანიზაციის ტექნიკური საშუალებები.

თავი I. სენაჟის დამზადების ტექნოლოგიის და ტექნიკური საშუალებების მიმოხილვა; კვლევის მიზნები და ამოცანები.

1.1. სენაჟი, როგორც საკვები და მისი მნიშვნელობა პირუტყვთა რაციონში

მეცხოველეობის პროდუქტების წარმოება და მისი თვითღირებულება ძირითადად დამოკიდებულია საკვებზე [19,20,21]. ზოგადად ცნობილია, რომ მეცხოველეობის პროდუქტების წარმოებისას გაწეული დანახარჯები, ფულადი სახით, 45–55% მოდის საკვებზე. მრპ-ის, როგორც მცოხნელის, რაციონში უდიდესი ადგილი უკავია ღეროვან საკვებს [18], რომლის ხარისხზე დიდადაა დამოკიდებული პირუტყვის საკვების კვებითი ღირებულება. ტრადიციულად ზამთრის პერიოდისათვის მეწველი პირუტყვის საკვებს წარმოადგენს თივა და სილოსი, რომლებიც ხასიათდებიან დაბალი კვებითი ღირებულებით, რაც მეცხოველეს აიძულებს ზამთრის პერიოდში რაციონი გაამდიდროს კონცენტრირებული საკვებით.

ამ საკვებთა ალტერნატივას წარმოადგენს სენაჟი [14,15,16], რომელსაც სრულად შეუძლია შეცვალოს თივა და სილოსი. ეს არის ზამთრის საკვების ერთ-ერთი სახეობა, რომელიც მაქსიმალურად ინახავს საკვების კვებით ღირებულებას. მაგალითად 100კგ სენაჟი შეიცავს 35–45კგ. საკვებ ერთეულს, 450–460გ კალციუმს, 200–220 გ ფოსფორს, 3000 –4000მგ კაროტინს. დაბალი 43–52 % ტენიანობის გამო არ იყინება.

მსოფლიოში ბოლო 30 წლის მანძილზე ყოველწლიურად იზრდება სენაჟის წარმოება, რომელიც შეიძლება იყოს სხვადასხვა სახის მარცვლეული კულტურების და პარკოსანი კულტურების დამოუკიდებელი დაკონსერვებული მასის ან ნარევის სახით. ასეთი მასის დამზადებისას სასენაჟე მასის დაქუცმაცება მიმდინარეობს პასტის მიღებამდე, რომელიც შემდეგ საუკეთესო დანამატს წარმოადგენს საკვების მომზადებისას. დღეისათვის მოცულობით საკვებში იგი 50% შეადგენს [16].

სენაჟის დამზადებისას ტექნოლოგიის დაცვა, შესაძლებელს ხდის რაციონში შევამციროთ კონცენტრირებული საკვები. მეწველი პირუტყვის კვები-

სას ხარისხიანი სენაჟი შეიძლება გამოყენებული იყოს როგორც ერთადერთი მოცულობითი საკვები [21,53].

საკვების ხარისხის გაზრდა წარმოადგენს ერთ-ერთ რეალურ და შესაძლებელ რეზერვს მტკიცე საკვები ბაზის შესაქმნელად [53]. საკვების ხარისხის გაუმჯობესების პრობლემა არის კომპლექსური, რომელიც გათვალისწინებული უნდა იყოს საკვები ნედლეულის წარმოების დროს; ასევე მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული სასენაჟე მასის ჩასადებ საცავში ჩადების მიმართ წაყენებული მოთხოვნები და ეკოლოგიური უსაფრთხოება. ანალიზის შედეგად დადგენილი სილოსის ქიმიური შემადგენლობა მოყვანილია ცხრილში 1.1.

საწყისი მასის ქიმიური შემადგენლობა და მზა სილოსის ბიოლოგიური და ქიმიური კონსერვანტები (გ/კგ) ნატურალურ საკვებში.

ცხრილი 1.1.

მაჩვენებელი	საწყისი მასა	უკონსერვანტო კონტროლი	სენაჟი ბიოტოფოთით	სენაჟი ბიოტალმით	სენაჟი AIB-200 3ლ/ტ	სენაჟი AIB-200 4ლ/ტ
2	3	4	5	6	7	8
ტენი	523,4	557,2	542,9	539,8	534,4	530,5
მშრალი ნივთიერება	476,6	442,8	457,1	460,2	465,7	469,5
ორგანული ნივთიერება	435,4	404,3	413,4	419,8	426,7	430,8
პროტეინი	61,8	58,4	58,1	56,9	64,5	63,1
ცხიმი	17,0	19,6	19,4	17,8	19,0	18,8
უჯრედოვანა	136,3	152,9	147,5	150,5	146,4	141,8
ნახ	220,3	173,4	188,4	194,6	196,8	207,1
კაროტინი	34	22	25	27	29	31

სენაჟი ტრადიციულად წარმოადგენს რთულ საკვებს, ამიტომ მკაცრად უნდა იყოს დაცული მისი დამზადების ტექნოლოგია. ხარისხობრივი და რაოდენობრივი დანაკარგები მიმდინარეობს მისი დამზადების ყველა ეტაპზე: მინდორში შრობისას, არა საკმარისი გამკვრივებისას (დაწნეხვა), არასრული ჰერმეტიულობისას, სასენაჟედან ამოღებისას და დარივებისას. ავტორი [57] მიუთითებს, რომ დამზადებული სენაჟის ჯამური დანაკარგი 20-25%-ს შეადგენს.

სენაჟში, სილოსთან შედარებით, მცირედ მიმდინარეობს რქემჟავა ბაქტერიებით გამოწვეული დუღილი. ამიტომ ასეთი საკვები მცირედ მჟავდება, ვიდრე სილოსი და იგი ნაკლებად განსხვავდება ახლად მოთიბული ბალახისაგან. მხოლოდ ობის წარმომქმნელ სოკოვან ბაქტერიებს, აქვთ შედარებით დიდი შეწოვის ძალა, ვიდრე სხვა ბაქტერიებს, ამიტომ სოკოვან ბაქტერიებს შეუძლიათ განვითარდნენ 50-55% ტენიანობის ბალახებში. სოკოვანი ბაქტერიების განვითარების შეჩერება შესაძლებელია მხოლოდ სასენაჟე მასის ჰაერისაგან სრული იზოლაციით (ჰერმეტიკობით). სილოსთან შედარებით სენაჟში მეტად ინახება შაქარი და ნაკლებად გროვდება მჟავები.

სხვადასხვა ქვეყნების: აღმოსავლეთ და დასავლეთ ევროპის, უკრაინის, ბელორუსიის, ყაზახეთის, რუსეთის, უზბეკეთის და სხვა ქვეყნების ფერმერული მეურნეობების მონაცემების შედარებითი ანალიზის საფუძველზე, პრაქტიკულად შეფასებულია „შეფუთული“ სენაჟის გამოყენების საერთო ეფექტიანობა[50].

ლიტერატურაში ცნობილია [50,58], რომ ჩატარებული კვლევებით, რომლის მიზანი იყო სენაჟის გამოყენების ეფექტურობა, დადგინდა, რომ სენაჟი ამცირებს საკვების ხარჯს ერთეულ წარმოებულ პროდუქციაზე. კერძოდ, თუ 4,5კგ თივას და 7,0კგ ჭარხალს შევცვლით 9,0კგ სენაჟით, წველადობა გაიზრდება 0,9%-ით; შემცირდება საკვები ერთეულის დანახარჯი 0,08%-ით, რომელიც ღირებულების სახით იქნება 25,7%.

მეწველი პირუტყვის რაციონში სენაჟის გაზრდა 9–10კგ-დან 20კგ-მდე, 10კგ სილოსის და 14კგ საკვები ჭარხალის ნაცვლად, წველადობას ზრდის 5,7%-ით, ხოლო ყოველ 1 ლ მოწველილ რქეზე დანახარჯი საკვების სახით მცირდება 0,13 საკვები ერთეულით.

სენაჟის მჟავიანობა (pH), იმის მიხედვით თუ რომელი სახის ბალახია გამოყენებული, ცვალებადობს ზღვრებში 4,4-5,5 [58]. სენაჟის დამზადების ტექნოლოგიის დაცვისას, საკვები ნივთიერებების საერთო დანაკარგი სენაჟში, ბალახთან შედარებით შეადგენს 15%-ს. ე.ი. სამყურა ტიმოფეევკას მასისაგან დამზადებული სენაჟის კვებითი ღირებულება იცვლება 1-დან–0,67მდე, იმის მიხედვით თუ რომელ ფაზაში მოვახდენთ სასენაჟე მასის გათიბვას. ამასთან 1კგ ბალახისგან შეიძლება მივიღოთ 0,2კგ თივა, რომლის კვებითი ღირებულება 0,24 საკვები ერთეულის ტოლია, მაშინ როცა იმავე

მასის გათიბული ბალახისგან, სენაჟის დამზადებისას მივიღებთ 0,526 საკვებ ერთეულს, რაც 10-ჯერ და მეტად აღემატება თივის კვებით ღირებულებას.

სენაჟის კვებითი ღირებულება დამოკიდებულია ბალახის ვეგეტაციის ფაზაზე და სასენაჟე მასის-ბალახის საწყის ტენიანობაზე [58,59,60,61]. სხვადასხვა ფაზაში დამზადებული, ბალახის სენაჟის კვებითი ღირებულება სხვადასხვაა. იგი რომ იყოს მაღალი კვებითი ღირებულების უნდა შეესაბამებოდეს ცხრილებში 1.2, 1.3 მოცემულ სიდიდეებს (მონაცემები აღებულია სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის – ВНИИкорм მიერ).

ბალახის სენაჟის კვებითი ღირებულება

ცხრილი 1.2.

	ბალახის სახე	აღების ფაზა	1 კგ საკვებში არსებული მშრალი ნივთიერებები	
			საკვები ერთეულები	მონელებადი პროტეინი, გრ
	2	4	5	6
	სამყურა	დაღეროვნება	1,0	138
	ტიმოფეევკა	კოკრიანობა	0,87	85
		ყვავილიობა	0,67	62
	იონჯა	კოკრიანობა	0,85	140
		ყვავილიობა	0,81	116
	სამყურა	კოკრობის დასაწყისი	0,93	142
		კოკრიანობა	0,86	123
		ყვავილობა	0,76	102

სენაჟის მასის კვებითი ღირებულება ტენიანობის მიხედვით

(მონაცემები მიღებულია მეცხოველეობის ინსტიტუტის და ლატვიის მეცხოველეობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მიერ)

ცხრილი 1.3.

	ბალახი	მასის % ტენიანობა	100კგ. სენაჟში არის				
			საკვები ერთეული	მონელებადი პროტეინი, კგ.	კალციუმი გრ.	ფოსფორი გრ.	კაროტინი გრ.
	2	3	4	5	6	7	8
	სამყურა	60-მდე	30-35	3,5-4,5	380-450	90-100	3,3
	სამყურა	50-მდე	38-42	4,5-5,5	500-520	100-20	4,1
	ცერეცო-ქერით	50	30	2,9	380	100	4,4

ცერეცო-ქერიო	60	36	3,3	470	130	5,0
--------------	----	----	-----	-----	-----	-----

მეწველი პირუტყვის ზამთრის საკვებ რაციონში უდიდესი ადგილი უკავია სენაჟს, რომლის ნორმები საქართველოს პირობებისათვის წლიურ საკვებ რაციონში % - ლად მოტანილია ცხრილში 1.4.

სენაჟის კლასის და ხარისხის დადგენის ნორმები

ცხრილი 1.4.

№	მაჩვენებლების დასახელება	სენაჟის კლასი		
		1	2	3
1	2	3	4	5
1	მშრალი ნივთიერებების მასური ნაწილი %-ში	40-60	40-60	40-60
2.				
ენაჟში პროტეინის მასური ნაწილი %-ში ბალახეული კულტურების მიხედვით არა უმცირეს:				
2.1	პარკოსანი კულტურები (გარდა სამყურის)	16	14	12
2.2	სამყურა	15	13	11
2.3	მარცვლეული – პარკოსანი ბალახები	13	11	3
2.4	მარცვლეული ბალახები	12	10	8
3.				
ენაჟში პროტეინის მასური ნაწილი %-ში ბალახეული კულტურების მიხედვით არა უმეტეს:				
3.1	მშრალ ნივთიერებაში უჯრედოვანა	30	33	35
3.2	მშრალ ნივთიერებაში ზეთოვანი მჟავები	-	0,3	0,6
3.3	მშრალ ნივთიერებაში ზეთები	10	11	13

საქართველოს პირობებში საკვების სანიმუშო ნორმები პირუტყვის წველადობის მიხედვით

ცხრილში 1.5.

ფურის წველადობა	წლიური საკვები რაციონის, % სტრუქტურა								
	თივა	სენაჟი	ჩალა	სილოსი	ძირხვენები	წვანე საკვები	კონცენტრატი	სულ	
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2500	9	8	-	17	2	50	14	100	
3000	8	8	-	17	4	48	15	100	

	3500	7	7	-	16	3	47	20	100
	4000	8	7	-	14	3	45	23	100
	4500	8	6	-	12	3	43	28	100

12. ბუნებრივი ბალახები, კულტურული მცენარეები, და მათი ნარეგები, რომლებიც გამოიყენება სენაჟის დასამზადებლად

იმისათვის რომ დამზადებული სენაჟი პასუხობდეს წაყენებულ მოთხოვნებს, საჭიროა მის დასამზადებლად გამოვიყენოთ მრავალწლიანი პარკოსანი კულტურები [1,17,47], როგორცაა სამყურა, იონჯა, ექსპარსეტი და მათი ნარევი მდელოს მარცვლოვან ბალახებთან. პარკოსან მცენარეებს თიბავენ კოკრობის პერიოდის დასაწყისში; მარცვლოვან ბალახებს კი თიბავენ, როცა მისი ნაყოფი შედის სიმწიფის ფაზაში, არა უგვიანეს მისი დათავთაგების პერიოდში.

სენაჟის დამზადებისათვის ყველაზე უკეთესია ბალახის მოთიბვა ვაწარმოთ ნაყოფის-მარცვლის ცვილისებრი (რძისებრი) სიმწიფის პერიოდში, რადგან ამ დროს მცენარეში არის მაქსიმალურად დაგროვილი საკვები ნივთიერებები; ამიტომ ასეთი საკვები წარმოადგენს მაღალი კვებითი ღირებულების საკვებს.

ხარისხიანი სენაჟის დამზადებისათვის საჭიროა, რომ ასაკრეფი მწვანე მასის ტენიანობა იყოს 50-55%-ის. ზოგიერთი ავტორი კი მიუთითებს, რომ სენაჟის დასამზადებლად შეიძლება გამოვიყენოთ 45-60% ტენიანობის მასა [62], ზოგი უფრო დაბალი 40-55% ტენიანობის მასასაც მიუთითებს [61].

ბოლო პერიოდში [64] სენაჟის დასამზადებლად ერთწლიან მარცვლოვან და პარკოსან ბალახეულ კულტურებთან ერთად, გამოიყენება საფურაჟე მარცვლეული კულტურები, რომელთა მოთიბვა მიმდინარეობს ცვილისებრი სიმწიფის პერიოდში, ამიტომ მას უწოდებენ „მარცვალსენაჟს“ ე.ი. „მონოსაკვებს“. აღნიშნული საკვები მზადდება მრავალწლიანი და ერთწლიანი ბალახებისგან, რომელთა აღება მიმდინარეობს გაცილებით ადრეულ პერიოდში, ამ პერიოდში მარცვალი ჯერ კიდევ არაა შესული ცვილისებრი სიმწიფეში. მარცვალსენაჟი მზადდება იმავე ტექნოლოგიით და პრინციპით, რა სახითაც მზადდება ჩვეულებრივი სენაჟი [65].

საკვებში, რომელიც მზადდება მხოლოდ მარცვლეული (ქერი, შვრია) კულტურებისგან, მონელებადი პროტეინი ერთ კგ საკვებ ერთეულში არის

მხოლოდ 60-65 გრ [66]. პარკოსან კულტურებში (ცერცველა, იონჯა, ბარდა), შესაძლებელია დაკონსერვებულ საკვებში მივალწიოთ ერთი საკვები ერთეულის ზოტექნიკურ ნორმებს (100-105 გრ). მარცვლეული საკვების ცვილისებრ სიმწიფეში აღებისას იგი შეიცავს 30-35%-ით მეტ საკვებ ერთეულს, ვიდრე რძისებრ სიმწიფეში, 20-25%-ით მეტს ვიდრე მარცვლის სრული სიმწიფისას, ამიტომ სენაჟის დასამზადებლად გამოიყენება მწვანე სიმინდი [65], რომლის კვებითი ღირებულება მოცემულია ცხრილში №1.6.

სიმინდის მასისგან დამზადებული საკვების კვებითი ღირებულებები

ცხრილი 1.6.

№	განვითარების ფაზა	ერთ კგ. მშრალ ნივთიერებაში შედის								
		СВ %	Сз %	СП %	Ск %	Ое მДЖ.	СА გ.	p გ.	Mg. გ.	Na. გ.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ტაროს ჩამოყალიბების დასაწყისი	17	71	90	277	9,6	4,6	3,0	1,6	0,9
2	სიმწიფის დასაწყისი	22	59	91	233	10,1	3,9	2,6	2,3	0,4
3	ცვილისებრ სიმწიფეში	27	52	89	212	10,5	2,8	2,2	2,0	0
4	ცვილისებრ სიმწიფეში, ტაროს მასსა M=50%-ს	32	48	90	185	11,1	2,8	2,2	2,0	0

1.3. სენაჟის დამზადება კონსერვანტების გამოყენებით

ლიტერატურული წყაროების ანალიზით [17,18,21] ირკვევა, რომ სენაჟის დამზადების ორი ძირითადი ხერხია ცნობილი:

1. სასენაჟე 50–55% ტენიანობის მწვანე შემჭკნარი მასის ბუნებრივი დაკონსერვება. ამ დროს 20–30მმ-ის სიგრძეზე დაქუცმაცებული სასილოსე მასა, სპეციალურ საცავში გამკერივდება 300–400 კგ/მ³–მდე და ჰერმეტიულად გადაიხურება პოლიეთილენის აფსკით, რომელსაც ზემოდან გადაეფარება თბოსაიზოლაციო მასალა (მიწა, თივა, უხეში საკვები, ჩალა და ა. შ.);
2. სასენაჟე იგივე სახის მასა კონსერვანტებთან ერთად ჩაიდება იმავე სახით, როგორც ბუნებრივი დაკონსერვებისას.

საკვების დაკონსერვებისათვის აუცილებელია დუდილის პროცესი, რომლის დროსაც საკვებში გროვდება იმდენი მჟავები, რამდენიც საჭიროა საკვების დაკონსერვებისათვის. ამ დროს 20–30%–მდე იკარგება საკვებში არსებული ბიოქიმიური ნივთიერებები [60], მათ შორის პირველ 7 დღეს 10%. იმისათვის, რომ მიიღონ მაღალხარისხოვანი საკვები, იყენებენ კონსერვანტებს, ამით შესაძლებელი ხდება საკვებში მივიღოთ ოპტიმალური მჟავიანობა (pH=4,2–4,5) და შევინარჩუნოთ საკვების ბიოქიმიური შემადგენლობა.

როგორც ზემოთ აღწერილიდან ჩანს, სასენაჟე მასის ბუნებრივი და ხელოვნური დაკონსერვება ერთნაირია, განსხვავებაა მხოლოდ გამოყენებულ კონსერვანტებში. დღეისათვის გრძელდება კვლევები, დასაკონსერვებელი სასილოსე მასის კონსერვანტებით დუდილის შესახებ 5–30დღე–დამის გამნავლობაში, რომლის მონაცემები მოტანილია ცხრილში 1.7.

სენაჟის მასაში ნახშირორჟანგის გამოყოფის დინამიკა

ცხრილში 1.7.

№	სენაჟი	5 დღე–დამის შემდეგ	15 დღე–დამის შემდეგ	30 დღე–დამის შემდეგ
1	2	3	4	5
1	საკონტროლო კონსერვანტების გარეშე	445 ± 13	764 ± 13	998 ± 13
2	ბიოტროფით	595 ± 27	692 ± 17	763 ± 14
3	ბიოტალით	514 ± 45	585 ± 29	609 ± 33
4	АИВ-2000 პლიუს 3 ლიტრი/ტ-ზე	294 ± 13	321 ± 9	303 ± 11
5	АИВ-2000 პლიუს 4 ლიტრი/ტ-ზე	197 ± 7,5	275 ± 7,5	337 ± 7,5

ლიტერატურული მასალებიდან [18] ცნობილია, რომ გაზრდილი 4 ლიტრი რაოდენობით კონსერვანტის „AIB-2000 პლიუს“ შეტანისას დუდილის ინტენსივობა მცირდება 14,2%-ით, ხოლო ბიოლოგიური კონსერვანტების გამოყენების შემთხვევაში, ბიოქიმიური პროცესები მცირდება 1,3–1,6 ჯერ, ვიდრე საკონტროლოში, მაგრამ 1,5–2,3 ჯერ მეტად ვიდრე ქიმიური კონსერვანტების შემთხვევაში.

საყურადღებოა, რომ ნახშირორქანით დაკონსერვებისას პირველ 5 დღე-ღამეში საერთო მასიდან გამოიყოფა 78–84% რქემჟავა, როცა საკონტროლოშია მხოლოდ 45%. ეს გამოწვეულია ბიოკონსერვანტის ჩათესილი მიკროორგანიზმების აქტიური მუშაობით.

იმავე ლიტერატურიდან, ერთი თვის შემდეგ მასაში ორგანოლექტიკური შეფასებით, რომელიც მიმდინარეობდა ჩაღებიდან ყოველ თვე, აჩვენა, რომ სენაჟი ქიმიური კონსერვანტებით ხასიათდებოდნენ დაბალი სიმჟავის სუნით, იმ დროს როცა, ყველა დანარჩენს ჰქონდა ხილის სიმჟავე. გადამწყვეტ პირობას, რომელიც განსაზღვრავს საკვების ხარისხს, წარმოადგენს ნივთიერებათა მჟავე რეაქცია, რომელიც მიმდინარეობს ორგანოლექტიკური მჟავეებით, განსაკუთრებით რქემჟავა, ძმარმჟავა და საკვებში არსებული შაქრებით.

ცდების დროს, როგორც მიუთითებს ავტორი [18], საკონტროლოსთან შედარებით, შეიმჩნეოდა უფრო დაბალი სიმჟავის pH = 4,50–4,72 რეაქციები, ნაცვლად pH = 4,91. ცდების შედეგები მოცემულია ცხრილში 1.8.

სხვადასხვა კონსერვანტებით დაკონსერვების ეფექტურობის მაჩვენებლები

ცხრილი 1.8.

№	სენაჟი	pH	ამიაკის შემცველობა, %	მშრალი ნივთიერებების დანაკარგი, %
1	2	3	4	5
1	საკონტროლო კონსერვანტების გარეშე	4,91	0,128	16,8
2	ბიოტროფით	4,68	0,113	14,2
3	ბიოტალით	4,50	0,108	13,7
4	AIB-2000 პლიუს 3 ლიტრი/ ტ-ზე	7,72	0,090	12,9
5	AIB-2000 პლიუს 4 ლიტრი/ ტ-ზე	4,64	0,086	12,8

როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს, უმჯობესია სენაჟი გაწარმოთ კონსერვანტების გამოყენებით, თუმცა მისი გამოყენება თავისთავად ზრდის

წარმოებული სენაჟის შრომატევადობას და თვითღირებულებას, ამიტომ წინასწარ უნდა განხორციელდეს გათვლა და ისე ვაწარმოოთ სენაჟის სხვადასხვა სახით დამზადება.

1.4. სენაჟის დამზადების ტრადიციული ტექნოლოგიები

მრკ-ის ზამთრის სეზონში გამოსაკვებად შეიძლება გამოვიყენებული იქნეს სხვადასხვა სახის და ურთიერთ განსხვავებული ტექნოლოგიით შენახული საკვები, როგორცაა სილოსი და სენაჟი. ამათგან მაღალი კვებითი ღირებულებით ხასიათდება სენაჟი.

სენაჟის დამზადება ნაკლებადაა დამოკიდებული კლიმატურ პირობებზე, ვიდრე თივის დამზადება. სასენაჟედ მოთიბული მასა სასურველ ტენიანობამდე 45-55%-მდე, რომ დავიდეს, იმის მიხედვით, თუ როგორია მოთიბვის პროცესში მწვანე მასის ტენიანობა, კარგ ამინდში საკმარისია 2-4 საათი, ზოგიერთი მაღალტენიანი ბალახის შემთხვევაში 4-7 საათი, ხოლო ღრუბლიან ამინდში კი ეს დრო საკმაოდ დიდია 1-2 დღე [14,15,16]. ცვლადი ამინდის პირობები ბალახეული კულტურების სასენაჟედ აღებისას შესაძლებლობას იძლევა გავზარდოთ აღების ტემპი, ამასთან იზრდება მასაში საკვები ნივთიერებების რაოდენობა და უმჯობესდება მათი მონელება, ამასთან რაც უფრო მცირეა მასის დაჭკნობის და სასენაჟე მასის ჩადების დრო, მით მაღალია მიღებული საკვების კვებითი ღირებულება [16]

სენაჟის დამზადებისას ბალახის აღება წარმოადგენს მეორად ფაქტორს და ნაკლებ გავლენას ახდენს დამზადებული საკვების ხარისხზე, საკვებში მონელებადი პროტეინის რაოდენობაზე, უჯრედოვანას ვიტამინების და სხვა საკვებ ელემენტების რაოდენობაზე.

სენაჟის დამზადების ტექნოლოგიის დაცვისას კვებითი ღირებულებების დანაკარგი არის შედარებით მცირე, ვიდრე თივისა და სილოსის დამზადებისას.

შრომითი დანახარჯები სენაჟის დამზადებისას შედარებით მცირეა, ვიდრე სხვა სახის საკვების დამზადებისას [16]. ყოველ ერთი საკვები ერთეულის თივის დასამზადებლად იხარჯება 2,4 კაც.სთ; სილოსის დროს 1,1, ხოლო სენაჟის დამზადებისას 0,8კაც.სთ. ეს განპირობებულია ძირითადად იმით, რომ სენაჟის კვებითი ღირებულება გაცილებით დიდია, ვიდრე სილოსის. ამასთან სენაჟის ყოველი საკვები ერთეულის დამზადება მოითხოვს

შედარებით ნაკლებ კაპიტალურ დანახარჯებს, შესანახი სათავსოების მოსაწყობად.

მაღალხარისხიანი სენაჟის დამზადებაში, დიდი მნიშვნელობა აქვს, მწვანე მასის მოთიბვის სიმაღლეს. ბალახის მოჭრის ყველაზე ოპტიმალური სიმაღლეა 5-7სმ. მოჭრის სიმაღლის გაზრდა იწვევს მოსავლიანობის შემცირებას, ხოლო მოჭრის სიმაღლის შემცირება იწვევს დაჭუჭყიანებას და ბალახის ძირების დაზიანებას, რაც შემდგომი მოთიბვისათვის ამცირებს მოსავლიანობას. მოთიბული მასის სწრაფად და თანაბარი დაჭკნობისათვის, სასურველია მოთიბვის პროცესთან ერთად გაწარმოთ გათიბული მასის დატყლეუვა, ამის შედეგად გაჭკნობის პროცესი 1,5-2-ჯერ ჩქარდება. ამისათვის გამოიყენება თვითმავალი სათიბ-საქუცმაცებელი მანქანები.

დამჭკნარ მწვანე მასას, ბალახს აკრეფის პროცესშივე აქუცმაცებენ 60-80მმ-ის სიგრძეზე, ამ დროს საკვები ნივთიერებების დანაკარგი მინიმალურია, ხოლო სენაჟის ხარისხი მაღალი. მრავალი მკვლევარის დაკვირვება გვიჩვენებს მწვანე დამჭკნარი მასის დაჭრის ოპტიმალური სიგრძეა 30მმ, რომელთა რაოდენობა მთლიან მასაში უნდა იყოს 75%. ტრანშიში დამზადებისას მისი სიგრძე შეიძლება გაიზარდოს 50მმ-მდე. ეს გამოწვეულია იმით, რომ მცირე ნაწილებად დაქუცმაცება შესაძლებელს ხდის დატკეპნისას გავზარდოთ მასის სიმკვრივე.

იმისათვის, რომ ვაკონტროლოთ, სწორად მიმდინარეობს თუ არა სენაჟის დამზადება, უნდა ვაკონტროლოდ მასის ტემპერატურა. იგი არ უნდა აღემატებოდეს $308-310^{\circ}\text{K}$ ($35-37^{\circ}\text{C}$) გამჭკნარი მწვანე მასის ჩადებისას მასაში წარმოიქმნება შედარებით მეტი სითბო ვიდრე სილოსში. კოშკში ჩატვირთვის დრო არ უნდა აღემატებოდეს 5 დღეს, ხოლო ტრანშიში 3 დღეს. აქედან გამომდინარე სენაჟის დამზადებისას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს სილოსის დამზადებისათვის განკუთვნილი ნაგებობის ფორმას და ზომებს. კოშკში სენაჟის ჩატვირთვისას მასის ტენიანობა უნდა იყოს 45-55% ხოლო ტრანშიში 55-60%. ტენიანობის ქვედა დონე განსაზღვრულია მასაში ტემპერატურის აწევით – რაც წარმართავს მიკრობიოლოგიურ პროცესებს.

ტრანშიში ჩატვირთვისას ძნელია სრულად გამოვდევნოთ ჰაერი, ამისათვის დასაშვებია დაქუცმაცებული მასა იყოს 60%-ანი. ასეთ საკვებში შესაძლებელია რძემჟავა დუღილი მიმდინარეობდეს არა ინტენსიურად,

მაგრამ მისი როლი განსაზღვრულია და საკვები განიცდის დაობებას მშრალი ნივთიერებების დიდი შემცველობის გამო.

ჩატარებული ცდების შედეგები [25] მეტყველებს, რომ მწვანე მასის დაჭრის სიგრძე ასევე მოქმედებს საკვების ბიოქიმიურ შემადგენლობაზე. ამ დასკვნას ადასტურებს შავჭრელი ჯიშის მრპ-ს მოზარდის გამოკვების შედეგები. ცდები ტარდებოდა სქემით: 26 დღე მომზადების პერიოდი და 90 დღე ძირითადი; ძირითადი დრო გაყოფილი იყო სენაჟით კვების სამ ქვეპერიოდებად; პირუტყვის დღე-ღამური რაციონი შეადგენდა: მდელოს თივა 1კგ, სარწყავი ხორბლის ნამჯა 1კგ, სენაჟი 18კგ, მინერალური დანამატები და კონცენტრირებული საკვები იცვლებოდა ნორმის ზრდიდან გამომდინარე პირუტყვის ნამატი იყო ინტენსიური I-ში 21,8კგ, II-ში 22,2კგ. ამავე პერიოდში მინიმალური იყო III-ში 18,4კგ. სენაჟის სხვადასხვა ხარისხის მიხედვით. ამასთან იგი აისახა ორგანიზმში ნივთიერებათა მიმოცვლის პროცესზე, მესამე პერიოდში არასრულად მიმდინარეობდა რაციონში არსებული საკვები ნივთიერებების გამოყენება.

სასენაჟე ორმოს (ტრანშეის) მწვანე დამჭკნარი მასით დროული გაფსების მიზნით, მცირე სისქით მოაფენენ ახლად მოთიბულ მასას. ამისათვის იყენებენ პარკოსან და მარცვლეულ კულტურებს, რადგან დამჭკნარი სამყურა ცუდად კონსერვირდება.

მასას ტკეპნიან 450-500კგ/მ³ სიმკვრივემდე ტრაქტორებით, უპირატესობას ანიჭებენ მუხლუხა ტრაქტორებს. შევსების შემდეგ ჰერმეტიულად ხურავენ პოლიეთილენის აპსკით, რომელიც წინასწარ კონტროლდება, რადგან ჰაერის მცირედი რაოდენობის მოხვედრითაც კი სენაჟი ობდება, რომლის დროსაც იკარგება დიდი რაოდენობით საკვები. იმისათვის, რომ კარგად გაეკრას საკვებს, პოლიეთილენის აპკზე აყრიან 10-15 სმ-ის სისქის მიწას, ტორფს ან ალაგებენ ჩალის ბარდანებს.

ბალახის სენაჟის კვებითი ღირებულება ძალზე მაღალია [ცხ .1.6], 53,5%-ის ტენიანობის ნედლეულში 100კგ შეიცავს 35 საკვებ ერთეულს და 3,4კგ მონელებად პროტეინს; 50% ტენიანობისას შესაბამისად 37,8 და 3,7, ხოლო 45%-ის შემთხვევაში 45,3 საკვებ ერთეულს და 4,4კგ მონელებად პროტეინს.

სენაჟის დამზადებისათვის წინასწარ უნდა შევადგინოთ სასენაჟე მასის გათიბვისა და სენაჟის ჩადების-დამზადების გეგმა-გრაფიკი [14], რომელშიც მითითებული იქნება სათიბელების რაოდენობა, მათი მოდების განი, მწარ-

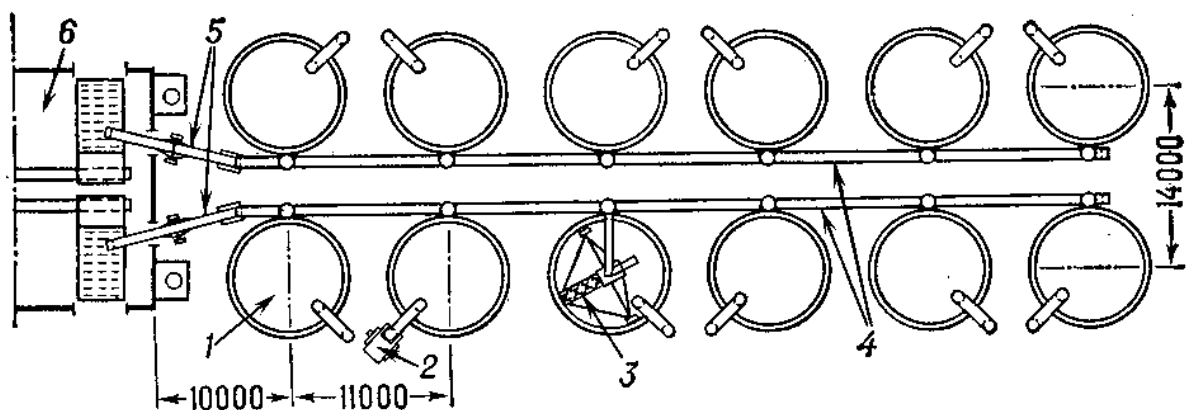
მოებლურობა, სათიბი მინდვრის მოსავლიანობა, ე.ი. გათიბული მასის მწარმოებლურობა. მისი დაყვანა სათანადო ტენიანობამდე, თვითეული სასენაჟე სათავსოს ტევადობა და მათი შევსების პერიოდი, შესაძლებლობას მოგვცემს ზუსტად დავიცვათ სენაჟის დამზადების ტექნოლოგია და შედეგად მივიღოთ მაღალხარისხიანი და მაღალი კვებითი ღირებულების საკვები.

15. სასენაჟე ნაგებობები და მათი სახეები

სენაჟის დამზადების ტექნოლოგიიდან გამომდინარე, სასენაჟე მასა, რომელიც მოთიბვის შემდეგ შეჭკნა ისე, რომ მისი ტენიანობა დავიდა 50-55%-მდე [17,214,48], სენაჟად რომ იქცეს, საჭიროა ასეთი მასა 450-500 კგ/მ³-მდე გამკვრივდეს და პერმეტულად შევინახოთ, გრილ საკვების შესანახ სათავსოში. სენაჟის საცავი შეიძლება იყოს კაპიტალური ან დროებითი ნაგებობის სახით [იხ.სურ. 1.1, 1.2]. სენაჟისა და სილოსის დამზადების საწყის პერიოდში, ძირითადად გავრცელება ჰპოვა სენაჟისა და სილოსის შესანახმა კაპიტალურმა ნაგებობებმა [სურ. 1.2].

სილოსისა და სენაჟის შესანახად გამოყენებული კაპიტალური ნაგებობა გვხვდება შემდეგი სახის:

I. ცილინდრული ფორმის მიწისზედა და მიწაში განლაგებული ორმო (სურ. 1.1); დაქუცმაცებული სასენაჟე მასის ჩადება მიმდინარეობს



სურ. 1.1. სასენაჟე კოშკების ბლოკი

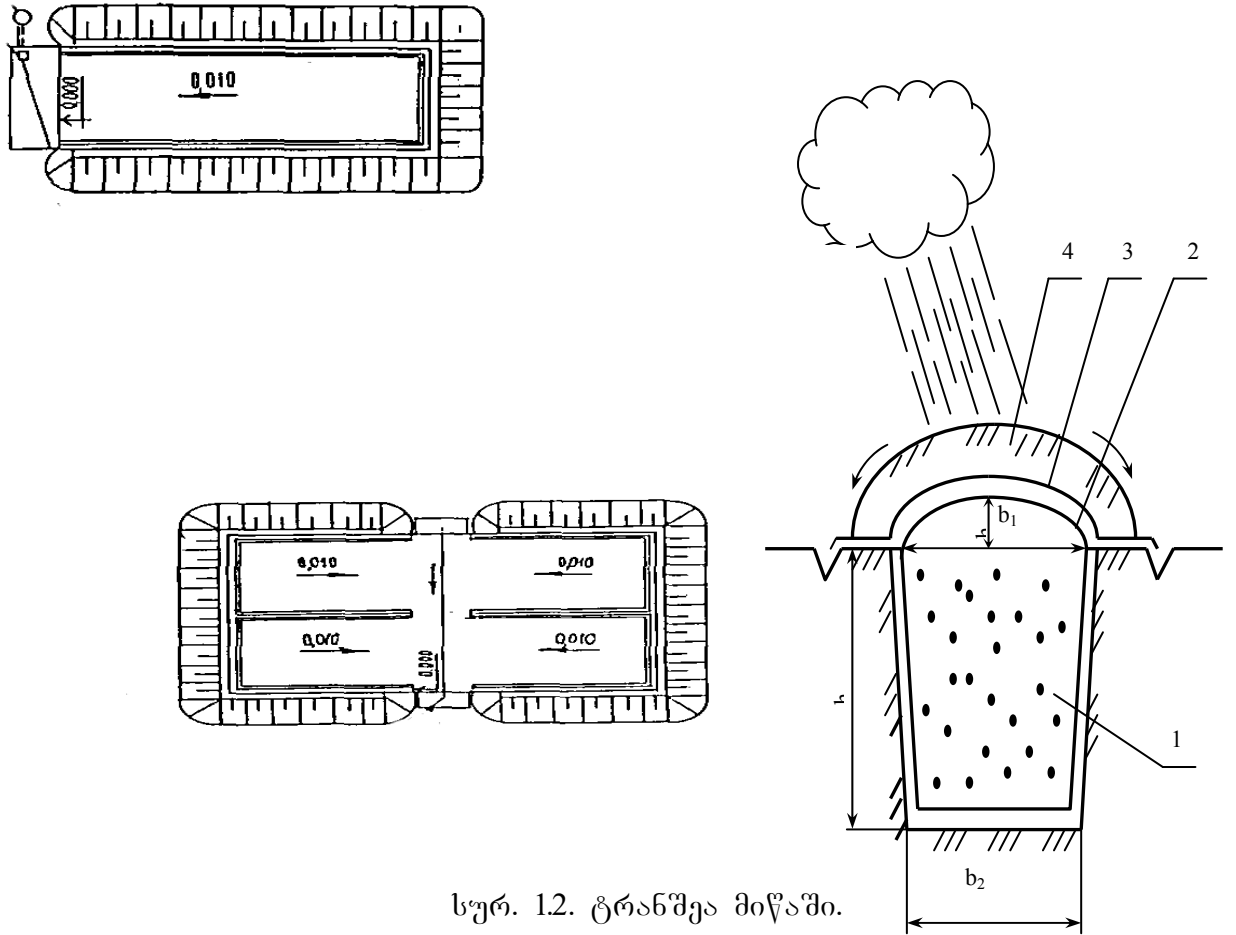
- 1- სასენაჟე კოშკი, 2 - პნემოტიკური გადასაადგილებელი ჩამტვირთი,
- 3 - გადმომტვირთი, 4-5 - ლენტური სტაციონალური ტრანსპორტიორი,
- 6 -საკვებშემამზადებელი.

პნემოტრანსპორტიორით, რომელიც სასენაჟე მასას გადაადგილებს კოშკის ზედა მხარეს, საიდანაც თანაბრად ნაწილდება სასენაჟე კოშკში. თუ კოშკის სიმაღლეა 16მ და მეტი, მასში ყოველდღიურად სასენაჟე მასა უნდა ჩაიდოს არა ნაკლებ 5მ სიმაღლეზე. სრული შევსების მაქსიმალური დროა 4 დღე. კოშკის შევსებიდან 15-18 დღეში სასენაჟე მასა განიცდის კოშკის სიმაღლის 1/3-1/4-მდე დაჯდომას, ამიტომ 18 დღის შემდეგ კოშკი უნდა შეივსოს. კოშკებში, რომელთა სიმაღლეა 10-12მ, საჭიროებენ მასში სილოსის ჩადებისას მექანიკურ გამკვრივებას (დატკეპუნას).

კოშკის მწვანე შემტკნარი მასით შევსების შემდეგ, საჭიროა თავზე 25-30სმ-ის სიმაღლეზე დაეყაროს ახლად მოთიბული დაქუცმაცებული ბალახი და მაშინვე გადაიხუროს პოლიეთილენის აფსკით.

თუ დაირღვა კოშკში სენაჟის ჩადების ტექნოლოგია, მაშინ მასაში აიწვეს ტემპერატურა და შეიძლება მან მიაღწიოს 45⁰C და მეტს, რაც გამოიწვევს კვებითი ღირებულებისა და მონელებადი პროტეინის შემცირებას.

2. თანაბარგვერდებიანი ტრაპეციის ფორმის მიწაში (სურ. 1.2 ა, ბ და გ; სურ. 1.3) ან მიწისზედა (სურ. 1.4) განთავსებული ტრანშეი (ორმო). სასილოსე ტრანშეიში (ორმოში) სენაჟის ჩადებისას სასენაჟე მასას განუწყვეტლივ ამკვრივებენ (ტკეპნიან) მუხლუხა ან მძიმე მაღალი კლასის თვლიანი ტრაქტორებით, ყოველდღიურად გამკვრივებული ფენის სისქე უნდა იყოს არა უმცირეს 1-1,2 მ სისქის ამ პირობების დაცვის შემთხვევაში მასის ტემპერატურა არ აღემატება 35-37⁰C [18]. სასენაჟე ტრანშეის შევსების (3-4 დღის) შემდეგ მას გადახურავენ პოლიეთილენის ორი ფენის აბსკით, რომელსაც ზემოდან აყრიან 5-8სმ სისქით მიწას ან ტორფს და 20-25სმ სისქის ბურბუშელას. იმისათვის, რომ დავიცვათ სასილოსე მასა მოყინებისაგან ტრანშეიზე ალაგებენ 50სმ სისქით ჩაღას ან ნამჯას.



სურ. 1.2. ტრანშეა მიწაში.

- 1 - სენაჟი მიწაში შექმნილ ტრანშეაში, 2 - ახლად მოთიბული მწვანე მასა;
 3 - პოლიეთილენის აფსკი; 4 - თერმოიზოლაცია (მიწა, ტორფი, ნამჯა, ბურბუშედა).



სურ. 1.3. სენაჟის ჩადება მიწაში შექმნილ ტრანშეაში.

აღნიშნული კაპიტალური სათავსოების აგება მიმდინარეობს სხვადასხვა საშენი მასალებით, როგორცაა:

1. რკინაბეტონის: ფილები, რგოლები დაბეტონის კედლები;

2. უკანგავი მასალით დაფარულილითონის კონსტრუქციებით,
3. სამშენებლო მასალებით (რიყის ქვით, ნამტვრევი კლდით, აგურით) აგებული, შიგნიდან ცემენტის ხსნარით, გალესილი სასენაჟე ორმო ან ტრანშიეი.



[ა]



[ბ]



[გ]



[დ]

სურ. 1.4. სენაჟის ჩადება მიწისზედა სხვადასხვა ფორმის სასენაჟეებში:
ა - სასენაჟე მასის მოზიდვა; ბ - გვერდითი კედლების გარეშე სასენაჟე ფართობზე, სასენაჟე მასის ფენობრივი გამკვრივება; გ - სასენაჟე მიწისზედა საცავში სასენაჟე მასის ფენობრივი გამკვრივება; დ - მიწისზედა სასილოსე გადახდილ მდგომარეობაში (როცა ხდება სენაჟის აღება).

1.6. შეფუთული სენაჟის დამზადების ტექნოლოგიების და ტექნიკური საშუალებების მოკლე მიმოხილვა

ტექნიკურმა პროგრესმა, რომელმაც გარკვეული როლი შეასრულა პოლიეთილენის აფსკის წარმოებაში, რომლის შედეგადაც მივიღეთ ამ ხელოვნური მასალის წარმოების ძალზე დიდი მრავალფეროვნება, როგორც ფერით ისე მისი თვისებებით, რამაც ახალი ტექნოლოგიური მიმართულებები წარმოშვა სახალხო მეურნეობის მრავალ დარგში, როგორცაა სხვადასხვა სახის მინერალური წყლები, ლიმონათი და სხვა გამაგრებელი სასმელები და ა. შ; სასმელების ჩამოსხმა და შეფუთვა – საკვები პროდუქტების დაფასოებასა და შენახვაში – ხორცი, მწვანილი და ა. შ. ანალოგიური მასალები გამოიყენება ზამთრის სეზონისათვის ცხოველთა საკვების დაკონსერვებული სახით შენახვისას. დაკონსერვებული საკვები მზადდება მრავალწლიანი და ერთწლიანი ბალახების ნარევისაგან, რომელშიც შედის პარკოსანი, ერთწლიანი და მრავალწლიანი ნათესი და ბუნებრივი საძოვრების ბალახები, პარკოსანი კულტურები: იონჯა, სამყურა, ცერცველა და სხვა; მარცვლოვანი კულტურები: შვრია, ქერი, ხორბალი და სხვა. ასევე მწვანე მასის დაკონსერვებისათვის გამოიყენება სიმინდი ტაროს გარეშე და ტაროდ; კომბინირებული სილოსის დაკონსერვებისათვის აგრეთვე გამოიყენება ბაღჩეული კულტურები: დაუმწიფებელი საზამთრო, ნესვი, გოგრა და ა.შ.

დღეისათვის მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ინახავენ პოლიეთილენის აფსკში ცხოველთათვის დაკონსერვებულ საკვებს, რომელთა ფორმები და დამზადების ტექნოლოგიები ერთმანეთისაგან განსხვავებულია, მაგრამ ამავე დროს მათ ახასიათებთ მეტნაკლებად დასაკონსერვებელი მასის ერთნაირი

საწყისი ტენიანობა, რომელიც იცვლება 45-55%-მდე, დასაკონსერვებლად ჩადებული მასის სიმკვრივე 360-400კგ/მ³, პოლიეთილენის აფსკში მასის ჩადების ხანგრძლივობა და ა.შ. მწვანე მასის დაკონსერვების სხვადასხვა ხერხია ცნობილი:

პოლიეთილენის აფსკის მქონე რამოდენიმე ათეული მეტრის სიგ-რძის ტომრებში, მიმდინარეობს დასაკონსერვებელი მასის ჩადება (სურ. 1.5, 1.6.)

[16; 25; 28]. ამისათვის გამოიყენება სპეციალური მანქანები;

შეფუთული სახით სენაჟის შენახვა, ტრადიციულ შენახვის პროცესთან შედარებით ხასიათდება რიგი უპირატესობებით:

1. ამინდის ცუდი პირობების შემთხვევაშიც კი, საკვების გარანტირებული დამზადება;
2. დამზადებული საკვების მაღალი ხარისხი, რომლის დროსაც კარგად ინახება ისეთი ნივთიერებები, როგორცაა: შაქარი და პროტეინი. ამასთან სენაჟის ხანგრძლივი შენახვისას მაღალია მისი კვებითი ღირებულება;
3. იზრდება მსხვილფეხა – რქოსანი პირუტყვის პროდუქტიულობა (მათ შორის წონამატი, მოწველილი რძის რაოდენობა და მასში შემავალი ცილების რაოდენობა) და ცხოველის ჯამრთელობის შენარჩუნების შესაძლებლობები;
4. შესაძლებელია სენაჟის დამზადების სრული მექანიზაცია, მოთიბვიდან დაწყებული საკვების დარიგებამდე;
5. 40%-ით მცირდება საწვავის დანახარჯები;
6. შემჭიდროვებულ ვადებში დავამზადოთ მაღალხარისხოვანი პირველიკლასის საკვები;
7. შესაძლებლობას იძლევა გავზარდოთ, სათიბ მინდორზე, დამზადებული საკვების რაოდენობა, რამოდენიმეჯერ მოთიბვით;
8. ჩადებული კაპიტალდაბანდების ამოგება ხორციელდება 1-2 წელიწადში.

პოლიეთილენის აფსკში შეფუთული სენაჟის დამზადების ტექნოლოგია

ცხრილი 1.9.

ტექნოლოგიური ოპერაცია	მანქანები და აგრეგატები, სახარჯი მასალები და ხელსაწყოები	1500ტ-ის დასამზადებლად მინიმალური მანქანები
2	3	4
ბალახის გათიბვა	სათიბ - სატყლეუქლა	1
ნათიბის გადაბრუნება აჩეჩვა	აჩეჩვა	1
ღვარეულად მოფოცხვა	თვლიან-თითებიანი ან როტორული ფოცხი	1
ღვარეულის აკრეფა და დიდი სიმკვრივის ბარდანებად დაწნეხვა	წნეხ-ამკრეფი ტენის საზომი ხეზი	1
ბარდანების დატვირთვა სატრანსპორტო საშუალებაში	დამტვირთი ПКУ-0.8 დამჭერი თათებით	1
შეფუთვის ადგილზე ბარდანების გადაზიდვა	სატრანსპორტო საშუალება	რაოდენობა დამოკიდებულია მანძილზე
პოლიეთილენის აფსკში ბარდანის შეფუთვა	ბარდანების შემფუთი	1
შეფუთული ბარდანების დასაწყოება	დამტვირთი ПКУ-0.8 დამჭერი თათებით	1
საკვების დაჭრა და საკვებურში დარიგება	ბარდანების დამჭრელ-დამრიგებელი ИРК-01,1 ИРК-01	1

იმ შემთხვევაში, თუ ყოველდღიურად ვამზადებთ 80–120ტ შეფუთულ სენაჟს, მიუთითებს ავტორი [17], საკმარისია თითო-თითო ტექნიკური საშუალება ყოველ ოპერაციაზე. სატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობა დამო-

კიდებულია იმ მანძილის სიდიდეზე, თუ რა მანძილზეა გადასატანი ბარდანები (მინდორზე თუ საწყობში).

სენაჟის დამზადება შეფუთვის სხვადასხვა ტექნოლოგიითა და ტექნიკური საშუალებებით მიმდინარეობს:

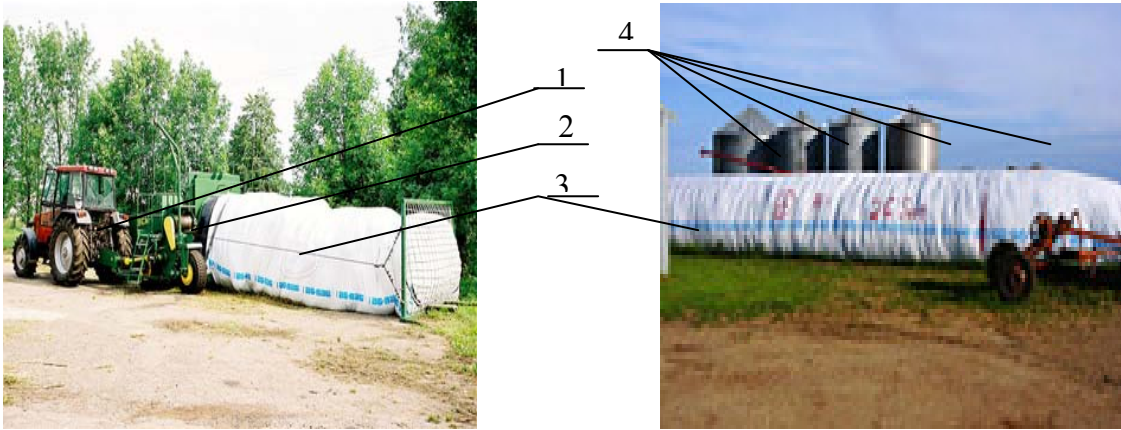
1. სასენაჟე მასისა დაწნევა ცილინდრული ან მართკუთხა პარალელეპიპედის სახით მინდორზე, მისი გადაზიდვა შეფუთვის ადგილზე (მინდორში – მინდვრის პერიფერიაზე), ან ფერმის მახლობლად სასაწყობო მეურნეობაში, დაწნეხილი ბარდანების პოლიეთილენის აფსკში შეფუთვა რამოდენიმე ათეული მეტრის სიგრძის სახით (სურ. 1.5), რომელთაგანაც საკვები აიღება კვების წინ და დაურიგდება ცხოველს საკვებურებში დაქუცმაცებული სახით [95].



სურ. 1.5. მართკუთხა პარალელეპიპედის ფორმის მქონე სასენაჟე მასის შეფუთვა პოლიეთილენის აფსკში.

- 1 - პოლიეთილენის აფსკი, 2 - მობილური შემფუთავი მანქანა,
3 - ბარდანები.

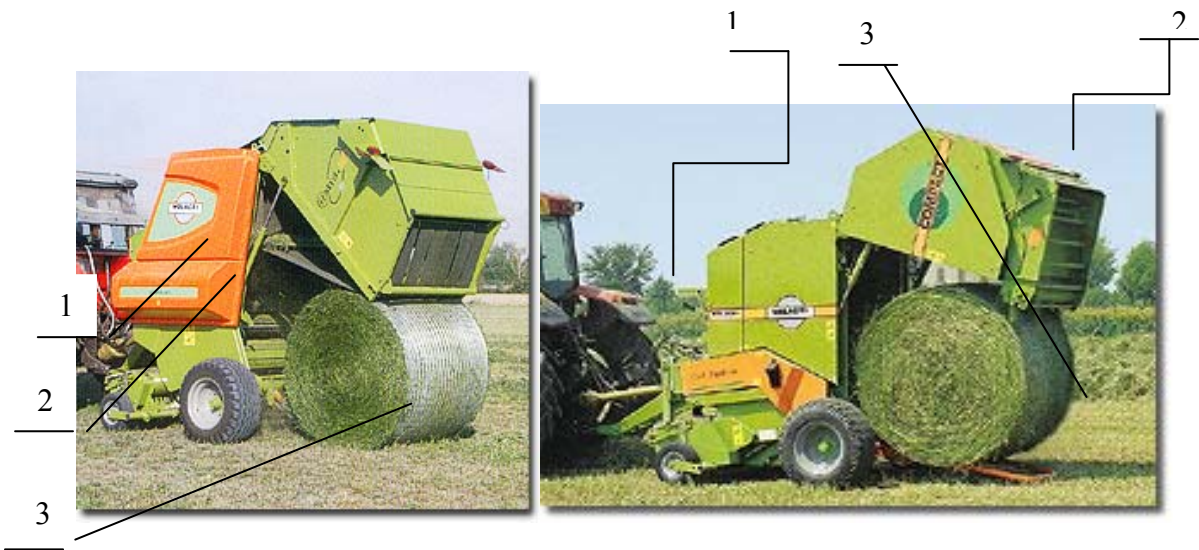
2. მოთიბული და სენაჟისათვის მზა შემჭკნარი ბალახი იკრიფება ამკრეფ დამქუცმაცებლით, დაქუცმაცებული საკვები მიეწოდება სპეციალურ შემფუთ მანქანას, რომლის საწნეო კამერაზე, წამოცმულია რამოდენიმე ათეული მეტრის სიგრძის ტომარა. ტომარაში განთავსებულია პოლიეთილენის აფსკის ასეთივე ტომარა. შემფუთავი მანქანა მის მიმდებ კამერაზე, რომელიც წარმოადგენს გარკვეული სიგრძის ძარას, რომლის ფსკერზე განთავსებულია ლენტური ტრანსპორტიორი.



სურ. 1.6. ა) სილოსისა და სენაჟის ჩადება პოლიეთილენიანი აფსკის ათეული მეტრის სიგრძის ტომარაში, ბ) ტომარა სავსე სასენაჟე მასით. 1-ტრაქტორი, 2 - სენაჟის ჩამდები მანქანა; 3 - სასენაჟე მასის ჩასადები პოლიეთილენის აფსკიანი ტომარა; 4 - სასენაჟე და სასილოსე კოშკი.

ამ უკანასკნელით დაქუცმაცებული სასენაჟე მასა მიეწოდება დამწნებ მოწყობილობას (გარკვეული კუთხური სიხშირით მბრუნავ სპეციალურ დანებიან დამწნებ მოწყობილობას), რომელიც დაქუცმაცებულ მასას ტენის ჰერმეტიკულ ტომარაში (სურ. 1.6. ა, ბ) [13.14,24].

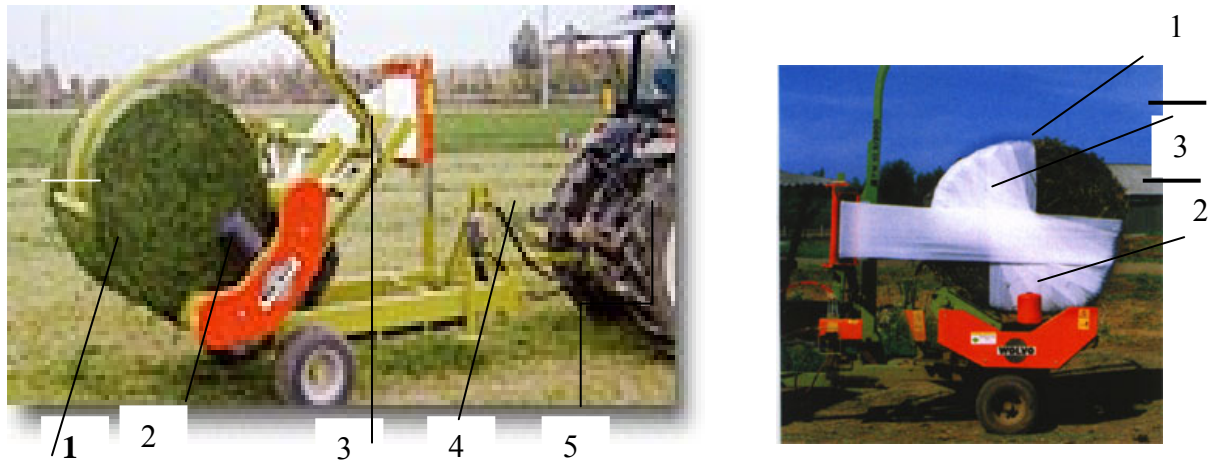
3. მოთიბული და შემჭკნარი სასილოსე მასა რომლისგანაც შექმნილია ღვარეული, იკრიფება სხვადასხვა სახის წნეს ამკრეფით, რომლისგანაც მიიღება მართკუთხა პარალელოპიპედის ან ცილინდრული ფორმის, სხვადასხვა ზომებისა და წონის ბარდანები, რომლებიც წნეს - ამკრეფიდან გამოსვლის შემდეგ იყრება მინდორზე (სურ. 1.7) [16].



სურ. 1.7. წნეს – ამკრეფიდან ბარდანის გამოსვლის პროცესი.

1 - ტრაქტორი; 2 - მისაბმელი წნეს - ამკრეფი; 3 - ცილინდრული ბარდანა.

მინდორში მოდის სპეციალური ბარდანების პოლიეთილენის აფსკში შემფუთავი მისაბმელი მანქანა, იღებს ბარდანას მინდორიდან (სურ. 1.8 ა), ფუთავს მას პოლიეთილენის აფსკში (სურ. 1.8. ბ) და შეფუთული სახით ტოვებს მინდორში (სურ. 1.9.) [16; 25].



სურ. 1.8. ა) ბარდანის აღება შემფუთავი მანქანით; ბ) პოლიეთილენის აფსკში ცილინდრული ბარდანების შეფუთვის პროცესი

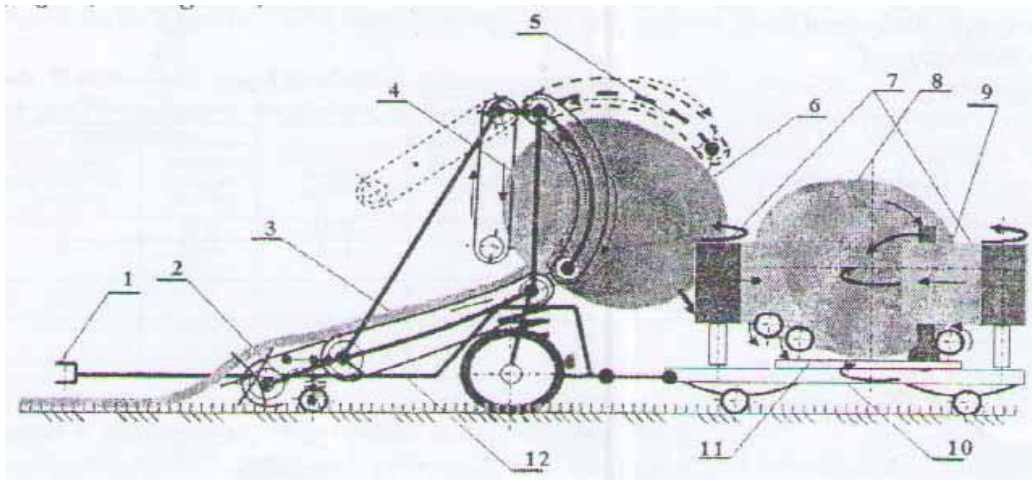
1 - ცილინდრული ბარდანა, 2 - შემფუთავი მანქანა; 3 - პოლიეთილენის აფსკი; 4 - მისაბმელი მექანიზმი; 5 - ტრაქტორი.



სურ. 1.9. შეფუთული ბარდანა მინდორში

1 - პოლიეთილენის აფსკის რულონი; 2 - მაღალი და დაბალი წნევის წელამიღები; 3 - პოლიეთილენის აფსკი; 5 - შეფუთული ბარდანა; 6 - შემფუთავი მანქანა.

ცნობილია ისეთი მანქანებიც, რომლებიც ასრულებენ, ღვარეულის აკრეფას, ბარდანებად დაწნეხვას და შეფუთვისას. ასეთი მანქანის პრინციპული მუშაობის სქემა წარმოდგენილია ქვემოთ (ნახ.1.10) და (სურ.1.11), რომელზეც ნაჩვენებია მანქანა R500 COMBI-ის მუშაობა, ხოლო ცხრილში 1.10 მოცემულია მსგავსი მანქანების ტექნიკური მახასიათებლები [58].



ნახ. 1.10. შეფუთული სენაჟის დამზადების ტექნოლოგიური სქემა.

1. მისაბმელი, 2. ამკრეფი მოწყობილობა, 3. ტრანსპორტიორი, 4. დამწოლი ტრანსპორტიორი, 5. ბარდანის წარმომქმნელი - მიმმართველი ტრანსპორტიორი, 6-8. ცილინდრული ბარდანა, 7. პოლიეთილენის აფსკის ხვია, 9. პოლიეთილენის აფსკი, 10. უძრავი ჩარჩო, 11. თარაზულად მბრუნავი ჩარჩო, 12. მკრეფ-დამწნეხვის ჩარჩო.



სურ. 1.11. წნეხ – ამკრეფ – შემფუთი სამუშაო პროცესში.

1. შემფუთი მექანიზმის მბრუნავი ჩარჩო; 2. ბარდანა; 3. პოლიეთილენის აფსკის რულონი; 4. პოლიეთილენის აფსკი, 5. შემფუთი მექანიზმის მზიდი კვანძი; 6. სავალი თვალი, 7. ღვარეული, 8. ღვარეულის ამკრეფი, 9. საწნეხი კამერა.

ამკრეფ – დამწნეხ – შემფუთავების ტექნიკური მახასიათებლები

ცხრილი 1.10.

მოდელი	Reliant 255 RC LINJWRAP	Kombi Presse 678	MP 135 Bale Pack	548 Combi	Combi Pack 1250
მაჩვენებლები					
დამამზადებელი ფორმა	Claas	John Deere	Deutz Fahr	New Holland	Krone
ამკრეფის მოდების განი, მ.	2,1	2,0	2,1	2,0	1,95
რულონის დიამეტრიც, მ.	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
რულონის სიგანე, მ.	1,20	1,17	1,22	1,20	1,20
დამქუცმაცებლის დანების რაოდენობა	14	14	14	15	17

ბარდანები, რომლებიც შეფუთული სახით განთავსებულია მინდორში, აიღება სპეციალური დამტვირთი მანქანით (სურ. 1.8), ბარდანები იტვირთება სატრანსპორტო საშუალებაზე (სურ. 1.12) [29,42].



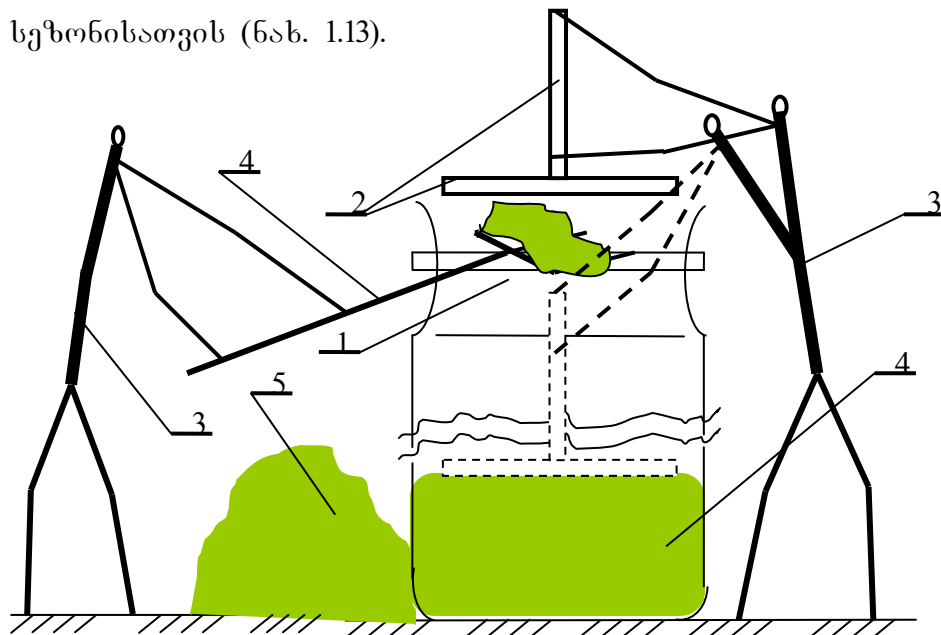
სურ. 1.12. შეფუთული ბარდანების გაზიდვა მინდვრიდან.

მანქანას გააქვს მინდვრიდან, მინდვრის პერიფერიაზე ან სასაწყობო მეურნეობაში და იქ კვლავ იმავე დამტვირთით ეწეობა იგი (სურ. 1.13. ა,ბ და გ) ზვინებად [47,52,56].



სურ.1.12. ა) შეფუთული ცილინდრული ბარდანა; ბ) შეფუთული ბარდანა; გ) შეფუთული ბარდანების ზვინი.

4.სასენაუე დამჭკნარი და დაქუცმაცებული ბალახი ხელის იარაღებით ჩაიყრება და იტკეპნება პლასტმასის ან უჟანგავი მასალით დაფარულ კასრში, (ეს პროცესი მიმდინარეობს თანდათანობით, კერძოდ კასრში ჩაიყრება გარკვეული რაოდენობის დაქუცმაცებული ბალახი, იგი დაიტკეპნება სათანადო დონემდე და მხოლოდ ამის შემდეგ ჩაიტვირთება კასრში ახალი პორცია, რომელიც ასევე იტკეპნება და ა.შ. კასრის ავსებამდე); ავსების შემდეგ კასრის თავი ჰერმეტიკულად იფუთება პოლიეთილენის აფსკით. მის შემდეგ დაკონსერვებული საკვები ინახება ზამთრის სეზონისათვის (ნახ. 1.13).



ნახ. 1.13. სენაჟის ხელით კასრში ჩადება

1.კასრი, 2. სენაჟის კასრში გასამკვრივებელი, 3. ადამიანი, 4. ფიწალი, 5. სასენაჟე დაქუცმაცებული მასა.

1.7. „შეფუთული სენაჟის“ ბარდანების რაოდენობის, მოცულობისა და ტენიანობის განსაზღვრა

ხარისხიანი სენაჟის დამზადებისათვის აუცილებელია დავიცვათ მწვანე შემჭკნარი სასილოსე მასის ტენიანობა, რომელიც, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, არ უნდა იყოს 45–55%. სასენაჟე ბალახის ტენიანობის დასადგენად იღებენ ბალახის სინჯს, მას სწრაფად აქუცმაცებენ 200–300გრ რაოდენობით და გამოაშრობენ საშრობ კარადაში 105⁰ C–ზე; გაშრობამდე და გაშრობის შემდეგ მიღებული მასების სხვაობით განისაზღვრება ბალახის საწყისი ტენიანობა. თუ ვიცით ახლად მოთიბული ბალახის ტენიანობა, მაშინ შეგვიძლია საორიანტაციოდ განვსაზღვროთ შემჭკნარი ბალახის ტენიანობა. ამისათვის მინდორში დებენ ჩარჩოს, რომელზეც გადაჭიმულია მარლა, მასზე ყრიან 10კგ ბალახს, იმავე სისქით, რა სისქითაც არის დაფარილი მინდორზე ბალახი, ამის შემდეგ პერიოდულად წონიან მას და აკვირდებიან მასის შემცირებას. შემჭკნარი ბალახის ტენიანობას საზღვრავენ ტოლობით:

$$W\% = 100 \left(\frac{m_1 \times C}{m_2} - 1 \right) \quad (1.1)$$

სადაც: m_1 – არის ბალახის მასა, კგ;

C – ბალახში მშრალი ნივთიერებები, %-ში;

m_2 – შემჭკნარი ბალახის მასა, კგ.

თუ ჩვენ ვიცით ფერმაში მრჰ–ის სულადობა და პირუტყვის დღე-ღამურ რაციონში სენაჟის რაოდენობა, შეგვიძლია გავიანგარიშოთ სენაჟის მოცულობა და მასა, რამდენიც საჭირო იქნება, პირუტყვის სენაჟით კვებისათვის ზამთრის მოცემული სეზონისათვის [50].

$$V = KANq\gamma^{-1} \text{ მ}^3; \quad Q = 10^{-3}KANq \text{ კგ}; \quad (1.2)$$

სადაც: V – არის ფერმისათვის ზამთრის სეზონისათვის საჭირო სენაჟის ჯამური მოცულობა, მ³;

K – ფერმაში სენაჟის მარაგის კოეფიციენტი;

$$K = 1,15$$

A – წლის განმავლობაში მოცემულ რეგიონში ზამთრის დღეების რაოდენობა (პირუტყვის ბაგაზე სენაჟით კვების დღეების რაოდენობა), დღე;

N – ფერმაში პირუტყვის რაოდენობა;

q – ერთი სული პირუტყვის დღე-ღამის რაციონში შემავალი სენაჟის რაოდენობა, კგ;

Y – სენაჟის სიმკვრივე, კგ/მ³;

Q – ზამთრის სეზონისათვის ფერმისათვის საჭირო საკვების რაოდენობა, ტ/სეზონზე.

თუ სენაჟს ვინახავთ, მეტნაკლებად თანაბარი ზომის მქონე, ცილინდრული ფორმის შეფუთული მასის სახით, მაშინ შეგვიძლია დავადგინოთ ასეთი შეფუთული ცილინდრების რაოდენობა ტოლობით [52]

$$n = 4V(\pi D^2 l)^{-1}, \text{ ან } n = 4Q(\pi D^2 l \gamma)^{-1}, \quad (1.3)$$

სადაც: **D** – არის შეფუთული სენაჟის ბარდანის საშუალო დიამეტრი, მ;

l – შეფუთული ბარდანის სიგრძე, მ.

1.8. კვლევის მიზნები და ამოცანები.

კვლევის მიზანია სატრანსპორტო საშუალებაზე (ტრაქტორზე) მისაბმელი გადასატანი სენაჟის წნეხ-შემფუთავი მანქანის დამუშავება და შექმნა, რომელიც ერთდრულად განახორციელებს სასენაჟე მასის დაწნეხვას, მწვანე შემჭკნარი მასალის სასენაჟედ დაკოსერვებისათვის საჭირო სიმკვრივემდე და შესაძლებელს გახდის დაწნეხილი მასის პოლიეთილენის აფსკით ჰერმეტიკულად შეფუთვა მინიმალური დანახარჯით. ამისათვის საჭიროა შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტა:

1) შეიქმნას სამუშაო ორგანო, რომელიც სასენაჟე მწვანე შემჭკნარ მასას მოთხოვნილ სიმკვრივემდე გაამკვრივებს;

2) დამუშავდეს საწნეხი კამერის კონსტრუქცია, რომელიც შესაძლებელს გახდის მინიმალური დანახარჯებით პოლიეთილენის აფსკში იზოლირებულად შეფუთოს დაწნეხილი სასენაჟე მასა;

როგორც სამეცნიერო, საგამომგონებლო და სხვა სახის ლიტერატურულ წყაროებში მოძიებული მასალების ანალიზით ირკვევა, აღნიშნული მიზნის მიღწევა მოითხოვს დამუშავდეს შემჭკნარი მასის წნეხის ახალი პრინციპული სქემა, კონსტრუქცია და დაწნეხილი მასის შემფუთავი მანქანა. ამისათვის საჭიროა შესწავლილი და გამოკვლეული იყოს შემდეგი საკითხები:

1. დამუშავდეს და დამზადდეს ახალი პრინციპული სქემის გადასატანი ტიპის დამწნეხ-შემფუთავი, რომელიც მწვანე შემჭკნარ მასას გაამკვრივებს საწნეო კამერაში, სასენაჟე მასის დაკონსერვების მოთხოვნებიდან გამომდინარე სიმკვრივემდე;

2. დამუშავდეს და შეიქმნას ახალი პრინციპული სქემის საწნეხი კამერა, რომელიც შესაძლებელს გახდის, ერთის მხრივ კამერაში განხორციელდეს მწვანე შემჭკნარი მასის გამკვრივება, ხოლო მეორეს მხრივ შესაძლებელი იყოს დაწნეხილი მასის პოლიეთილენის აფსკში შეფუთვა და შეფუთული ბარდანის ამოღება საწნეო კამერიდან;

3. ჩატარდეს ახალი პრინციპული სქემის დამწნეხი სამუშაო ორგანოს მუშაობის თეორიული გამოკვლევა სტატიკაში და დინამიკაში;

4. განისაზღვროს მანქანის სამუშაო ორგანოზე მოქმედი ფაქტორები და მათ შორის დამოკიდებულება;

5. დადგინდეს დამწნეხი სამუშაო ორგანოს კონსტრუქციულ და ტექნოლოგიურ პარამეტრებს შორის კავშირი;

6. თეორიულად განისაზღვროს საწნეხ კამერაში სასენაჟე მასის გამკვრივებასა და მისი დარეგულირების ფაქტორებს შორის კავშირი;

ზემოთ მითითებული მიზნის სრულფასოვნად განხორციელებისა და შედეგების დაზუსტებისათვის საჭიროა ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება, კერძოდ:

1. ლაბორატორიულ პირობებში უნდა განისაზღვროს:

ა). დასაწნეხ მწვანე შემჭკნარ მასასა და ფოლადის ზედაპირს შორის ხახუნის კოეფიციენტი;

ბ). დასაწნეს მწვანე შემჭკნარ მასასა და პოლიეთილენის აფსკს შორის ხახუნის კოეფიციენტი;

გ). შნეკური წნეს-შემფუთავ მანქანაში მოძრავი საწნეო კამერის დამუხრუჭების სიდიდე, ნ;

დ). განისაზღვროს შნეკური წნეს-შემფუთავ მანქანის მოძრავ საწნეო კამერაში სასენაჟე მწვანე შემჭკნარი დაქუცმაცებული ბალახის დაწნეხვის (გამკვრივების) სიდიდე (წნეეები), ნ/მ²;

ხოლო საველე პირობებში ჩატარებული ექსპერიმენტებით დადგინდეს:

ა). შნეკური წნეს-შემფუთავი მანქანის მწარმოებლურობა, ტ/სთ;

ბ). მანქანის ენერგეტიკული და ეკონომიკური მაჩვენებლები.

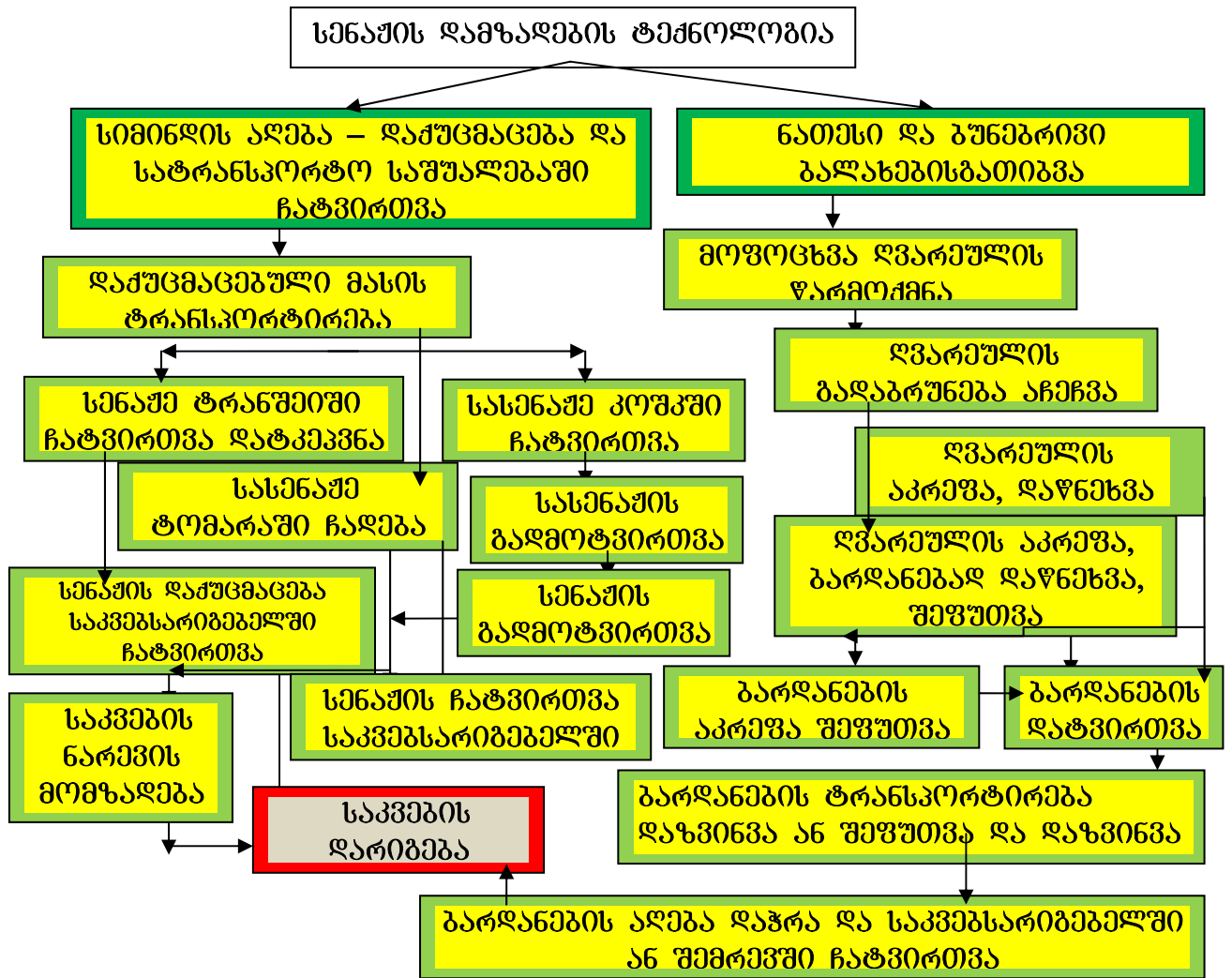
თავი II. „შეფუთული“ სენაჟის დამამზადებელი მანქანის კონსტრუქციის დამუშავება

2.1. სხვადასხვა სახის მწვანე მასებიდან სენაჟის დამზადების და დარიგების ნაკადური ხაზების შესაძლო ვარიანტები

ლიტერატურული წყაროების მიმოხილვის შედეგად მოძიებული მასალების ანალიზით ირკვევა, რომ შეფუთული სენაჟის დამზადებისთვის საჭირო სამუშაოების ჩატარება გარკვეული თანამიმდევრობით მიმდინარეობს, რაც კარგად ჩანს ქვემოთ მოყვანილი შესასრულებელი ოპერაციების თანამიმდევრობიდან (სურ. 2.1).

სურ. 2.1-ის სქემიდან ნათლად ჩანს, რომ შეფუთული სახით საკვების დამზადების, კვებისათვის შემზადების და დარიგების სამუშაოები შესაძლებელია განხორციელდეს მექანიზაციის ტექნიკური საშუალებების 100%-იანი გამოყენებით. მაგრამ ასეთი ტექნოლოგიების და მისი შესაბამისი მანქანათა სისტემების გამოყენება შესაძლებელია მხოლოდ დიდი და მეტნაკლებად სწორი ფართობების მქონე სათიბების შემთხვევაში, ხოლო მცირეკონტურიან სათიბებზე ასეთი ტექნოლოგიის გამოყენება არარენტაბელური და მოუხერხებელია, ამასთან ამ მანქანების გამოყენებისას მობრუნების ზოლებში დიდი რაოდენობით დარჩება გაუთიბავი მიწის ნაკვეთი, რაც თავისთავად შეამცირებს მის მოსავლიანობას და შეამცირებს არსებული მანქანების რენტაბელობას.

ამისათვის მცირეკონტურიან და რთული კონტურის მქონე სათიბებზე საკვების დამზადება, მითუმეტეს შეფუთული სენაჟის დამზადება, მოითხოვს ახალ მიდგომას. კერძოდ საჭიროა შეიქმნას მცირე ზომის შეფუთული სენაჟის დამამზადებელი სტაციონალური მანქანა, რომელიც განხორციელებს მწვანე გათიბული და შემჭკნარი ნათესი ან ბუნებრივი ბალახების დაწნევას და შეფუთვას.



სურ. 2.1. შეფუთული სენაჟის დამზადების და დარიგებისათვის საჭირო ოპერაციების თანამიმდევრობა.

როგორც სქემიდან (სურ. 2.1) ჩანს, მაღალხარისხიანი სილოსის ან სენაჟის მიღება, ე.ი. სასენაჟე მასის ოპტიმალურ პირობებში დუღილი, ენერგოშემცველობის მაღალი დონით და სრულფასოვანი პროტეინის შემცველობით, მაღალი ხარისხით, ჰიგიენურად, გარკვეული სტრუქტურით, მაღალი ხარისხის შეჭმადობით და პროდუქტიულობით – ეს არის დონისძიებათა მთელი სისტემა, სადაც ყოველი რგოლი თამაშობს გადამწყვეტ როლს.

2.2. სასენაჟე მასის ტომრებში შემფუთავი მანქანის კონსტრუქციის აღწერა

სენაჟის დამზადების თანამედროვე ტექნოლოგიაში, როგორც I თავიდან ჩანს, მსოფლიოში ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა კონსტრუქციის და პრინციპული სქემის სენაჟის შესაფუთი მანქანები, რომლებიც ძირითადად სატრაქტორო მისაბმელებს წარმოადგენენ და საკმაოდ დიდი მწარმოებლურობის არიან, ამიტომ მათი გამოყენება მცირეკონტურიან სათიბებში არა რენტაბელურია.

ასევე ცნობილია პნევმოსატრანსპორტო დანადგარის შნეკური მკვებავი, რომელიც ასევე რთული რელიეფის სათიბებიდან თივის მილით ტრანსპორტირებისთვისაა განკუთვნილი. პნევმოსატრანსპორტიორი შეიცავს მკვებავ ბუნკერს, ცილინდრულ გარსაცმს, მასში მოთავსებულ ამძრავთან დაკავშირებულ შნეკს. ამ უკანასკნელის დანიშნულებაა თივისაგან სპეციალურ კამერაში ჩამოაყალიბოს გარკვეული სიმკვრივისა და ზომის თივის საცობი, რომელიც შეკუმშული ჰაერით ტრანსპორტირდება ელასტიურ (ტილოს) წელამილში.

ცნობილი სენაჟის შესაფუთი მოწყობილობების ნაკლია:

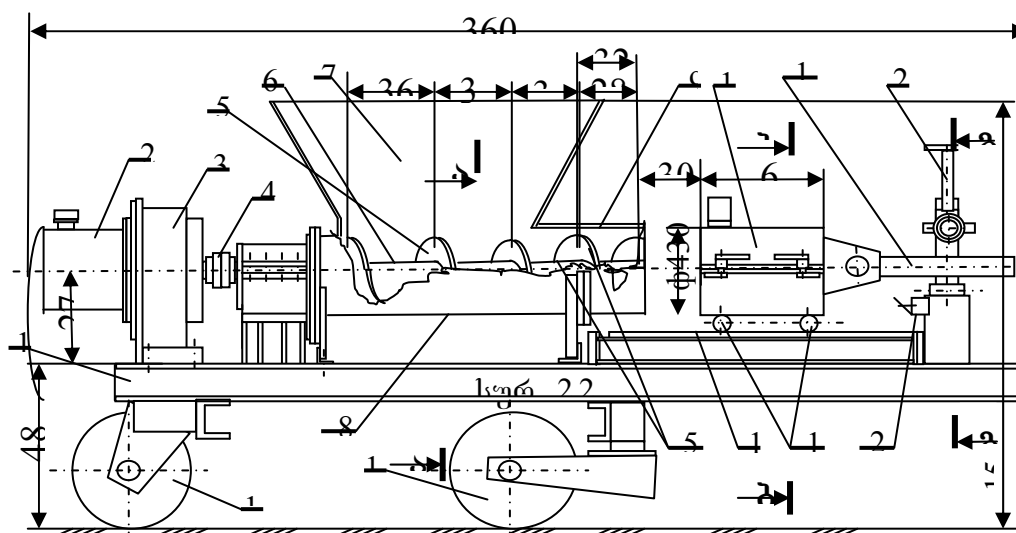
1. რთული კონსტრუქციული და პრინციპული შესრულება;
2. დიდი ლითონტევადობა;
3. შესაფუთი მასალის დიდი ხარჯი;
4. შეფუთვის პროცესზესაჭირო დიდი კუთრი ენერგიის ხარჯი;
5. უმეტესი შეფუთული ბარდანების ტრანსპორტირება მოითხოვს სპეციალურ დამტვირთ და სატრანსპორტო მანქანებს.

ხოლო პნევმოსატრანსპორტიორის ნაკლია ტექნოლოგიური შესაძლებლობების შეზღუდულობა, როგორცაა:

1. სხვადასხვა მასისაგან, მაგალითად ბალახისაგან, გარკვეული სიმკვრივის და სიდიდის სასენაჟე მასის ბარდანების ჩამოყალიბება;
2. ბარდანების შეფუთვა.

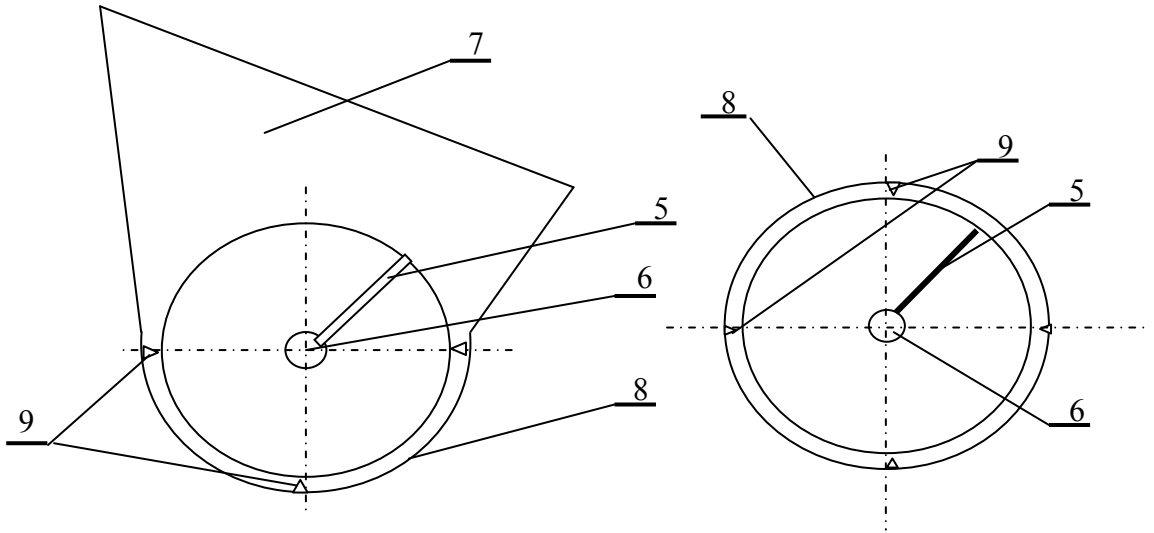
ცნობილი კონსტრუქციების ჩამოთვლილი ნაკლოვანებათა აღმოფხვრის მიზნით ჩვენს მიერ დამუშავებულია და დაპატენტებულაა შეფუთვის სრულიად ახალი პრინციპი და მანქანის კონსტრუქცია [40].

შნეკური საფუთავი მოწყობილობა შეიცავს ჩარჩოს 1 (სურ. 2.2, 2.3, 2.4, 2.5), რომელზეც დამაგრებულია რედუქტორი 2 ელამძრავით 3, რედუქტორის 2 გამომავალ ლილვთან გადაბმულობის ქუროთი 4 დაკავშირებულია, სასუნაე მასის გასასვლელისკენ თანდათან შემცირებადი ბიჯის მქონე, ცილინდრული შნეკის ხვიის 5 ლილვი 6. შნეკი 5-6 განთავსებულია ბუნკერის 7 ძროზე 8 (სურ. 2.2) და საწნეო მილში 9. ბუნკერის 7 ძრო 8 შესრულებულია შნეკის ხვიაზე 5 მმ მეტი რადიუსის მქონე ნახევარ წრიული ფორმით (სურ. 2.3), რომელიც დასრულებულია საწნეო მილით 9. საწნეო მილის 9 გასწვრივ განლაგებულია ორი ნახევარი წრიული ფორმის დარები 10-11, რომელთა დასასრულს მიერთებულია ზოლოვანი ფოლადები 12. ზოლოვან ფოლადებზე დამაგრებულია ერთ მხარეს სამაგრები 12, ხოლო მეორე მხარეს საკეტები 13, რის შედეგადაც, თუ დახურულია ვიღებთ შეკრულ ცილინდრულ გარსაცმს 14. ეს უკანასკნელი გორგოლაჭებით 15 განთავსებულია სარბენ ბილიკებზე 16, რომლებიც ჩარჩოზეა 1 დამაგრებული. შნეკის ლილვის 6 პარალელურად ცილინდრული გარსაცმის 14 მეორე ბოლოზე, თითოეულ ნახევარწრიულ დარზე 10-11 მიღუდებულია ნახევარწრიული დისკოები 17-18 (სურ. 2.4), სამუხრუჭე მექანიზმი 20 კრონშტეინებით 21 დამაგრებულია ჩარჩოზე 1 (სურ. 2.5). კრონშტეინებზე 21 უძრავად დამაგრებულია ვერტიკალური ძელი 22, რომლის შუა ადგილას შექმნილია მიმართველები 23, რომელთა შორის მოთავსებულია გრძივი სამუხრუჭე ძელი 19, რომელიც განლაგებულია შნეკის ლილვის პარალელურად. ვერტიკალურ ძელში 22 შექმნილ ხვრეტში 24 გაყრილია სპეცტანტიკი 25, რომელზეც წამოცმულია მეორე ვერტიკალური ძელი 26, სახსართ 27 დამაგრებული კრონშტეინზე 21. სპეციალურ სპეცტანტიკზე 25 წამოცმულია ცილინდრული ზამბარა 28, რომელიც სპეცტანტით 29 იკუმშება.



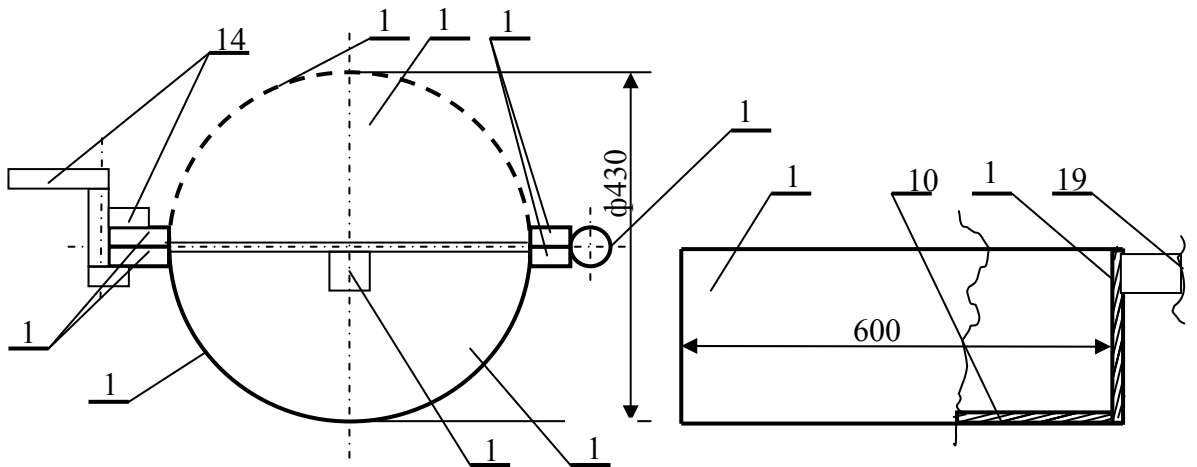
სენაუსის შესაფუთი მანქანის კონსტრუქციული სქემა.

1. ჩარჩო, 2. ელამპრავი, 3. რედუქტორი, 4. გადამბულობის ქურო, 5. შნეკის ხვია (ლენტა) 6. შნეკის ლილვი, 7. მკეებავი ბუნკერი, 8. ბუნკერის ძრო, 9. საწნეო (მიმმართველი) კამერა, 11. თვითმიმმართველი თვალი, 12. საყრდენი თვალი. 14. ბარდანიხათვის ლითონის გარსაცმი, 15. გორგოლაჭები, 16. შარბენი ბილიკი, 19. სამუხრუჭე ბერკეტი, 20. სამუხრუჭე მექანიზმი, 21. ავტომატური ამომრთველი.



სურ. 2.3. მკეებავი ბუნკერი შნეკით, (სქემის კვეთა ა-ა და ბ-ბ)

5. შნეკის ხვია (ლენტა), 6. შნეკის ლილვი, 7. კეებავი ბუნკერი, 8. კეებავი ბუნკერის ძრო-შნეკის გარსაცმი, 9. მიმმართველები.

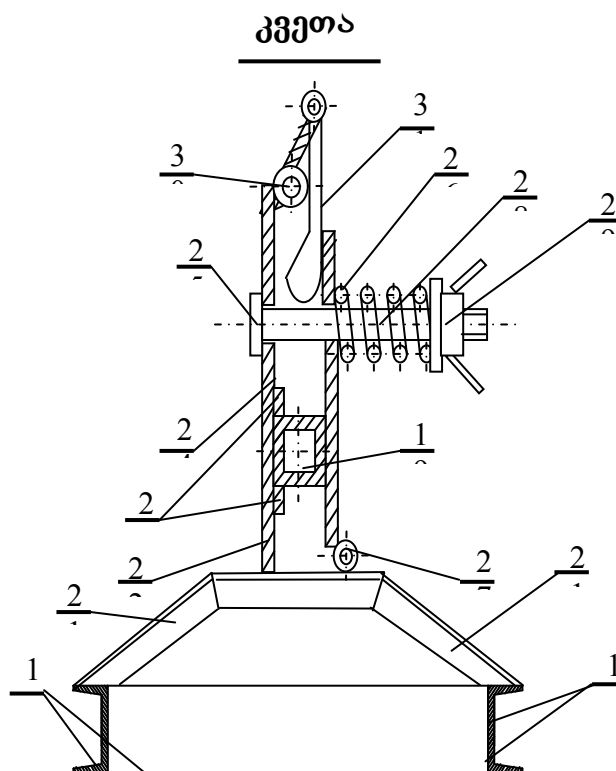


სურ. 2.4. გარსაცმი კვეთა ბ-ბ

- 10-11. ნახევარწრიული ფორმის ღარები, 12. ანჯამი, 13. ზოლოვანი ფოლადები, 14. საკეტი, 17-18. ნახევარწრიული დისკო, 19 სამუხრუჭე ძელი,

ამასთან ქვედა „უძრავ“ ნახევარ დისკოზე 17 მიმაგრებულია გრძივი ძელი 19, რომელიც მოთავსებულია სამუხრუჭე მექანიზმში 20.ვერ-ტიკალურ ძელზე 22

დამაგრებულია გორგოლაჭი 30 და სპეციალური ფორმის ზამზარა 31, რომლის ბოლო მიდებულა ვერტიკალურ ბერკეტზე 26.

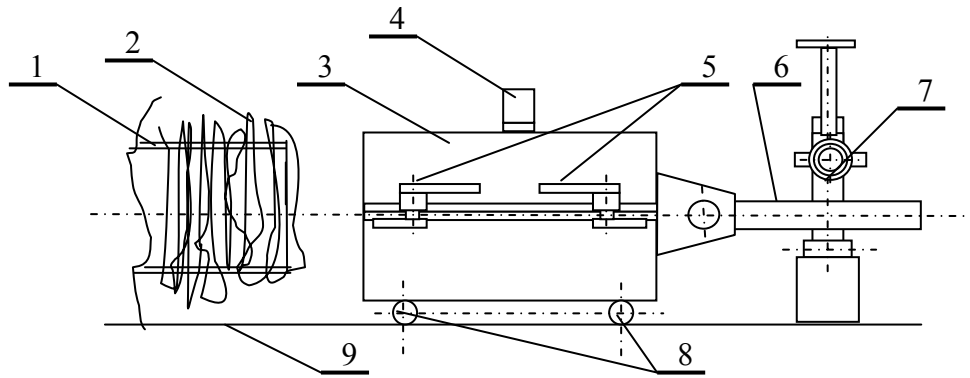


ნახ. 2.5. სამუხრუჭე მექანიზმი (კვეთა გ-გ)

1. ჩარჩო, 19. სამუხრუჭე ძელი, 21. კრონშტეინი, 22. ვერტიკალური ძელი, 23. მიმმართველები, 24. ხვრეტი. 25. სპეცჯანჭიკი, 26. ვერტიკალური ძელი, 27. სახსარი, 28. ცილინდრული ზამზარა, 29. სპეცჯანჩი, 30. გორგოლაჭი, 31. სპეციალური ზამზარა.

2.3. სასენაჟე მასის ტომრებში შემფუთავი მანქანის სამუშაო პროცესის აღწერა

სასენაჟე მასის წნეხ-შესაფუთი მანქანის ძრავას გაშვებამდე, საწნეო კამერას წინასწარ წამოაცვამენ გარკვეული სისქის და სიგრძის პოლიეთილენის აფსკის ტომარას (სურ. 2.6). შემდეგ ლითონის გარსაცმს 3 მომსახურე პერსონალი სახელურით 4 გააგორებს საგორავების 8 სარბენ ბილიკზე



სურ. 2.6. შესაფუთი მანქანის მომზადება სამუშაოდ

1. საწნეო კამერა, 2. პოლიეთილენის ტომარა, 3. ლითონის გარსაცმი, 4. სახელური, 5. საკეტები, 6. სამუხრუჭე ძელი, 7. სამუხრუჭე სისტემა, 8. გორგოლაჭები, 9. სარბენი ბილიკი.

9 ისე, რომ ლითონის გარსაცმი 3 წამოეცვას პოლიეთილენის აფსკიან 2 საწნეო კამერას 1. ამის შემდეგ გარკვეული ძალით სამუხრუჭე მექანიზმის (სპეცქანჩის 29 სურ. 2.5) საშუალებით (ჩახრახვნივ) ვერტიკალური ძელებით 22-26 დაამუხრუჭებენ ლითონის გარსაცმის 3, ე. ი. შეზღუდავენ ლითონის გარსაცმის 3 თავისუფალ მოძრაობულებას, რაც საშუალებას იძლევა პოლიეთილენის ტომარაში და ლითონის გარსაცმში შეიქმნას მწვანე სასილოსე მასის სასურველი სიმკვრივე $\gamma = 360 - 400$ კგ/მ³ პოლიეთილენის ტომარაში მწვანე დაქუცმაცებული მასა განვითავსოთ ისე, რომ მასში ჰაერის რაოდენობა იყოს მინიმალური. ამის შემდეგ ჩართავენ ამძრავს 2 (სურ. 2.2) და შნეკი 5-6 მოვა ბრუნვით მოძრაობაში, რის შემდეგ მკევაბე ბუნკერიდან 7 (სურ. 2.2) მიაწვდიან 30-40მმ-ზე დაქუცმაცებულ მწვანე სასენაჟე მასას, რომელიც შნეკის 5 საშუალებით თანდათან მიეწოდება საწნეო კამერის 1 (სურ. 2.6) გავლით პოლიეთილენის აფსკის ტომარას 2, განთავსებულს ლითონის გარსაცმში. ეს უკანასკნელი თანდათან შევსებასთან ერთად, როცა მასში შეიქმნება ისეთი დაწოლის P ძალა, რომელიც აღემატება სამუხრუჭე სისტემის 20 (ნახ. 2.2) მიერ შექმნილ R ძალას, მაშინ იგი აიძულებს ლითონის გარსაცმს 3, მასში მოთავსებული პოლიეთილენის ტომარასთან 2 ერთად, თანდათან გადაადგილდეს მანქანის გრძივი ღერძის გასწვრივ.

როდესაც ლითონის გარსაცმი 3 მიადწევს კიდურა მდგომარეობას, ავტომატურად ამომრთველით 21 (სურ. 2.2) ამოირთვება ელამძრავი 2. ამის შემდეგ მომსახურე პერსონალი ხელით მოუშვებს სპეცქანჩს 29 (ნახ. 2.6) (გაათავისუფლებს სამუხრუჭე სისტემას 20) (სურ.2.2) და ხელით გააგორებს ლითონის გარსაცმს 3. საკეტების 5 (სურ. 2.6) საშუალებით გაანთავისუფლებენ ლითონის გარსაცმის სახურავს 3 ზედა ნახევარს სახელურით 4 გახსნიან ლითონის გარსაცმს, ამოიღებენ პოლიეთილენის აფსკის ტომარას, რომელშიც საკმაოდ მკვრივადაა გატენილი მწვანე დაქუცმაცებული სასილლსე მასით, ჰერმეტიკულად მოჰკრავენ პირს ისე, რომ მასში რაც შეიძლება მინიმალური რაოდენობით დარჩეს ჰაერი. ამის შემდეგ საკეები მზად არის ჰერმეტიკულად შევინახოთ ფარდულში ჩვენთვის სასურველი ვადით.

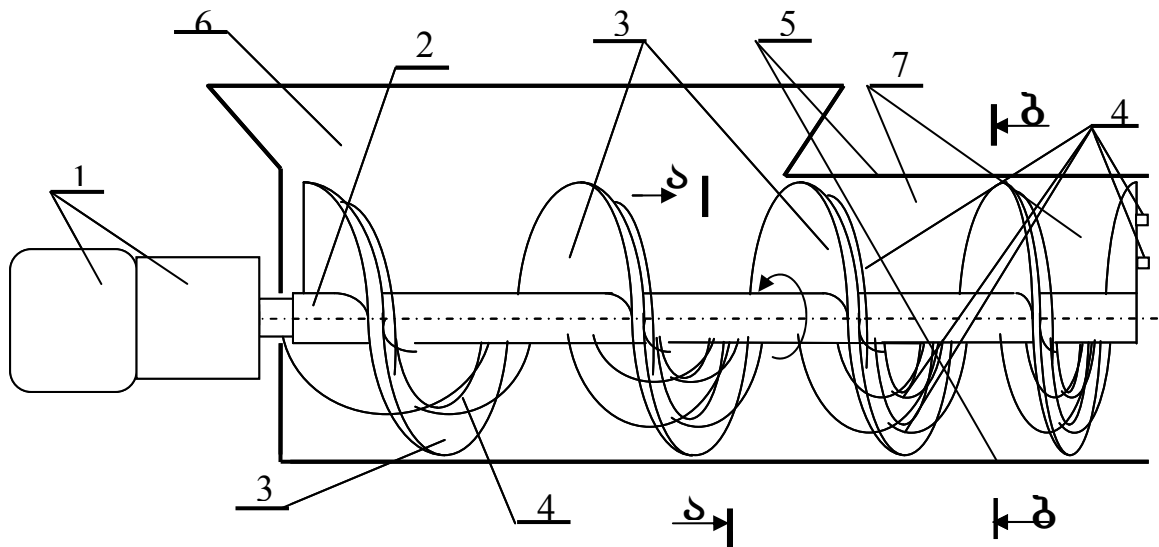
ამის შემდეგ იგივე პროცესი ავტომატურად მეორდება.

2.4 სენაჟის ტომრებში შესაფუთი მანქანის შნეკური სამუშაო ორგანო და მისი სრულყოფის შესაძლო ვარიანტები

წინა პარაგრაფებში აღწერილია შნეკური წნეხ-საფუთავი მანქანის მუშაობის პროცესი, რომლის წინასწარი გამოცდის ჩატარებისას გამოვლინდა რომ, საწნეხ კამერაში და პოლიეთილენის ტომარაში შეფუთული მასა არათანაბარი სიმკვრივის მიიღება, ბარდანის რადიალური მიმართულებით. ეს ნაკლი გამოწვეულია იმით, რომ ძირითადი სამუშაო ორგანოს (ლენტური ხვიის) სამუშაო ზედაპირი, ერთდროულად დახრილია, როგორც გრძივ ვერტიკალურ სიბრტყის მიმართ, ისე განივი კვეთის მართობი სიბრტყის მიმართ. შნეკის ასეთი კონსტრუქციული შესრულება, იწვევს სასენაჟე მასის გადაადგილებას შნეკის რადიალური მიმართულებით და ეს პროცესი ინტენსიურად მიმდინარეობს შნეკის გრძივი ღერძის მახლობლად, რაც გამოწვეულია შნეკის ხვიის აწვევის დიდი კუთხით, ამიტომ რაც მცირეა შნეკის ხვიის რადიუსი, მით უფრო მეტად უბიძგებს შნეკის ხვია დასაწნეხ მასას შნეკის რადიალური მიმართულებით და დასაწნეხი მასა, მანქანის გრძივ მიმართულებასთან ერთად, გადაადგილდება განივად – რადიალურად.

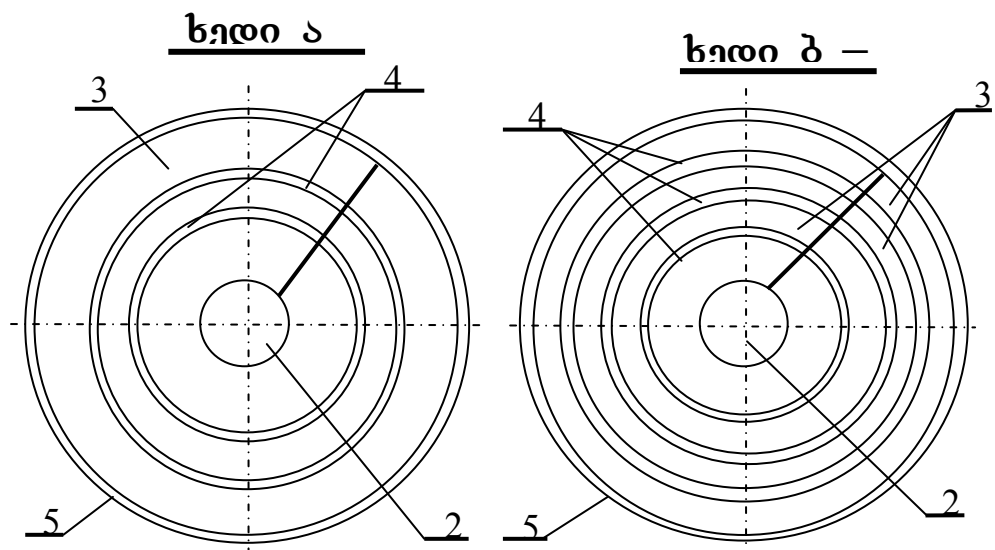
გამოვლენილი ნაკლის გამოსწორების მიზნით ჩვენს მიერ დამუშავებულია შნეკური წნეხ-საფუთავი მანქანის ახალი სამუშაო ორგანოების სხვადასხვა ვარიანტები.

I – შნეკური წნეხ-საფუთავი მანქანის შნეკი შესრულებულია ისე, რომ, მის ლენტურ ხვიაზე (ნახ. 2.7), სამუშაო ზედაპირის მხარეს, და ამ ზედაპირის მართობად და შნეკის ლილვის კონცენტრიულად მიმაგრებულია (მიდუღებულია) წრიული ფორმის ზოლოვანი მასალა, რომელთა რაოდენობა, მასის გასასვლელი ფანჯრისაკენ, იზრდება (ნახ. 2.7. 2.8).



ნახ. 2.7. შნეკური წნეხ-საფუთავი მანქანა წინხედში;

1. ძრავ – რედუქტორი, 2. ლილვი, 3. ლენტური ხვია, 4. ლენტურ ხვიაზე არქიმედეს სპირალის სახით დამაგრებული შვერილები, შესრულებული გარკვეული სისქის და სიგანის ზოლოვანი მასალისაგან, 5. შნეკის გარსაცმი, 6. მკვიბავი ბუნკერი, 7. საწნეხი კამერა.

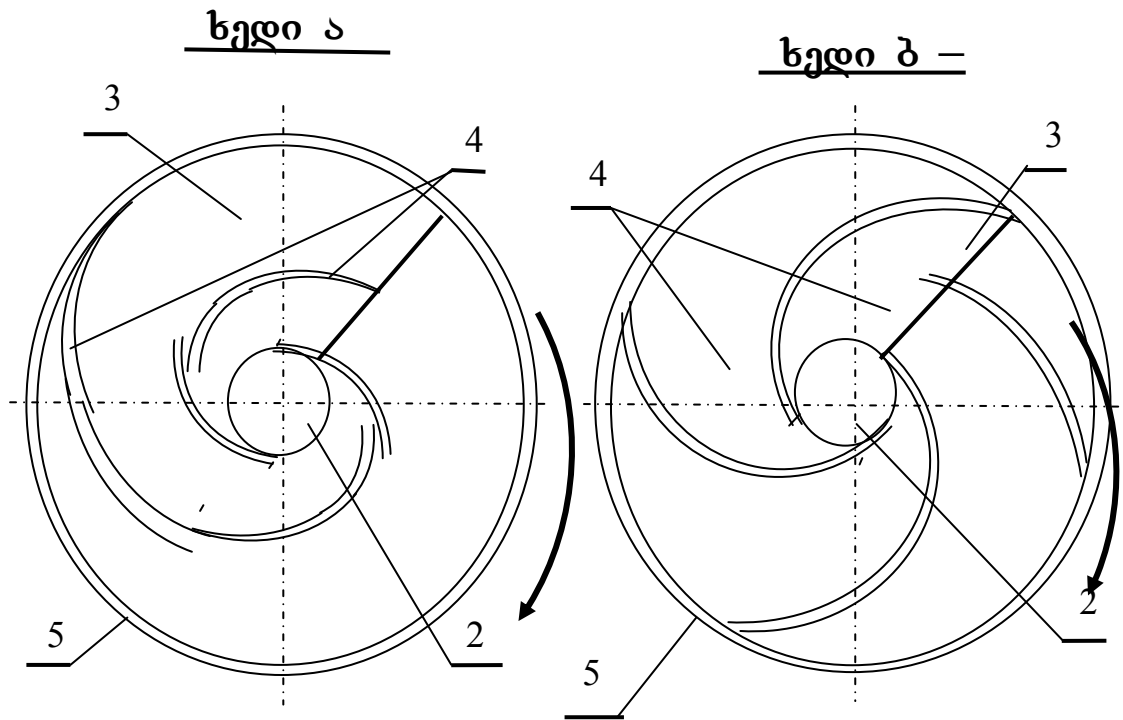


ნახ. 2.8 შნეკური წნეხ-საფუთავის კვეთა ა – ა და ბ – ბ ადგილებში.

შნეკური წნეხ-საფუთავი მუშაობს შემდეგნაირად: ჩართავენ ამძრავს, როცა შნეკის ბრუნთა რიცხვი მიაღწევს ნორმალურ ბრუნთა რიცხვს, ამის შემდეგ მკვებავი ბუნკერიდან მიეწოდება დასაწნეხი მასა – მწვანე შემჭკნარი ბალახი, რომელიც შნეკის ხვით თანდათან გადაადგილდება გარსაცმში, შნეკის გრძივი ღერძის გასწვრივ გასასვლელისაკენ. ამ უკანასკნელში დასაწნეხი მასა გადის თანდათან გაზრდილი წნევით, რაც გამოწვეულია ერთის მხრივ შნეკის ხვიის ბიჯის თანდათანობითი შემცირებით, ხოლო მეორეს მხრივ დასაწნეხი მასის, შნეკის გარსაცმში და საწნეო კამერაში გადაადგილების წინააღმდეგობის თანდათანობითი ზრდით. შნეკის ხვიის მოქმედებით (მისი კონ-სტრუქციიდან გამომდინარე) დასაწნეხი მასა შნეკის გრძივი ღერძის გასწვრივ გადაადგილებასთან ერთად, ცდილობს გადაადგილდეს შნეკის რადიალური მიმართულებით, რადგან შნეკის ერთსადაიმავე ბიჯის დროს, შნეკის აწევის კუთხე მისი ხვიის დიამეტრის უკუპროპორციულია, (ე. ი. შნეკის ის ხვია, რომელიც ნაკლებადაა დაცილებული შნეკის ცენტრიდან მისი აწევის კუთხე დიდია). ამიტომ შნეკის ხვიის ცენტრარულ ნაწილში წარმოქმნილი ძალები ცდილობენ დასაწნეხი მასა გადაადგილონ პერიფერიისაკენ, რასაც წინააღმდეგობას უწევენ შნეკის ხვიის სამუშაო ზედაპირზე ექცენტრიულად დამაგრებული შვერილები. ამით იქმნება პირობა, რომ დასაწნეხი მასა დაწნეხვის პროცესში გადაადგილდეს მხოლოდ შნეკის გრძივი ღერძის გასწვრივ. ამით მეტნაკლებად იქმნება იმის პირობა, რომ ჩამოყალიბებული ბარდანის ცენტრში შევინარჩუნოთ ბარდანის სასურველი სიმკვრივე.

II – ცნობილია [68,70], რომ შნეკის მწარმოებლურობა პირდაპირპროპორციულ დამოკიდებულებაშია შნეკის პარამეტრებზე: შნეკის ხვიის გარეთა დიამეტრის კვადრატზე და შნეკის ბიჯზე, ხოლო უკუპროპორციულ დამოკიდებულებაშია შნეკის ხვიის შიგა დიამეტრზე. ამიტომ, ბარდანის ცენტრალურ ნაწილში, მისი სიმკვრივე დაბალია.

ამ ნაკლის გამოსწორების მიზნით ჩვენს მიერ დამუშავდა შნეკური სამუშაო ორგანოს მეორე ვარიანტი (სურ. 2.10), რომელშიც შნეკის ხვიის სამუშაო ზედაპირზე და მის მართობად დამაგრებულია შვერილები, ანალოგიურად სურ 2.7-ისა, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ შვერილები შესრულებულია არქიმედეს სპირალის სახით (სურ. 2.10).



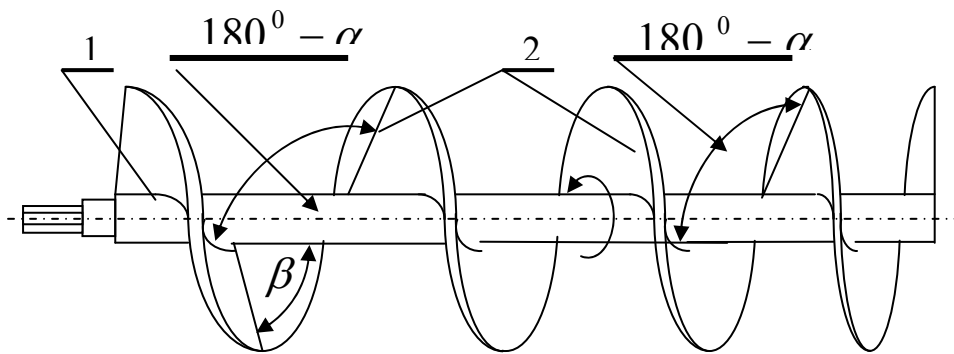
სურ. 2.10. შნეკური წნეხ-საფუთავის შნეკის კვეთის სქემა.

შნეკური წნეხ-საფუთავი მანქანის (სურ.2.7) შნეკი შესრულებულია ისე, რომ მის ლენტურ ხვიაზე (ნახ. 2.10), სამუშაო ზედაპირის მხარეს, და ამ ზედაპირის მართობად არქიმედეს სპირალის სახით შესრულებული ზოლოვანი მასალა მიმაგრებულია (მიღუღებულია) მასის გასასვლელი ფანჯრისაკენ მზარდი რაოდენობით.

შნეკური წნეხ-საფუთავი მუშაობს შემდეგნაირად: გაუშვებენ ამძრავ სადგურს; როცა შნეკის ბრუნთა რიცხვი მიაღწევს ნორმალურ ბრუნთა რიცხვს, ამის შემდეგ მკვებავი ბუნკერიდან მიეწოდება დასაწნეხი მასა – მწვანე შემჭკნარი ბალახი, რომელიც შნეკის ხვით თანდათან გადაადგილდება გარსაცმში შნეკის გრძივი ღერძის გასწვრივ გასასვლელისაკენ. ამ უკანასკნელში დასაწნეხი მასა გადის გაზრდილი წნევით, რაც გამოწვეულია, ერთის მხრივ, შნეკის ხვის ბიჯის თანდათანობითი შემცირებით, ხოლო, მეორეს მხრივ, დასაწნეხი მასის, შნეკის გარსაცმში და საწნეო კამერაში გადაადგილების წინააღმდეგობის თანდათანობითი ზრდით. შნეკის ხვის მოქმედებით (მისი კონსტრუქციიდან გამომდინარე) დასაწნეხი მასა შნეკის გრძივი ღერძის გასწვრივ გადაადგილებასთან ერთად, ცდილობს გადაადგილდეს შნეკის რადიალური მიმართულებით, ხოლო შნეკის ხვიაზე დამაგრებული არქიმედეს სპირალის სახით შესრულებული შვერილები დასაწნეხ მასას გადაადგილებს შნეკის ცენტრისაკენ, რითაც საწნეო

კამერაში მიიღება მეტნაკლებად ერთგვაროდ დაწნეხილი მასა, რაც საშუალებას იძლევა გავზარდოთ ტომრებში დამზადებული სენაუის რაოდენობა და ხარისხი.

III შნეკური სამუშაო ორგანოს ლენტური ხვია შეიძლება ლილვზე დავამაგროთ ისე, რომ მისი სამუშაო ზედაპირი დახრილი იყოს ღერძის მიმართ, დასაწნეხი მასის მოძრაობის მიმართულებით გარკვეული β კუთხით (ნახ. 2.11), რომლის დროსაც დაკმაყოფილებულია პირობა $\beta < 90^{\circ}$, ამ კუთხის მნიშვნელობა უნდა დადგინდეს ექსპერიმენტულად სხვადასხვა ტენიანობისა და დასაწნეხი მასის მიხედვით.



ნახ. 2.11. შნეკური სამუშაო ორგანო.

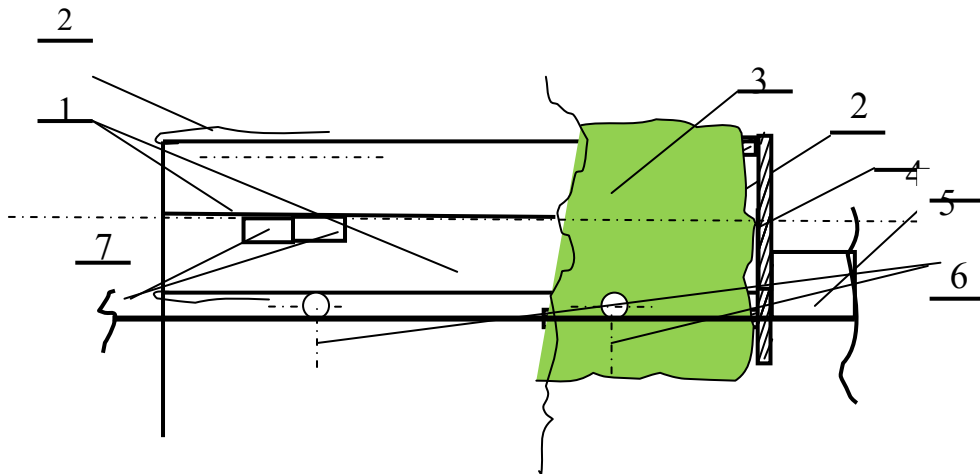
1. შნეკის ღერძი, 2. შნეკის ლენტური ხვია.

ასეთი სახით შესრულებული სამუშაო ორგანოში იმის გამო, რომ $\beta < 90^{\circ}$ -ზე, დასაწნეხი მასა, შნეკის ხვიის სამუშაო ზედაპირის ზემოქმედებით, ერთდროულად ცდილობს გადაადგილდეს, შნეკური სამუშაო ორგანოს, როგორც გრძივი მიმართულებით, დაწნეხილი მასის გასასვლელისაკენ, ისე შნეკის ცენტრისაკენ, რის შედეგადაც ჩამოყალიბებული ბარდანას სიმკვრივე იქნება თანაბარი და მოგვცემს საშუალებას ერთიდაიგივე ზომის პოლიეთილენის აფსკის ტომარაში დავამზადოთ უფრო მეტი და მაღალხარისხოვანი საკვები (სენაუი).

შნეკური სამუშაო ორგანოს შესრულების წარმოდგენილი სახესხვაობებზე, როგორც სავარაუდო გამოგონებაზე, გაფორმებული იქნა განაცხადი და წინადადება შეტანილი იქნა „საქპატენტში“ [24,40].

2.5. შნეკური წნეხ-საფუთავი მანქანის სამუშაო ორგანოს მუშაობის აღწერა

შნეკური წნეხ-საფუთავის ახალი კონსტრუქციის სამუშაო ორგანოთი მუშაობს შემდეგნაირად: გაუშვებენ ამძრავ სადგურს 1, როდესაც სამუშაო ორგანო – დამწნეხი შნეკის ბრუნთა რიცხვი მიაღწევს ოპტიმალურ მნიშვნელობას, ამის შემდეგ მკვებავი ბუნკერიდან 6 მიეწოდება დასაწნეხი მასა (მწვანე შემტკნარი ბალახი), რომელიც შნეკის ხვით 4 თანდათან გადაადგილდება გარსაცმში 6, შნეკის გრძივი ღერძის გასწვრივ დაწნეხილი მასის გასასვლელისაკენ – საწნეო კამერისაკენ, რომელშიც განთავსებულია ბარდანის შესაფუთი პოლიეთილენის აფსკი. ამ უკანასკნელში სასენაჟე მასა შეეხება რა მოძრავ საწნეო კამერის 1 (ნახ. 2.12) ძროს 4, იგი იმოქმედებს მასზე გარკვეული ძალით, რომელიც აიძულებს მოძრავ საწნეოკამერას გადაადგილდეს მანქანის გრძივი მიმართულებით. ამავე კამერას სამუხრუჭე ძელი 5 დამუხრუჭების ძალით აკავებს, მაგრამ, როცა დაკმაყოფილდება პირობა $F < SP$, მაშინ მოძრავი საწნეო კამერა 1 გადაადგილდება მანქანის გრძივი მიმართულებით და მოძრავ კამერაში ჩამოყალიბებას დაიწყებს ბარდანა.



ნახ. 2.12. მოძრავი საწნეო კამერა

1. საწნეო ცილინდრული კამერა; 2. პოლიეთილენის აფსკის ტომარა;
3. ცილინდრული სასენაჟე ბარდანა; 4. საწნეო ცილინდრული კამერის ძრო; 5. სამუხრუჭე ბერკეტი; 6. საწნეო ცილინდრული კამერის საგორავეები; 7. ანჯამი.

იმის გამო, რომ სამუშაო ორგანო – შნეკის ხვიის აწვევის კუთხე თანდათან იზრდება შნეკის რადიუსის შემცირებასთან ერთად, ამიტომ სასენაჟე მასაზე მოქმედი ჯამური ძალის რადიალური მდგენელი ცდილობს სასენაჟე მასა გადაადგილოს შნეკის ხვიაზე რადიალურად, მაგრამ მასზე რადიალურად დამაგრებული ზოლოვანი ფოლადი აკავებს მას და არ აძლევს საშუალებას გადაადგილდეს რადიალური მიმართულებით, ამის გამო სასენაჟე მასა შნეკის ზემოქმედებით გადაადგილდება მხოლოდ მანქანის გრძივი ღერძის მიმართულებით, რაც თავისთავად ჩამოყალიბებულ ბარდანაში იწვევს სასენაჟე მასის თანაბარ სიმკვრივესაც, რაც მოცემულ შემთხვევაში ჩვენს მიზანს წარმოადგენდა.

თავი III. შნეკური წნეხ-შემფუთავის სამუშაო პროცესის თეორიული ანალიზი

3.1. სასენაჟე მასის დაწნეხვის პროცესზე მოქმედი ფაქტორები და მათი მოკლე ანალიზი

ჩვენს მიერ დამუშავებულ შნეკური ტიპის წნეხ-შემფუთავის საწნეხ კამერაში 9 (სურ. 2.2), 1 (სურ. 2.6) და 7 (სურ. 2.7), სასენაჟე მწვანე შემჭკნარი ბალახის მასის ნორმალურად სენაჟად დაკონსერვებისათვის აუცილებელია ბალახის მასა დაიწნეხოს ისე, რომ მისმა სიმკვრივემ მიაღწიოს $360-450 \text{ კგ/მ}^3$ -დგ.

სასენაჟე მასის გამკვრივების სიდიდე დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, როგორცაა: დასაწნეხი მცენარეული მასალის ბოტანიკური სახე (მცენარის ღეროს სიმსხო და მის ფოთლიანობა), მის ტენიანობა (მწვანე დამჭკნარ მასაში წყლის რაოდენობა, რომელიც სენაჟის რულონებად დამზადების ტექნოლოგიიდან [26,29 30] გამომდინარე უნდა ცვალებადობდეს $45-55\%$ -მდე. ცნობილია, რომ ახლად მოთიბული მწვანე მასის ტენიანობა ცვალებადობს $75-85\%$ -მდე. იმის მიხედვით, თუ როგორია იმ ნიადაგის ტენიანობა რომელზეც ხდება მწვანე მასის გათიბვა და რომელია ის გასათიბი ბალახეული კულტურის უმრავლესობა, რომელიც გავრცელებულია (დომინირებს) მოცემულ ნაკვეთზე; მცენარის დაქუცმაცების შემდეგ მიღებული ღეროს და ფოთლის ნაწილაკის ზომებზე, მისიფიზიკო-მექანიკურ თვისებები (ღეროს და ფოთლის დრეკადობის მოდულზე, სიხისტეზე, სიმკვრივეზე და ა.შ., დანადგარის კონსტრუქციულ და ტექნოლოგიურ პარამეტრებზე. ამ მსჯელობიდან გამომდინარე ცილინდრული ბარდანის ჩამოყალიბებაზე მოქმედი ფაქტორები შეიძლება იყოს:

1. დასაწნეხი სასენაჟე მწვანე შემჭკნარი მასის საწყისი სიმკვრივე P_0 , კგ/მ³;
2. დასაწნეხ მასაში დაჭრილი ნაწილაკების საშუალო სიგრძე δ , მ;
3. დაწნეხილი მწვანე შემჭკნარი სასენაჟე მასის ბარდანის სიგრძე L,მ;
4. შნეკის ბრუნვის კუთხური სიჩქარე ω , რად/წმ.

5. შნეკის ხვიის გარეთა დიამეტრი, D_H მ;
6. საწნეო კამერის დიამეტრი, D_k მ;
7. შნეკის ლილვის დიამეტრი, D_B მ;
8. შნეკის ხვიის აწევის კუთხე, α რად;
9. დასაწნეხ მასასა და შნეკის გარსაცმს შორის ხახუნის კოეფიციენტი, f_1 ;
10. დასაწნეხ მასასა და შნეკის ხვიის ზედაპირს შორის ხახუნის კოეფიციენტი, f_2 ;
11. დასაწნეხ მასასა და პოლიეთილენის აფსკს შორის ხახუნის კოეფიციენტი, f_3 .
12. სამუხრუჭე მექანიზმის მიერ შექმნილი საწნეო კამერის გადაგორების წინაღობის ძალა P_T , ნ.

ჩამოთვლილი ფაქტორებიდან ნაკლებ მნიშვნელოვანია ისეთი ფაქტორები, როგორებიცაა დასაწნეხ მასასა და შნეკის გარსაცმს შორის ხახუნის კოეფიციენტი f_1 , დასაწნეხ მასასა და შნეკის ხვიის ზედაპირს შორის ხახუნის კოეფიციენტი f_2 , დასაწნეხ მასასა და პოლიეთილენის აფსკს შორის ხახუნის კოეფიციენტი f_3 .

ამ ფაქტორების მწვანე შემტკნარი დაქუცმაცებული ბალახის დაწნეხვის პროცესზე უმნიშვნელო ზეგავლენა გამოწვეულია იმით, რომ ხახუნის კოეფიციენტები: f_1 , f_2 და f_3 ძალზე უმნიშვნელო სიდიდეებია, რადგან თვით მწვანე მასის ხახუნის კუთხეები: φ_1 , φ_2 და φ_3 , რომლებიც შესაბამისად წარმოადგენენ, მწვანე შემტკნარი მასის ლითონზე და პოლიეთილენის აფსკზე ხახუნის კუთხეებს, ძალზე მცირე სიდიდეებია და რადგან $f_1 - tg\varphi_1$, $f_2 - tg\varphi_2$ და $f_3 - tg\varphi_3$. ამიტომ f_1 , f_2 და f_3 კოეფიციენტებიც უმნიშვნელო სიდიდეებია. შნეკის ბრუნვის კუთხური სიჩქარის ω ცვალებადობა – გაზრდა ან შემცირება, მოითხოვს რედუქტორის შეცვლას, ან ჯაჭვურ გადაცემას რამოდენიმე ჯაჭვით, რაც ერთის მხრივ ასევე დიდ ხარჯებთანაა დაკავშირებული, ხოლო მეორეს მხრივ მისი შეცვლა არავითარ ზეგავლენას არ ახდენს ოპტიმიზაციის P პარამეტრზე.

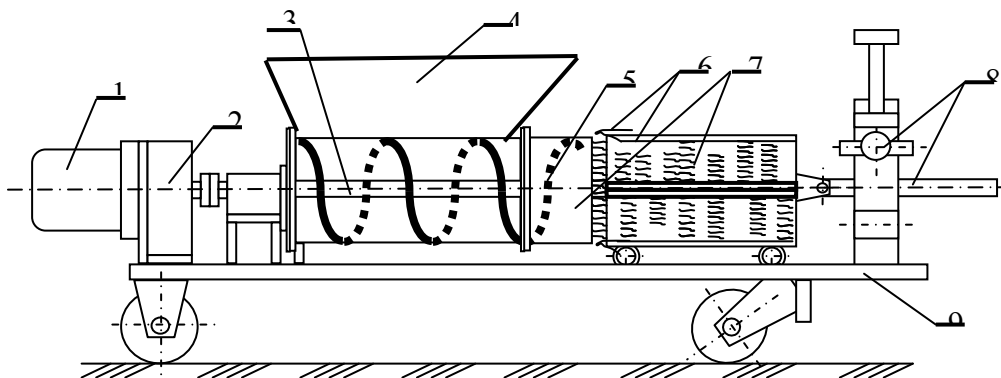
ისეთი ფაქტორები, როგორცაა D_B , D_K , D_H , და α არის შნეკური წნეხ-საფუთავი მანქანის კონსტრუქციული პარამეტრები, რომელთა ცვალებადობა მოითხოვს, განსხვავებული გეომეტრიული პარამეტრებით, ახალი შნეკური წნეხ-საფუთავი მანქანების დამზადებას და გამოცდას. ამიტომ აღნიშნული პარამეტრები სასურველია შეირჩეს დასამზადებელი ბარდანის ტექნოლოგიური მოთხოვნებიდან და სხვა თეორიული მოსაზრებებიდან გამომდინარე.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ შნეკის აწევის კუთხე α , ჩვენს მიერ დამზადებულ შნეკურ სამუშაო ორგანოში მცირდება დასაწნეხი მასის მოძრაობის მიმართულებით, რაც საშუალებას იძლევა ტექნოლოგიური პროცესის დროს გავზარდოთ შნეკის შევსების კოეფიციენტი და საწნეო კამერაში დაწნეხილ მასის სიმკვრივე.

ისეთი ფაქტორი, როგორცაა მწვანე მასის დაჭრის δ სიგრძე, ეს ფაქტორი ზოოტექნიკურადაა განსაზღვრული და მისი ცვალებადობა დასაშვებ ზღვრებში ზეგავლენას ვერ მოახდენს ოპტიმიზაციის პარამეტრის P მნიშვნელობაზე.

3.2. შნეკურ წნეხ-შემფუთავში სასენაჟი მასის ნაწილაკზე მოქმედი ძალთა სისტემა.

შნეკურ წნეხ-შემფუთავ მანქანაში (ნახ. 3.1) აქტიურ სამუშაო ორგანოს წარმოადგენს შნეკის ხვია 5 თავისი ლილვით 3, რომელიც ანხორციელებს სასენაჟე შემჭკნარი მწვანე მასის გადაადგილებას საწნეხი კამერისაკენ და ამ უკანასკნელში მწვანე შემჭკნარ მასას გაამკვრივებს სენაჟის დამზადების ზოოტექნიკური მოთხოვნილების შესაბამის სიმკვრივემდე 360 – 450 კგ/მ³.

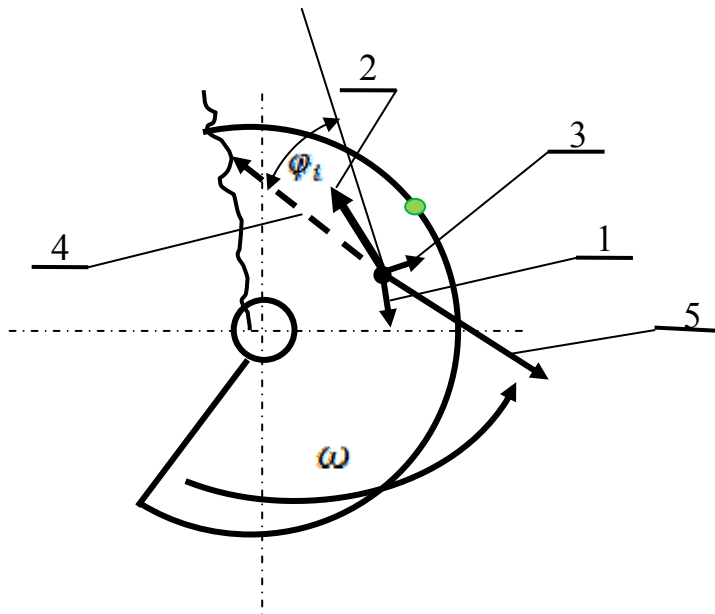


ნახ. 3.1. სენაჟის შესაფუთი მანქანის პრინციპული სქემა.

1. ელამპრაგი, 2. რედუქტორი, 3. შნეკის ლილვი, 4. მკვებავი ბუნკერი, 5. დამწნეხი შნეკი, 6. პოლიეთილენის აფსკისაგან დამზადებული ტომარა, 7. საწნეხი კამერა, 8. სამუხრუჭე მექანიზმი, 9. ჩარჩო.

როგორც (2.3.) პარაგრაფიდან ჩანს შნეკური წნეხ-შემფუთავი მანქანის მუშაობისათვის ჩართავენ ამპრავს 1 და როდესაც ძრავას (შნეკის ლილვი 3) ბრუნთა რიცხვი მიაღწევს ნომინალურ მნიშვნელობას, შემდეგ მკვებავი ბუნკერიდან 4 შნეკს მიეწოდება სასენაჟე მწვანე შემჭკნარი და დაქუცმაცებული მწვანე მასა, რომელიც შნეკის ხვიის ზემოქმედებით გადაადგილდება დასაწნეხი კამერისაკენ 7.

შნეკის ბრუნვისას მისი ხვიის სამუშაო ზედაპირის ზემოქმედებით, მწვანე შემჭკნარი მასის M_1 წერტილოვან ნაწილაკზე, რომელიც დევს შნეკის ხვიის სამუშაო სიბრტყეზე, მოქმედებს ძალთა სისტემა, რომელიც სქემატურად (შნეკური სამუშაო ორგანოს ფრაგმენტის მოქმედებით) შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით (სურ. 3.2).



ნახ. 3.2. სასენაჟე მასის დაწნეხვისას M_1 ნაწილაკზე მოქმედ ძალთა სქემა

1. m_1g -დასაწნეხი მწვანე შემჭკნარი ბალახის M_1 ნაწილაკის სიმძიმის ძალა, ნ;
2. F_1 – წნეხის ხვიაზე დასაწნეხი ნაწილაკის ხახუნის წინააღობის ძალა, ნ;

3. $R_t - M_t$ ნაწილაკზე მოქმედი რადიალური ძალა, ნ;
4. N_t – შნეკის ხვიაზე M_t ნაწილაკის ნორმალური რეაქციის ძალა, ნ;
5. P_t – შნეკის ხვიის ზემოქმედებით M_t ნაწილაკზე მოქმედი ძალა, რომელიც იწვევს M_t ნაწილაკის გადაადგილებას OZ ღერძის გასწვრივ, ნ;
6. $f_t - M_t$ ნაწილაკის ლითონზე ხახუნის კოეფიციენტი;
7. $F_t - M_t$ ნაწილაკის ფართი, რომლითაც იგი მოცემულ მომენტში განთავსებულია შნეკის ხვიის სამუშაო ზედაპირზე, მ²;

ამ ძალთა სისტემაში ძირითად ძალას წარმოადგენს P_t ძალა, რომელიც განახორციელებს მწვანე შემჭკნარი მასის გადაადგილებას საწნეხი კამერისაკენ. უნდა აღინიშნოს, რომ ამ ძალის სიდიდე, როგორც ამ პროცესის სხვა მახასიათებლები, არაერთგვაროვანია (არაა მუდმივი სიდიდეები) შნეკის ხვიის მთელ სიგრძეზე. იმის გამო, რომ ძირითადი სამუშაო ორგანოს – შნეკის ხვია, როგორც სიბრტყე, ერთდროულად დახრილია (OXY) სიბრტყის და (OZ) ღერძის მიმართ, ამიტომ მისი ბრუნვისას წარმოქმნილი ძალები ერთდროულედ ცდილობენ M_t წერტილოვანი ნაწილაკი გადაადგილოს, როგორც (OXY) სიბრტყეში, ისე (OZ) ღერძის გასწვრივ. M_t წერტილოვანი ნაწილაკის მიერ განვლილი მანძილი (OXY) სიბრტყეში და (OZ) ღერძის გასწვრივ, დამოკიდებულია იმაზე, თუ რა სიდიდის კუთხითაა ის ზედაპირი დახრილი (OXY) სიბრტყისა და (OZ) ღერძის მიმართ, რომელზეც დევს M_t წერტილოვანი ნაწილაკი.

იმის გამო, რომ მკვებავ ბუნკერთან M_t წერტილოვანი ნაწილაკი შედარებით ნაკლებადაა კონტაქტში სხვა მწვანე სასენაჟე ნაწილაკებთან, ამიტომ იგი უფრო მეტად ექვემდებარება შნეკის სამუშაო ზედაპირის მიერ განვითარებულ ძალებს. ღოცა M_t წერტილოვანი ნაწილაკი ახლოსაა ან განთავსებულია საწნეო კამერაში, მაშინ მასზე მოქმედებს დამატებით სხვა ნაწილაკებიც, რაც თავისთავად ცვლის M_t წერტილოვანი ნაწილაკის მოძრაობის ტრაექტორიას.

თუ გამოვრიცხავთ დასაწნეხი ნაწილაკების ურთიერთქმედებას, მაშინ მივიღებთ, რომ შნეკის ხვიის ზემოქმედებით M_t წერტილოვანი ნაწილაკი უფრო მეტი სიდიდით გადაადგილდება იმ მიმართულებით, საითაც მეტი

კუთხითაა $[(\alpha < \beta),$ თუ $(\alpha > \beta)]$ დახრილი M_1 წერტილოვანი ნაწილაკის განლაგების სიბრტყე, (OXY) სიბრტყის და (OZ) ღერძის მიმართ. თუ $(\alpha = \beta),$ მაშინ M_1 წერტილოვანი ნაწილაკი გადაადგილდება ორივე მიმართულებით თანაბარი სიდიდით.

ამასთან იმ ძალის სიდიდე, რომელმაც უნდა გამოიწვიოს M_1 წერტილოვანი ნაწილაკის გადაადგილება ამა თუ იმ მიმართულებით, უკუპროპორციულია α და β კუთხეების მნიშვნელობებისა.

3.3. მცენარეული მასის დაწნეხვის (გამკვრივების) თეორია რეოლოგიის მეთოდების გამოყენებით

თივის და ჩალის დაწნეხვის საკითხს XX საუკუნის 20-იანი წლებიდან მრავალი კვლევა მიეძღვნა. ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კვლევა, როგორც თეორიული, ასევე ექსპერიმენტული, ჩატარებული აქვს აკად. რ. მახარობლიძეს, რომლის კვლევიდან ირკვევა [78], რომ შემჭდროვების დროს პირველ რიგში მასში გროვდება დრეკადი დეფორმაციის ენერგია და ბოლო დაწნეხვის მოხსნის შემდეგ ხდება მისი დრეკადული გაფართოება. დაწნეხილი მასალის გაფართოებაზე გავლენას ახდენს ის დრო, რომლის განმავლობაშიც ის იმყოფება დაწნეხვის ქვეშ. რაც ნაკლებია დრო, მით ნაკლები მასა გაფართოვდება დატვირთვის შემდგომ. ბარდანების ან ბრიკეტების წნეხვის ქვეშ გაჩერების დროს, მასში დაგროვილი დრეკადი ენერგია გაიშლება, ე.ი. მცენარეულ მასას აქვს მოქმედების ისეთი თვისება, რასაც ჰქვია რელაქსაცია (დაძაბულობის ცვლილება დროში), როცა შენარჩუნებულია მუდმივი დეფორმაცია და ცოცვა (დეფორმაციის ცვლილება დროში, მუდმივი დაძაბულობის შენარჩუნებით).

ქვემოთ განხილულია აკად. მახარობლიძის მეთოდოლოგიით ჩატარებული თეორიული გამოკვლევა, როცა დაწნეხვა მიმდინარეობს შენეკური საწნეხი სამუშაო ორგანოთი [45,46].

მცენარეული მასის სიმკვრივის და დატვირთვის კინემატიკური, დინამიური და ფიზიკო-მექანიკურ თვისებებს შორის დამოკიდებულების დასადგენად, განვიხილოდ დაწნეხვის პროცესი დახურულ L სიგრძის

კამერაში, რომლის განიკვეთია F . დაგუშვათ, რომ კამერის მთელი მოცულობა შევსებულია M მასის მქონე მასალით, მაშინ მცენარეული მასის საწყისი სიმკვრივეა:

$$\rho_0 = \frac{M}{LF} \quad (3.1)$$

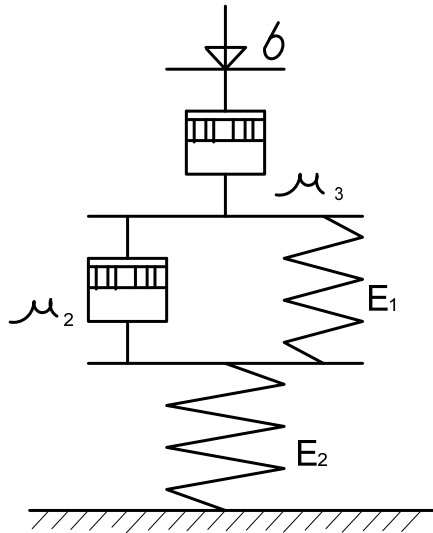
სამუშაო ორგანოს გადაადგილების მიხედვით მცენარეული მასა იკუმშება (დეფორმირდება), მისი სიმკვრივე იზრდება და სამუშაო ორგანოს U სიღრმით გადაადგილებისას (მასალის აბსოლუტური დეფორმაცია), მისი მნიშვნელობა იქნება:

$$\rho = \frac{M}{F(L-U)} = \frac{M}{FL(1-\frac{U}{L})} = \frac{\rho_0}{1-\varepsilon} \quad (3.2)$$

სადაც ε – მასალის აბსოლუტური დეფორმაციაა.

აბსოლიტური დეფორმაციის (ε) განსაზღვრისათვის პირველ რიგში უნდა ვიცოდეთ მასალის დეფორმაციის კანონი; რეოლოგიაში ცნობილია [46] დრეკადი, ბლანტი და სხვა ელემენტების თვისებების ფიზიკური ახსნა და მათი ურთიერთ კომბინაციის შედეგად შესაძლებელია საკმარისად ზუსტად აღვწეროთ ნებისმიერი მასალის მექანიკური თვისებები.

დრეკადი მასალა წარმოდგენილია ზამბარის სახით, რომლის დეფორმაცია ემორჩილება ჰუკის კანონს, ხოლო ბლანტი ელემენტი – ეს არის ცილინდრი, რომელიც სავსეა თხევადი ნივთიერებით, რომლის დეფორმაცია აისახება ნიუტონის კანონით. ამ ელემენტების პარალელურად ან მიმდევრობით შეერთებით შეიძლება ავაგოთ დასაწინეხი მასალის მოდელი. კვლევაში [38,39] დამტკიცებულია, რომ თივის ან ჩალის მაგვარი მასალის დეფორმაცია არ შეიძლება წარმოვიდგინოთ ზემოთ აღნიშნული ელემენტების მარტივი შეერთებით – პარალელურად (ფოიგტის მოდელი) ან მიმდევრობითი შეერთებით (მაქსველის მოდელი); ამიტომ ვიღებთ ორი დრეკადი ელემენტის შეერთების სხვანაირ სქემას (სურ. 3.1):



სურ. 3.1. მაცენარეული მასის დაწნეხვის დროს დეფორმაციის კანონის ექვივალენტური საანგარიშო სქემა

ასეთი მოდელი უფრო რეალურად ასახავს ბლანტი თვისებების მქონე მასალის დრეკადულ თვისებებს (რელაქსაცია), შემჭიდროების დროს სწრაფი შეკუმშვის დროს სრული დეფორმაცია ძირითადად განისაზღვრება E_1 ზამბარის შეკუმშვით. თუ ამის შემდეგ მოდელის თავისუფალ ბოლოს დავაფიქსირებთ, მაშინ ზამბარა მოქმედებს დეჟუმზე μ_2 და აიძულებს მას გადაადგილდეს, რის გამოც ზამბარა გაიჭიმება და მოდელის დაძაბულობა შემცირდება (დაძაბულობის რელაქსაცია) თუ მოდელს დავუმატებთ დატვირთვას, მაშინ პირველ რიგში მოხდება ზამბარის მყისიერი შეკუმშვა E_1 ; შემდგომში ზამბარის თანდათანობით შეკუმშვისას E_2 , შეკუმშვის მოხსნის დროს, ზამბარა მყისიერად გაიშლება. ძამბარა E_2 დეჟუმის μ_2 მოქმედების გამო შედარებით ნელა გაიშლება (ცოცვის პროცესი). დატვირთვის მოხსნის დროს დეჟუმში μ_3 არ იცვლის თავის მდგომარეობას ე.ი. რჩება დაძრულ მდგომარეობაში (ნარჩენი დეფორმაცია).

რეოლოგიურ მოდელების დახმარებით ჩატარებულ კვლევებში [43,42] გამოყვანილია დამოკიდებულებანი დაძაბულობა σ -ს ფარდობით დეფორმაციას ε -ს შორის, რომელსაც აქვს შემდეგი სახე:

$$\frac{\mu_2}{E_1} \frac{d^2 \sigma}{dt^2} + \left(1 + \frac{E_2}{E_1} + \frac{\mu_2}{\mu_3}\right) \frac{d\sigma}{dt} + \frac{E_2}{\mu_3} \sigma = \mu_2 \frac{d^2 \varepsilon}{dt^2} + E_2 \frac{d\varepsilon}{dt} \quad (3.3)$$

სადაც: E_1, E_2 – ზამბარების დრეკადობის მოდულია ნ/მ²;

μ_2, μ_3 – სიბლანტის კოეფიციენტი ნ.წმ/მ²;

t - დრო, წმ.

ხოლო ხვედრითი დაწნევა მასალის სიმკვრივისაგან არის შემდეგ დამოკიდებულებაში:

$$\sigma = C^* [e^{a^*(p-p_0)} - 1] \quad (3.4)$$

სადაც: p_0 და p - საწყისი და საბოლოო სიმკვრივეა, კგ/მ³;

C^* და a^* – ექსპერიმენტებით მიღებული განზომილებიანი კოეფიციენტებია, ნ/მ², მ³/ნ.

შნეკის ხვიაზე წერტილის ღერძული სიჩქარე (მ/წმ):

$$\frac{dU}{dt} = L \frac{ds}{dt} = \vartheta_{\text{ш}} = \frac{S\omega_{\text{ш}}}{60} = \frac{S\omega_{\text{ш}}}{2\pi} \quad (3.5)$$

სადაც: U – მასალის ღერძული გადაადგილება, მ;

S – ხვიას ბიჯი, მ;

$\omega_{\text{ш}}$ – შნეკის კუთხური სიჩქარე, 1/წმ;

L – საწნეხი კამერის სიგრძე შნეკის ბოლოს, მ.

თანახმად (3.3) $\frac{ds}{dt} = \frac{1}{L} \frac{S\omega_{\text{ш}}}{2\pi}$, საწყისი რეულოგიური განტოლება (3.1)

ღებულობს სახეს:

$$\frac{\sigma}{dt^2} + \left(\frac{E_1}{\mu_2} + \frac{E_2}{\mu_2} + \frac{E_1}{\mu_3} \right) \frac{d\sigma}{dt} + \frac{E_1 E_2}{\mu_2 \mu_3} \sigma = \frac{E_1 E_2}{\mu_2 L} \cdot \frac{S\omega_{\text{ш}}}{2\pi} \quad (3.6)$$

იმისათვის, რომ ვიპოვოთ მასალის სიმკვრივის ცვალებადობა დროში და მისი დამოკიდებულება მოქმედ ფაქტორებთან, საჭიროა (3.6) დიფერენციალური განტოლებიდან ვიპოვოთ ძაბვის მნიშვნელობა და შემდეგ მისი დახმარებით განვსაზღვროთ სიმკვრივე (3.4) ფორმულით.

ამოვსნათ (3.6) დიფერენციალური განტოლება ოპერატორული აღრიცხვის მათემატიკური აპარატის გამოყენებით [69,70], ამისათვის წარმოვადგინოთ იგი ოპერატორული ფორმით:

$$P^2 \bar{\sigma} + \left(\frac{E_1}{\mu_2} + \frac{E_2}{\mu_2} + \frac{E_1}{\mu_3} \right) P \bar{\sigma} + \frac{E_1 E_2}{\mu_2 \mu_3} \bar{\sigma} = \frac{E_1 E_2}{\mu_2 L} \cdot \frac{S\omega_{\text{ш}}}{2\pi} \quad (3.3.7)$$

აქედან:

$$\bar{\sigma} = \frac{E_1 E_2}{\mu_2 L} \cdot \frac{S \omega_{\text{III}}}{2\pi} \cdot \frac{1}{P^2 \left(\frac{E_1}{\mu_2} + \frac{E_2}{\mu_2} + \frac{E_1}{\mu_3} \right) P + \frac{E_1 E_2}{\mu_2 \mu_3}} \quad (3.3.8)$$

წარმოვადგინოთ (3.8) ასეთი სახით:

$$\bar{\sigma} = \frac{E_1 E_2}{\mu_2 L} \cdot \frac{S \omega_{\text{III}}}{2\pi} \cdot \frac{1}{\left(P + \frac{1}{2} \left(\frac{E_1}{\mu_2} + \frac{E_2}{\mu_2} + \frac{E_1}{\mu_3} \right) \right)^2 + \frac{E_1 E_2}{\mu_2 \mu_3} - \frac{1}{4} \left(\frac{E_1}{\mu_2} + \frac{E_2}{\mu_2} + \frac{E_1}{\mu_3} \right)^2} \quad (3.3.9)$$

შემოვიღოთ აღნიშვნები:

$$\frac{1}{2} \left(\frac{E_1}{\mu_2} + \frac{E_2}{\mu_2} + \frac{E_1}{\mu_3} \right) - \frac{a}{2} \frac{E_1 E_2}{\mu_2 \mu_3} - \frac{1}{4} \left(\frac{E_1}{\mu_2} + \frac{E_2}{\mu_2} + \frac{E_1}{\mu_3} \right)^2 = b^2 \quad (3.10)$$

ამის შემდეგ, ოპერატორული განტოლება (3.9) წარმოვადგინოთ გარდაქმნილი სახით:

$$\bar{\sigma} = \frac{E_1 E_2}{\mu_2 L} \cdot \frac{S \omega_{\text{III}}}{2\pi} \left[\frac{\mu_2 \mu_3}{E_1 E_2} \left(1 - \frac{P(P+\frac{a}{2})}{(P+\frac{a}{2})^2 + b^2} - \frac{P\frac{a}{2}}{(P+\frac{a}{2})^2 + b^2} \right) \right] \quad (3.11)$$

(3.9) და (3.11) განტოლებანი ერთმანეთის ექვივალენტურია, თუმცა გარდაქმნის შემდეგ (3.9) განტოლება მიყვანილია ოპერატორულ ფორმაზე, რომლის ორიგინალები მოცემულია ცხრილებში [83,84].

გვაქვს ამოხსნის სამი შემთხვევა:

1. როცა $b^2 > 0$

$$\sigma = \frac{E_1 E_2}{\mu_2 L} \cdot \frac{S \omega_{\text{III}}}{2\pi} \left[\frac{\mu_2 \mu_3}{E_1 E_2} \left(1 - e^{-\frac{a}{2}t} \left(\cos bt + \frac{a}{2b} \sin bt \right) \right) \right] \quad (3.12)$$

2. როცა $b^2 < 0$

$$\sigma = \frac{E_1 E_2}{\mu_2 L} \cdot \frac{S \omega_{III}}{2\pi} \left[\frac{\mu_2 \mu_3}{E_1 E_2} \left(1 - e^{-\frac{a}{2}t} \left(\operatorname{ch} bt + \frac{a}{2b} \operatorname{sh} bt \right) \right) \right] \quad (3.13)$$

3. როცა $h^2 = 0$

$$\sigma = \frac{E_1 E_2}{\mu_2 L} \cdot \frac{S \omega_{III}}{2\pi} \left[\frac{\mu_2 \mu_3}{E_1 E_2} \left(1 - e^{-\frac{a}{2}t} \left(1 + \frac{a}{2}t \right) \right) \right] \quad (3.14)$$

დაწნევის კამერაში, მისი გავსების შემდეგ, მორიგი პორციის მიწოდების კვალობაზე, ხდება საკვები ბალახეული მასის დეფორმაცია და ძაბვის გადიდება, ზემოთ მიღებული კანონების შესაბამისად. ბარდანის მაქსიმალური სიმკვრივის მისაღებად დაწნევის კამერაში, მიღებული ფორმულებით უნდა განისაზღვროს მაქსიმალური ძაბვის (დაწნევის) მნიშვნელობა. სამივე შემთხვევაში მაქსიმალური ძაბვა განისაზღვრება გამოსახულებით:

$$\sigma_{max} = \frac{\mu_3}{L} \cdot \frac{S \Pi_{III}}{60} = \frac{\mu_3 E_1}{E_1 L} \cdot \frac{S \Pi_{III}}{60} = \frac{\tau E_1}{L} \cdot \frac{S \Pi_{III}}{60} \quad (3.15)$$

სადაც: τ – არის გამკვრივებული მასალის რელაქსაციის დრო, წმ.

თუ გამოვიყენებთ ძაბვასა და სიმკვრივეს შორის ფუნქციონალური დამოკიდებულების ფორმულას (3.2), მივიღებთ შნეკის ბოლოს მოთავსებულ დაწნევის კამერაში, ბარდანის მაქსიმალური სიმკვრივის მნიშვნელობას შემდეგი სახით:

$$\rho = \rho_0 + \frac{1}{a^*} \ln \left(1 + \frac{1}{C^*} \frac{\tau E_1}{L} \cdot \frac{S \Pi_{III}}{60} \right)$$

მაგალითი: ვთქვათ შნეკის ბრუნვათა რიცხვი $\Pi_{III} = 34$ ბრ/წთ; საწნეხი კამერის სიგრძე $L=0,4$ მ; რელაქსაციის დრო $\tau=6,6$ წ; ხვიას ბიჯი $S=0,65$; დრეკადობის მოდული $E_1=0,85 \cdot 10^5$ ნ/მ²; $a^*=2 \cdot 10^{-3}$ მ³/კგ; საწყისი სიმკვრივე $\rho_0=50$ კგ/მ³; $C^*=5,95 \cdot 10^5$ ნ/მ², მივიღებთ:

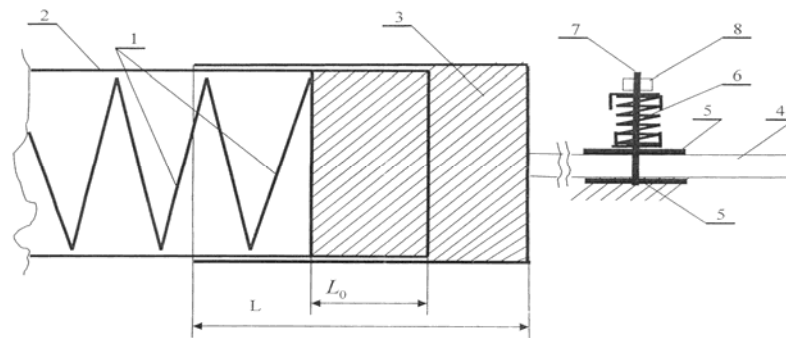
$$\rho = 50 + \frac{1}{0,002} \ln \left(1 + \frac{6,6 \cdot 0,85 \cdot 10^5 \cdot 0,65 \cdot 34}{5,95 \cdot 10^5 \cdot 0,4 \cdot 60} \right) = 50 + \frac{1}{0,002} \ln 1,913 \approx 373,85 \text{ კგ/მ}^3$$

სიმკვრივის მიღებული მნიშვნელობა არის „შეფუთული“ სენაჟის ტექნოლოგიით დაწნეხილი ბარდანიხათვის რეკომენდებული სიმკვრივის ზღვრებში.

3.4. „შეფუთული“ სენაჟის დასამზადებლად შნეკური ტიპის საწნეხი კამერის ძირითადი პარამეტრების დასაბუთება

პრაქტიკაში გამოყენებული დამწნეხი სამუშაო ორგანოები შეიძლება დავეყოს შვიდ ძირითად სახეობად: დგუშისებრი, რულონისებრი, სატრანსპორტო, შნეკური, შტემპელური, ლილვაკებიანი და რგოლური. მიუხედავად იმისა რომ შნეკური ტიპის საწნეხი ორგანოები მოითხოვენ დიდ ენერგიას, მათი გამოყენება სტაციონალურ დანადგარებში ეფექტურია ორი გარემოების გამო: კონსტრუქციული სიმარტივე და ორი ოპერაციის დაწნეხვა და შეფუთვის ერთდროული შესრულება.

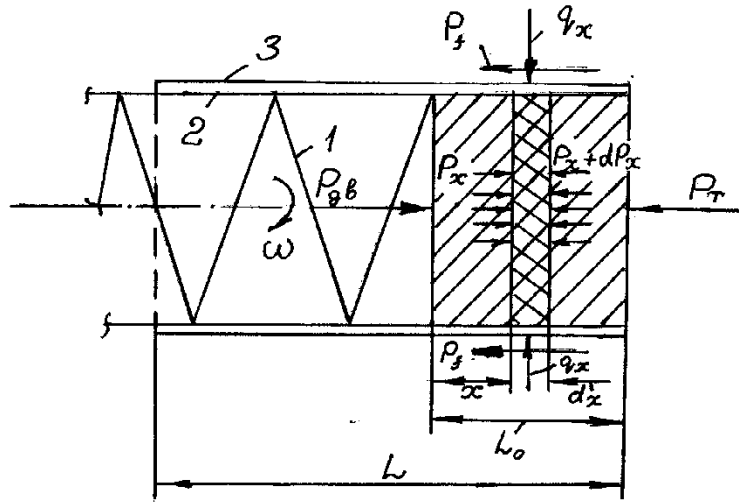
ჩვენს მიერ გამოგონების დონეზე დამუშავებულია და დამზადებულია საწნეხ-შემფუთავი დანადგარი. სურათზე 3.2. წარმოდგენილია ამ დანადგარის დამწნეხი კვანძის პრინციპული სქემა.



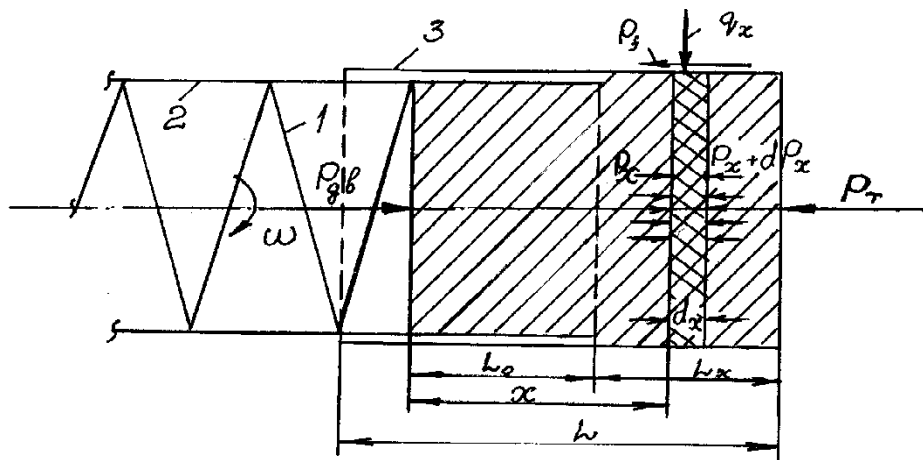
სურ. 3.2. შნეკური აპარატის დამწნეხი კვანძის პრინციპული სქემა.

უძრავ კამერაში მასალის შემჭიდროვების დროს მოქმედი ძალების განაწილების სქემები წარმოდგენილია სურათ 3.3. და 3.4.-ზე.

დაწნეხვის საწყის ფაზაში შნეკი 1 მასას აწვდის შნეკის გარსაცმის საწნეხ კამერაში 2, რომლის სიგრძეა L_0 . შნეკის გარსაცმის გამოსასვლელი ფანჯარა დახურულია მოძრავ ფართო 3.



სურ. 3.3. .უძრავ კამერაში მასალის შემჭიდროვების დროს მოქმედი ძალების განაწილების სქემა



სურ. 3.4. მოძრავ კამერაში მასალის შემჭიდროვების დროს მოქმედი ძალების განაწილება

დაწნეხვის დაწყების წინ შნეკის ბოლო ნაწილზე წამოეცმევა სპეციალურად დამზადებული შესაფუთი ტომარა (სქემაზე არ არის ნაჩვენები), რომელიც დაწნეხვის პროცესის დროს ივსება სენაჟით და გადადგილდება საწნეხი კამერის მოძრავ ნაწილთან ერთად.

საწნეხი კამერის დახურული (უძრავი) და მოძრავი ნაწილების გასწვრივ მოქმედი ძალების განაწილების განსაზღვრისათვის ვიყენებთ [39] კვლევაში მოყვანილ თეორიულ ანალიზს. შნეკის მიერ სასენაჟე მასის მიწოდების დროს პირველ ეტაპზე გაივსება (გაიტენება) შნეკის გარსაცმის საწნეხი კამერა. წნევის მოქმედების შედეგად წარმოიქმნება ძალა, რომელიც შნეკის ღეროს პარალელურია, მასალა იწნეხება და ცდილობს გაფართოვდეს კუმშვის მიმართულების პერპენდიკულარულად. კამერის კედლები ეწინააღმდეგებიან გაფართოებას, რის გამოც კედლებზე წარმოიქმნება გვერდითი წნევები.

გვერდითი წნევას q ღერძულ წნევასთან p აქვს შემდეგი დამოკიდებულება [39]:

$$q = \mu p, \quad (3.16)$$

სადაც: μ , -გვერდითი წნევა დატვირთვის დროს.

იმის გამო, რომ წარმოიქმნება გვერდითი წნევები, შნეკური სამუშაო ორგანო გადალახავს არა მარტო კუმშვის წინაღობას, არამედ დასაწნეხი მასალის დაწნეხვის კამერის კედლებზე ხახუნის წინაღობას. იმისათვის, რომ დავადგინოთ წნევების განაწილება კამერის უძრავ სექციაში, სანამ მოძრავი ნაწილი (3) შეკავებულია სამუხრუჭე ძალით P_T , გამოვყოთ წნეხის ბოლო წერტილიდან x მანძილზე დასაწნეხი მასალის ელემენტარული ფენა dx (სურ. 3.3).

მასზე მარცხნიდან მოქმედებს წნევა P_x , მარჯვნიდან $-P_x + dP_x$, ხოლო პერიმეტრზე q_x წნევა, ამიტომ ამ ფენის X ღერძზე წონასწორობის განტოლებას ექნება სახე:

$$P_x F - (P_x + dP_x) F - f q_x \ell dx = 0, \quad (3.17.)$$

სადაც: ℓ - კამერის განიკვეთის პერიმეტრი, მ;

F - კამერის უძრავი ნაწილის განიკვეთის ფართი, მ²;

f - მასალის კამერის კედლებზე ხახუნის კოეფიციენტი.

განტოლება (3.1) გათვალისწინებით:

$$P_x F - (P_x + dP_x) F - f \mu P_x \ell dx = 0 \quad (3.18)$$

აქედან გამოდის, რომ

$$dP_x F = -f \mu P_x \ell dx,$$

აბ

$$\frac{dP_x}{P_x} = -\frac{\ell}{F} \mu f dx. \quad (3.19)$$

ზღვრებში ინტეგრირების შემდეგ

$$\ln P_x \Big|_{P_{gb}}^{P_x} = -\frac{\ell}{F} \mu f x \Big|_0^x,$$

$$\ln \frac{P_x}{P_{gb}} = -\frac{\ell}{F} \mu f x. \quad (3.20)$$

აქედან საბოლოოდ გვაქვს, რომ წნევა x მანძილთან დამოკიდებულებით იცვლება შემდეგი კანონით:

$$P_x = P_{gb} \exp\left(-\frac{\ell}{F} \mu f x\right). \quad (3.21)$$

(3.21) განტოლების გამოყენებით შეიძლება განვსაზღვროთ წნევა P_x შნეკის ნაპირა (ბოლო) წერტილიდან ნებისმიერ x მანძილზე.

საწნეხი კამერის მოძრავი ნაწილის ფუძეზე მოსული P_1 წნევის განსაზღვრისათვის (3.21) ფორმულაში x სიდიდის ნაცვლად ჩავსვათ L_0 , რომელიც შნეკის საბოლოო წერტილს და ფუძეს შორის მანძილის ტოლია:

$$P_1 = P_{gb} \exp\left(-\frac{\ell}{F} \mu f L_0\right). \quad (3.22)$$

უძრავი კამერის კედლებზე მასის ხახუნის ძალა P_f განისაზღვრება როგორც შნეკის და ფუძის მოძრავი ძალების სხვაობა:

$$P_{f1} = F P_f = F (P_{gb} - P_1) = F P_{gb} \left[1 - \exp\left(-\frac{\ell}{F} \mu f L_0\right)\right]$$

$$P_f = F P_{gb} \left[1 - \exp\left(-\frac{\ell}{F} \mu f L_0\right)\right]. \quad (3.23)$$

მიღებული განტოლებიდან ჩანს, რომ ხახუნის ძალა, გარდა მასალის ფიზიკო-მექანიკური (f, μ) სიდიდეებისა, ასევე დამოკიდებულია საწნეხი კამერის განივკვეთის და მისი ფართობის შეფარდებაზე (l/F). უფრო რაციონალურია, როდესაც განივკვეთი წრიულია, რადგან ამდროს (f/F) დამოკიდებულება მოცემული ფართობისათვის მინიმალურია. ხახუნის გადალახვა ზეენერგიის ხარჯის თვალსაზრისით, უფრო მიზანშეწონილია დიდი კვეთის კამერები. საწნეხი კამერის უძრავ ნაწილში სიმკვრივის ზრდასთან ერთად გროვდება უფრო მეტი და მეტი სენაჟის დაწნეხვის პოტენციური ენერგია $\frac{\sigma^2 V_0}{2E}$, რომელიც გადადის საწნეხი კამერის მოძრავი ნაწილის კინეტიკურ ენერგიაში, დაგადაადგილებს მას L_{x1} მანძილზე. აგროვილი პოტენციური ენერგია იხარჯება: სამუხრუჭე $P_T L_{x1}$, ძალის, მოძრავი კამერის გორგოლაკებზე მოძრაობის ხახუნის $G_{nk} \varphi \cdot L_{x1}$ ძალის და დასაწნეხი მასალის კამერის კედლებზე ხახუნის $P_f L_{x1}$ ძალის მიერ შესრულებულ სამუშაოზე.

გამომდინარე აქედან მივიღებთ განტოლებას:

$$\frac{P_1^2 V_0}{2E} = (P_T + G_{nk} \varphi + P_f) L_{x1}. \quad (3.24)$$

აქედან მოძრავი კამერის გადაადგილების სიდიდე:

$$L_{x1} = \frac{P_1^2 V_0}{2E (P_T + G_{nk} \varphi + P_f)}. \quad (3.25)$$

სადაც: P_1 - ფუძეზე წნევა (მოძრავი კამერის ძირზე);

V_0 - საწნეხი უძრავი კამერის მოცულობა;

E - დაწნეხილი სენაჟის დრეკადობის მოდული;

P_T - სამუხრუჭე ძალა;

G_{nk} - მოძრავი საწნეხი კამერის წონა;

φ - გორვის ხახუნის კოეფიციენტი;

P_f - დაწნეხილი მასალის კამერის კედლებზე ხახუნის ძალა.

საწნეხი კამერის მოძრავი ნაწილის L_{x1} მანძილზე გადაადგილების დროს ხდება დაწნეხილი მასის გაფართოება და შესაბამისად მცირდება მისი სიმკვრივე. სასენაჟე მასალის შნეკით შემდგომი მიწოდებისას მასა ხელახლა

მჭიდროვდება მანამდე, სანამ მოძრავი კამერის ძირზე ღერძული დატვირთვა არ გახდება მეტი ვიდრე სამუხრუჭე ძალა. მეორე და შემდგომი დაწნეხვისას გვერდითი წნევები განისაზღვრება ფორმულით [76]:

$$q = q_0 + \mu_i P, \quad (3.26)$$

სადაც: q_0 - დაწნეხილი მასალის გაფართოების შემდეგ კამერაში ნარჩენი გვერდითი წნევა.

ენა dx -ის წონასწორობის განტოლება სურ. 3.3 -ზე გამოისახება ფორმულა (3.17)-ით, რომლის ტოლობა (3.26)-ში ჩასმის შემდეგ მიიღებს სახეს:

$$P_x F - (P_x + dP_x) F - (q_0 + \mu_i P_x) f \ell dx = 0. \quad (3.27)$$

რამოდენიმე გარდაქმნის შემდეგ ვიღებთ:

$$\frac{dP_x}{\mu_i P_x + q_0} = -f \frac{\ell}{F} dx. \quad (3.28)$$

(3.28) ტოლობის P_0 -დან P_x -მდე და 0 -დან x -მდე ზღვრებში გაინტეგრირების შემდეგ ვიღებთ:

$$\ln \frac{q_0 + \mu_i P_x}{q_0 + \mu_i P} = -\mu_i f \frac{\ell}{F} x.$$

ან თუ ამ განტოლებას ამოვხსნით P_x მიმართ მივიღებთ,

$$P_x = \left(P + \frac{q_0}{\mu_i} \right) \exp \left(-f \mu_i \frac{\ell}{F} x \right) - \frac{q_0}{\mu_i}. \quad (3.29)$$

განტოლებიდან (3.29) P_x მნიშვნელობის (3.26) განტოლებაში ჩასმით, შესაბამისი გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ საწნეხი კამერის მოძრავი ნაწილის პირველი გადაადგილების შემდეგ გვერდითი ძალების განაწილების კანონზომიერებას:

$$q_x = (\mu_i P + q_0) \exp \left(-f \mu_i \frac{\ell}{F} x \right) \quad (3.30)$$

საყრდენი წნევის P_2 განსაზღვრისათვის განტოლებაში (3.30) x -ის ნაცვლად ჩავსვათ $L_0 + L_{x1}$ სიდიდე, რომელიც წნევის ბოლო წერტილისა და მოძრავი კამერის საყრდენის შორის მანძილის ტოლია, მივიღებთ:

$$P_2 = \left(P + \frac{q_0}{\mu_i} \right) \exp \left[-f \mu_i \frac{\ell}{F} (L_0 + L_{x1}) \right] - \frac{q_0}{\mu_i}. \quad (3.31)$$

აქედან გამომდინარეობს, რომ დასაწნეხი პორციის სიგრძის $L_0 + L_{x1}$ ზრდით მოძრავი საწნეხი კამერის საყრდენის წნევა მცირდება. შესაბამისად საყრდენის მიმართულებით მცირდება მასალის სიმკვრივეც. როცა მასალის სიმკვრივის ზრდის მიმართულებით ძალა $P_2 F$ გახდება მეტი ვიდრე სამუხრუჭე ძალა P_T , იწყება მოძრავი კამერის შემდეგი გადაადგილება L_{x2} სიდიდეზე და ა.შ. მანამდე, სანამ კამერა არ დაეჯახება უძრავ წინაღობას.

კამერის კედლებზე მასალის ხახუნის ძალა P_{f2} განისაზღვრება (3.23) გამოსახულების ანოლოგიურად და იმის გათვალისწინებით, რომ $P_{gb} = P$ ვიდრე:

$$P_{f2} = F(P_{gb} - P_2) = F \left(P_{gb} + \frac{q_0}{\mu_i} \right) \left[1 - f \mu_i \frac{\ell}{F} (L_0 + L_{x1}) \right]. \quad (3.32)$$

გადავწეროთ (3.32) გამოსახულება შემდეგი სახით:

$$P_{f2} = F P_{gb} \left[1 - f \mu_i \frac{\ell}{F} (L_0 + L_{x1}) \right] + F \frac{q_0}{\mu_i} \left[1 - f \mu_i \frac{\ell}{F} (L_0 + L_{x1}) \right]. \quad (3.33)$$

ამ გამოსახულების პირველი შესაკრები წარმოადგენს ხახუნის ძალას, რომელიც წარმოქმნილია ღერძულა დატვირთვით, ხოლო მეორე – ხახუნის ძალას, რომელიც წარმოქმნილია შეკუმშული სასენაჟე მასალის დრეკადული გაფართოების შედეგად.

მოძრავი კამერის საფეხურებიანი გადაადგილება შეწყდება იმის შემდეგ, როცა მისი ფსკერი (ძირი) დაეჯახება უძრავ წინაღობას.

საწყისი (3.29) ფორმულის თანახმად, კამერაში დაწნეხილი სენაჟის ბარდანის საბოლოო ფორმირების შემდეგ, საყრდენის წნევა P_0 განისაზღვრება გამოსახულებით:

$$P_0 = \left(P_{\text{გბ}} + \frac{q_0}{\mu_0} \right) \exp \left[-f \mu_i \frac{\ell}{F} (L_0 + L) \right] - \frac{q_0}{\mu_0}. \quad (3.34)$$

კამერის კედლებზე მასალის ხახუნის ძალა P_{f_0} გამოიყვანება (3.33) გამოსახულების ანოლოგიურად და განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$P_{f_0} = F(P_{\text{გბ}} - P_0) = F \left(P_{\text{გბ}} + \frac{q_0}{\mu_0} \right) \left[1 - f \mu_0 \frac{\ell}{F} (L_0 + L) \right]. \quad (3.35)$$

რეალური საინჟინრო გაანგარიშებისათვის კოეფიციენტების მნიშვნელობები მოყვანილია ლიტერატურაში [83].

ზემოთ მოყვანილი თეორიული ანალიზის შედეგად დგინდება დაწინებილი სენაქის სიმკვრივისა, ზომებსა და უძრავი კამერის სამუხრუჭე ძალას შორის კავშირი.

თეორიული ანალიზი საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ ხახუნის ძალების სიდიდე დამოკიდებულია საწნეხი კამერის განიკვეთის პარამეტრებსა და ფართობს შორის ფარდობაზე.

ენერჯის დანახარჯიდან გამომდინარე, დაწნეხვის დროს წარმოშობილი ხახუნის დასაძლევად მიზანშეწონილია დიდი განიკვეთის მქონე საწნეხი კამერა.

თავი IV. „შეფუთული სენაჟის“ დამამზადებელი მანქანის კვლევა მრავალფაქტორიანი ექსპერიმენტების დაბეჭდვის მეთოდით

4.1. შნეკური ტიპის კამერაში სენაჟის დაწნეხვის ექსპერიმენტული კვლევა

ბალახეული მცენარეების დაწნეხისათვის მობილურ მანქანებში გამოიყენება დგუშისებური, რულონური, ტრანსპორტიორული, შტემპელური, ვალცისებური, რგოლისებური, შნეკური და ა.შ. მუშა ორგანოები. მიუხედავად იმისა, რომ შნეკური ტიპის წნეხები შედარებით მეტ ენერგიას მოითხოვენ, მათი გამოყენება სტაციონარულ დანადგარში მაინც მომგებიანია სიმარტივისა და იმის გამო, რომ ბარდანების შეფუთვისას არ მოითხოვება დამატებითი დანადგარის დამზადება, რადგან მასზე კონსტრუქციულად გაადვილებულია სასენაჟე მასალის დაწნეხვისა და შეფუთვის ოპერაციების შეთავსება.

ამ მიზნით ჩვენს მიერ გამოგონების დონეზე [24] დამუშავებული და დამზადებულია ბალახეული მცენარეების, როგორც სასენაჟე მასალის ცილინდრული ფორმის ბარდანებად საწნეხი და პოლიეთილენის მასალით საფუთავი დანადგარი. მესამე თავში სურ. 3.2 –ზე მოცემულია აღნიშნული დანადგარის საწნეხი კვანძის პრინციპული სქემა. დაწნეხვის პროცესის საწყის ფაზაში შნეკი 1 სასენაჟე მასალას მიაწვდის ცილინდრული ფორმის უძრავ საწნეხ კამერას, რომელიც შნეკის გარსაცმშია მოთავსებული და რომლის სიგრძეა L_0 . შნეკის გარსაცმზე უძრავი კამერის მხრიდან წამოცმულია მოძრავი საწნეხი კამერა 3, რომლის ძირი დაწნეხვის საწყის ეტაპზე წარმოადგენს უძრავი კამერის ძირსაც. ცილინდრული მოძრავი კამერის გარსაცმი მიერთებულია ჭოკთან 4, რომელიც გადაადგილდება სამუხრუჭე მოწყობილობის ხვრელში. სამუხრუჭე მოწყობილობის ჭანჭიკით 7 და ზამბარით 6 რეგულირდება ჭოკზე დაწოლა და შესაბამისად, სამუხრუჭე ძალა P_T . უძრავ კამერაზე წამოცმული მოძრავი კამერის შიგნით მოთავსებულია სპეციალურად დამზადებული შესაფუთი მასალა – პოლიეთილენის აფსკი, რომელიც მოძრავი კამერის გადაადგილების კვალბაზე ივსება დაწნეხილი სასენაჟე მასალით. მოძრავი კამერა გადაადგილებას იწყებს მაშინ, როცა უძრავ კამერაში სენაჟის დაწნეხვის შედეგად კამერის ფსკერზე

განვითარებული წნევებით წარმოქმნილი ღერძული ძალა გადააჭარბებს სამუხრუჭე ძალას. მოძრავი კამერის გარკვეულ მანძილზე გადაადგილების შემდეგ კამერაში წნევა და შესაბამისად, ღერძული ძალაც მცირდება და იგი სამუხრუჭე ძალაზე უფრო მცირე ხდება. ამიტომ მოძრავი კამერის გადაადგილება იქნება წყვეტილი – გარკვეული შეჩერებებით. ბოლო შეჩერებაზე მოძრავი კამერა მიებჯინება ზღუდეს და ამით დაწნეხვის ოპერაცია დასრულდება. ოპერაციის დასრულების შემდეგ შეფუთული სენაჟი, რომელსაც აქვს ცილინდრული ბარდანის ფორმა, ამოიღება მოძრავი კამერიდან შეფუთული სახით.

კვლევის მიზანია – დაამყაროს დამოკიდებულება დაწნეხილი სენაჟის სიმკვრივეს ρ და ისეთ მოქმედ ფაქტორებს შორის, როგორცაა უძრავი კამერის საწყისი სიგრძე L_0 და სამუხრუჭე ძალა P_T .

ამოცანის გადაწყვეტისათვის გამოყენებულია მრავალფაქტორიანი ექსპერიმენტების დაგეგმვის მეთოდი [81]. დაგეგმვის მატრიცა, ფაქტორები, ვარიანტების ინტერვალი, დონეები და ცდის შედეგები მოცემულია ცხრილში 4.1.

დაწნეხვის ტექნოლოგიური პროცესის აღწერისათვის გამოვიყენეთ შემდეგი რეგრესიული განტოლება:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2, \quad (4.1)$$

სადაც: b_0 – თავისუფალი წევრია;

b_1 და b_2 – წრფივი კოეფიციენტებია;

ექსპერიმენტების დაგეგმვის მატრიცა

ცხრილი 4.1.

	ფაქტორები		პარამეტრი		
	უძრავი კამერის სიგრძე L_0 , მ	სამუხრუჭე ძალა P_T , ნ.	სასენაუე მასალის სიმკვრივე ρ , კგ/მ ³		
აღნიშვნები	x_1	x_2	y_1	y_2	\bar{y}
ვარიანების ინტერვალი I	0,085	500			
დონეები					
+	0,215	4000			
0	0,13	3500			
-	0,045	3000			
ცდები					
1	-	-	241	296,6	268,8
2	+	-	284,5	310,9	297,7
3	-	+	318,9	327,6	323,25
4	+	+	344,8	356,9	350,85

b_{12} – ფაქტორების ურთიერთქმედების ეფექტია.

ვღებულობთ კოეფიციენტების შემდეგ მნიშვნელობებს:

$$b_0 = \frac{\bar{y}_1 + \bar{y}_2 + \bar{y}_3 + \bar{y}_4}{4} = \frac{268,8 + 297,7 + 323,25 + 350,85}{4} = 310,15;$$

$$b_0=310,15;$$

$$b_1 = \frac{-\bar{y}_1 + \bar{y}_2 - \bar{y}_3 + \bar{y}_4}{4} = \frac{-268,8 + 297,7 - 323,25 + 350,85}{4} = 14,125;$$

$$b_1=14,125;$$

$$b_2 = \frac{-y_1 - y_2 + y_3 + y_4}{4} = \frac{-268,8 - 297,7 + 323,25 + 350,85}{4} = 26,9;$$

$$b_2=26,9;$$

$$b_{12} = \frac{y_1 - y_2 - y_3 + y_4}{4} = \frac{268,8 - 297,7 - 323,25 + 350,85}{4} = -0,325;$$

$$b_{12} = -0,325.$$

მივიღეთ, რომ კოდირებულ ცვლადებში რეგრესიულ განტოლებას ექნება შემდეგი სახე:

$$y = 310,15 + 14,125x_1 + 26,9x_2 - 0,325x_1x_2. \quad (4.2)$$

ცნობილი მეთოდებით [78,81,77] ადექვატურობის დისპერსიის $S^2_{ადექ.}$ და ოპტიმიზაციის პარამეტრის დისპერსიის $S^2_{\beta_i}$ განსაზღვრის შემდეგ, ფიშერის კრიტერიუმით F შემოწმებამ გვიჩვენა, რომ მათემატიკური მოდელი 2 ადექვატურია, ხოლო ურთიერთმოქმედების კოეფიციენტი b_{12} უმნიშვნელოა.

ამრიგად, კოდირებულ ცვლადებში საბოლოოდ ვღებულობთ:

$$y = 310,15 + 14,125x_1 + 26,9x_2. \quad (4.3)$$

აქედან ჩანს, რომ სასენაჟე მასალის სიმკვრივეზე უფრო მეტი გავლენა აქვს მოძრავი საწნეხი კამერის სამუხრუჭე ძალას, ვიდრე უძრავი კამერის საწნის სიგრძეს.

თუ გამოვიყენებთ კოდირების ფორმულებს:

$$x_1 = \frac{L_0 - L_{00}}{I} = \frac{L - 0,13}{0,085};$$

$$x_2 = \frac{P_T - P_{T0}}{I} = \frac{P_T - 3500}{500}.$$

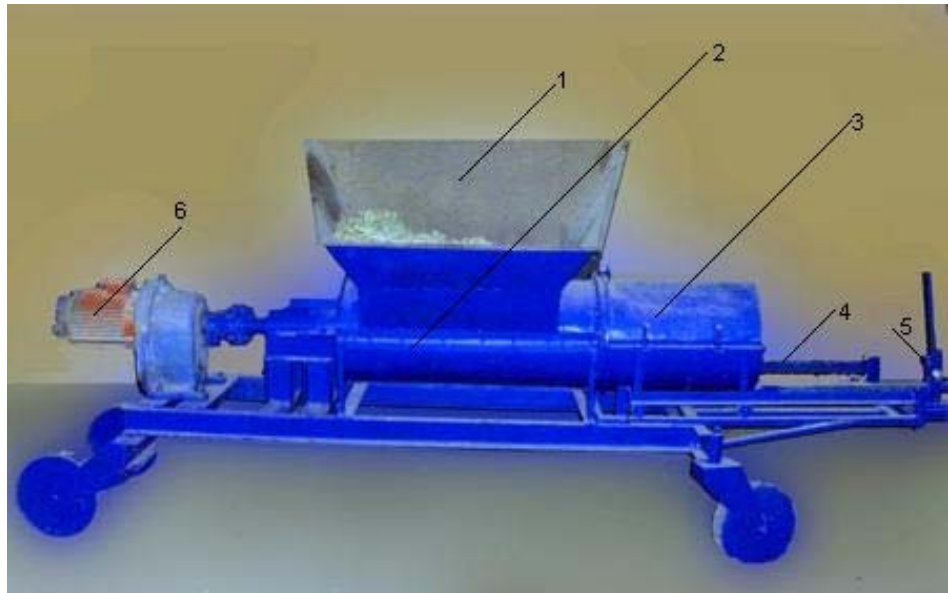
და ჩავსვათ მათ მნიშვნელობებს (4.3) ტოლობაში, მივიღებთ რომ ნატურალურ ცვლადებში დაწნეხილი სენაჟის სიმკვრივე იანგარიშება ფორმულით:

$$\rho_1 = 100,26 + 166,174L_0 + 0,054P_T \quad (4.4)$$

მაგალითად, როცა $L_0 = 0,215$ მ და $P_T = 4000$ ნ, ფორმულით (4.4) ვღებულობთ $\rho = 351,19$ კგ/მ³, რაც ფაქტიურად ემთხვევა ექსპერიმენტით მიღებულს.

4.2 „შეფუთული სენაჟის“ საწნეს-საფუთავი დანადგარისექსპერიმენტული კვლევისშედეგების ანალიზი

„შეფუთული სენაჟის“ შნეკური ტიპის საწნეს-საფუთავი დანადგარის (სურ. 4.1) საწნეს კამერაში მცენარეული მასალის ტექნოლოგიური მოთხოვნებით დადგენილ 360...400 კგ/მ³ სიმკვრივემდე დაწნება, ძირითადად დამოკიდებულია დასაწნესი მცენარეული მასალის ბოტანიკურ სახეზე, მდგომარეობაზე, ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე, დანადგარის კონსტრუქციულ პარამეტრებზე და ა.შ.



სურ. 4.1. „შეფუთული სენაჟის“ საწნესი ექსპერიმენტული დანადგარი.
1 - მიმღები ბუნკერი; 2 - შნეკი; 3 - საწნესი კამერა; 4 - სამუხრუჭე ძელი; 5 - სამუხრუჭე მოწყობილობა; 6 - ელექტროამძრავი.

შაპატენტო ძიებისა და სამეცნიერო ლიტერატურის საფუძველზე ჩვენს მიერ ჩატარებული დანადგარის წინასწარი ექსპერიმენტული კვლევის შედეგების ანალიზით დადგინდა, რომ დანადგარის საწნეს კამერაში მცენარეული მასალის დაწნესის სიმკვრივეს განაპირობებს შემდეგი ფაქტორები: მცენარეული მასალის საწყისი სიმკვრივე ρ_0 კგ/მ³ და ტენიანობა $\theta\%$, უძრავი და მოძრავი კამერების l მ და L მ სიგრძე, მუშა ორგანოს - შნეკის კუთხური სიჩქარე ω წმ⁻¹, შნეკის ხრახნის გარე დიამეტრი D_H მ,

შნეკის გარსაცმის შიგა დიამეტრი D_K მ, შნეკის სიგრძე L_0 მ, შნეკის ლილვის დიამეტრი D_B მ, შნეკის ხრახნის ბიჯი t მ, ხრახნის ასვლის კუთხე α გრად და მოძრავ კამერაზე მოდებული სამუხრუჭე ძალა P_T ნ.

აქედან გამომდინარე, საჭიროა დადგინდეს ფუნქციონალური დამოკიდებულება საწნეს კამერაში მიღებულ სიმკვრივესა და აღნიშნულ ფაქტორებს შორის, რის საფუძვლზეც შესაძლებელი გახდება დანადგარის კონსტრუქციული პარამეტრების მნიშვნელობების კორექტირებით, მცენარეული მასალის ტექნოლოგიური მოთხოვნებით გათვალისწინებული დაწნეხის სიმკვრივის მიღება და შესაბამისად საწნეს-საფუთავი დანადგარის კონსტრუქციის სრულყოფა.

მცენარეული მასალის ტექნოლოგიით მოთხოვნილი დაწნეხის ρ სიმკვრივესა და მასზედ მოქმედ $\rho_0, \theta, \ell, L, \omega, D_H, D_k, L_0, D, t, \alpha, P_T$ ფაქტორებს შორის ფუნქციონალური დამოკიდებულება შესაძლებელია წარმოვადგინოთ ზოგადი სახით:

$$\rho = f(\rho_0, \theta, \ell, L, \omega, D_H, D_k, L_0, D, t, \alpha, P_T). \quad (4.5)$$

მსგავსებისა და განზომილებათა თეორიის [], კერძოდ π თეორემის გამოყენებით გამოსახულების ფაქტორებიდან $\rho_0 [ML^{-3}]$, $\omega [T^{-1}]$, $L [L]$ ძირითადი სიდიდეების შერჩევის შემდეგ, ცნობილი მათემატიკური გარდაქმნებით განსასაზღვრავი ρ/ρ_0 კრიტერიუმისათვის მივიღებთ ზოგადი სახის კრიტერიულ განტოლებას.

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \varphi\left(\theta, \frac{\ell}{L}, \frac{D_H}{L}, \frac{D_k}{L}, \frac{L_0}{L}, \frac{D_B}{L}, \frac{t}{L}, \alpha, \frac{P_T}{\rho_0 \omega^2 L^4}\right). \quad (4.6)$$

იმის გამო, რომ დაწნეხის პროცესის ექსპერიმენტული კვლევისას $\theta, D_H, L_0, D_B, D_k, t, \alpha$ ფაქტორების საწყისი მნიშვნელობები თითქმის არ იცვლება, ამიტომ კრიტერიუმები

$$\theta, \frac{D_H}{L}, \frac{D_k}{L}, \frac{L_0}{L}, \frac{D_B}{L}, \frac{t}{L}, \alpha \quad (4.7)$$

კვლევის საწყის ეტაპზე შეიძლება უგულებელვყოთ.

გამოსახულებიდან (4.6) მივიღებთ შემდეგი სახის კრიტერიულ განტოლებას:

$$\frac{\rho}{\rho_0} = F \left(\frac{\ell}{L}, \frac{P_T}{\rho_0 \omega^2 L^4} \right) \quad (4.8)$$

გამოსახულებიდან (4.8) რეგრესიული განტოლების მისაღებად ვიყენებთ მრავალფაქტორიანი ექსპერიმენტების დაგეგმვის მეთოდს [41]. ძირითადი $\rho_0 = 70$ კგ/მ³, $L = 0.4$ მ, $\omega = 5,76$ წმ⁻¹ და ცვლადი $\ell = 0,045 \dots 0,215$ მ, $P_T = 3000 \dots 4000$ ნ. ფაქტორებისათვის ექსპერიმენტების დაგეგმვის მატრიცა, ვარიაციის ინტერვალი, დონეები და ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 4.2.

ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები

ცხრილი 4.2.

ფაქტორების აღნიშვნა			ექსპერიმენტის დაგეგმვის მატრიცა				ექსპერიმენტის შედეგები		\bar{Y}	
							$Y = \frac{\rho}{\rho_0}$			
№	კოდირებული	ნატურალური	№	X ₁	X ₂	X ₂	X ₁ X ₂	Y ₁	Y ₂	
1	X ₁	$\pi_1 = \frac{\ell}{L}$	1	+	+	+	+	4,92	5,10	5,01
			2	+	-	+	-	4,56	4,68	
2	X ₂	$\pi_2 = \frac{P_T}{\rho_0 \omega^2 L^4}$	3	+	+	-	-	4,07	4,43	4,25
			4	+	-	-	+	3,44	4,24	
ფაქტორების დონეები										
№	ქვედა (-)		ძირითადი (0)		ზედა (+)		ვარიაციის ინტერვალი			
1	π_1	0,11	0,325		0,54		0,215			
2	π_2	50,4	58,9		67,4		3,5			

დაწნევის პროცესის აღწერისათვის ვირჩევთ არასრული კვადრატული სახის მათემატიკურ მოდელს

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{12} X_1 X_2. \quad (4.9)$$

გამოსახულების (4.9) b_0 თავისუფალი წევრის, x_1 და x_2 ფაქტორების b_1 , b_2 წრფივი და b_{12} ურთიერთქმედების კოეფიციენტების მნიშვნელობების გამოთვლით [] მივიღებთ: $b_0 = 4,43$; $b_1 = 0,20$; $b_2 = 0,385$; $b_{12} = -0,005$. მიღებული

მნიშვნელობების (4.9) გამოსახულებაში შეტანით მივიღებთ რეგრესიულ განტოლებას კოდირებულ ცვლადებში:

$$Y = 4,43 + 0,20X_1 + 0,385X_2 - 0,005X_1X_2. \quad (4.10)$$

სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ მიღებული რეგრესიული განტოლება დაწინების პროცესს აღწერს ადეკვატურად (სანდობის 95% ალბათობით), ხოლო კოეფიციენტებიდან b_{12} მნიშვნელოა, ამიტომ გამოსახულება (4.10) მიიღებს წრფივი რეგრესიული განტოლების სახეს:

$$Y = 4,43 + 0,20X_1 + 0,385X_2. \quad (4.11)$$

(4.11) გამოსახულებიდან ჩანს, რომ x ფაქტორის გავლენა x_1 -თან შედარებით მნიშვნელოვანია.

(4.11) გამოსახულების ფაქტორების კოდირებული მნიშვნელობებიდან ნატურალურზე გადასვლისათვის ვიყენებთ კოდირების ფორმულებს:

$$X_1 = \frac{\frac{\ell}{L} - X_{10}}{J_1} = \frac{\frac{\ell}{L} - 0,325}{0,215}; \quad X_2 = \frac{\frac{P_T}{\rho_0 \omega^2 L^4} - X_{20}}{J_2} = \frac{\frac{P_T}{\rho_0 \omega^2 L^4} - 58,9}{8,5}. \quad (4.12)$$

რომელთა გამოსახულებაში (4.11) შეტანით მიიღება რეგრესიული განტოლება ნატურალურ ცვლადებში:

$$\frac{\rho}{\rho_0} = 1,47 + 0,93 \frac{\ell}{L} + 0,045 \frac{P_T}{\rho_0 \omega^2 L^4}, \quad (4.13)$$

რომლის გარდაქმნის შემდეგ მივიღებთ გამოსახულებას, რომელიც ამყარებს კავშირს მცენარეული მასალის დაწინების სიმკვრივესა და ამ პროცესზე მოქმედ ფაქტორებს შორის:

$$\rho = \left(1,47 + 0,93 \frac{\ell}{L} \right) \rho_0 + 0,045 \frac{P_T}{\omega^2 L^4}. \quad (4.14)$$

(4.13) გამოსახულების სანდობის შემოწმებისათვის, მსგავსების კრიტერიუმების $\frac{\ell}{L} = 0,54$ და $\frac{P_T}{\rho_0 \omega^2 L^4} = 67,4$ მნიშვნელობებისათვის განვიხილოთ მაგალითი:

$$\frac{\rho}{\rho_0} = 1,47 + 0,93 + 0,045 \cdot 67,4 = 5,005.$$

განსხვავება ექსპერიმენტით მიღებულ შედეგთან შედარებით არ აღემატება 0,1%-ს, მცენარეული მასალის დაწნეხის სიმკვრივე ამ შემთხვევაში $\rho=350,35$ კგ/მ³-ს, რაც ოპტიმალურის ზღვრებშია.

4.3. კვლევის შედეგების ანალიზი

ამოსახულების (4.14) ანალიზიდან ჩანს, რომ დანადგარის საწნეხ კამერაში ექსპერიმენტული კვლევით მიღებული სიმკვრივის $\rho=350$ კგ/მ³-ის გაზრდა შესაძლებელია დაწნეხის პროცესზე მოქმედი ფაქტორების შემდეგი მიმართულებით შეცვლით:

$$\rho_{\max} \rightarrow \begin{cases} \rho_{o \max} \\ \ell_{\max} \\ L_{\min} \\ \omega_{\min} \\ P_{T \max} \end{cases} \quad (4.15)$$

მაგრამ, ამავე დროს აუცილებელია გავითვალისწინოთ, რომ მოძრავი კამერის L სიგრძისა და შნეკის ω კუთხური სიჩქარის შემცირება ამცირებს დანადგარის მწარმოებლობას, უძრავი კამერის ℓ სიგრძის გაზრდა ართულებს საწნეხი კამერის კონსტრუქციის კორექტირებას. ამდენად, საწნეხ-საფუთავი დანადგარის კონსტრუქციული სრულყოფის ამ ეტაპზე, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია P_T სამუხრუჭე ძალის გაზრდა, რისთვისაც, აუცილებელია სამუხრუჭე მექანიზმის კონსტრუქციის სრულყოფა.

P_T სამუხრუჭე ძალის ცვლილების ზედა ზღვარის (4000 ნ) 5000 ნ-მდე გაზრდისას, (4.10) გამოსახულებით შესაძლებელია მცენარეული მასალის დაწნეხის ρ სიმკვრივის სავარაუდო მნიშვნელობის დადგენა.

მაგალითი. ფაქტორების შემდეგი მნიშვნელობებისათვის:

$$P_T = 5000 \text{ ნ}, \rho_0 = 70 \text{ კგ/მ}^3; \ell = 0,215 \text{ მ}, L = 0,4 \text{ მ}; \omega = 5,76 \text{ წმ}^{-1},$$

ვღებულობთ:

$$\rho = \left(1,47 + 0,93 \frac{0,215}{0,4} \right) 70 + 0,045 \frac{5000}{5,76^2 \cdot 0,4^4} = 402,8 \text{ კგ/მ}^3$$

რაც სიმკვრივის ოპტიმალური მნიშვნელობის ზედა ზღვარია.

თავი V. „შეფუთული“ სენაჟის’ საწინებს-საფუთავი დანადგარის ენერგეტიკული და ეკონომიური შეფასება

5.1. ენერგეტიკული კვლევის თეორიული საფუძვლები

კვლევის მიზანს შეადგენს „შეფუთული“ სენაჟის’ დამზადების ოპერაციების - სასენაჟე მასის ჩარტვიროვის, დაწნეხისა და შეფუთვის ენერგეტიკული დანახარჯების განსაზღვრა, რაც შესრულებულია მემცენარეობის წარმოებისა და მექანიზაციის ენერგეტიკული შეფასების მეთოდით [49].

„შეფუთული“ სენაჟის’ ტექნოლოგიური პროცესების შესრულებაზე დახარჯული ენერგია იანგარიშება ტოლობით:

$$E_{\text{ოპ}} = E_{\text{ტექ}} + E_{\text{სრ}} + E_{\text{ელ}} \quad (5.1)$$

სადაც: $E_{\text{ტექ}}$ – ენერგიის ხარჯია ტექნიკის დამზადებაზე, შენახვაზე, რემონტსა და ტექნიკის მომსახურებაზე, მგჯ/ტ;

$E_{\text{სრ}}$ – ტექნოლოგიური პროცესის შესრულებაზე მომსახურე პერსონალის მიერ დახარჯული ენერგია, მგჯ/ტ;

$E_{\text{ელ}}$ – ტექნოლოგიურ პროცესზე დახარჯული ელექტროენერგიის ხარჯი, მგჯ/ტ.

ენერგიის ხარჯის ხვედრითი წილი ტექნიკის დამზადებაზე, შენახვაზე, რემონტსა და ტექმომსახურებაზე განისაზღვრება გამოსახულებით:

$$E_{\text{ად}} = \frac{K}{W} \left[\frac{G_{\text{დან}} e_{\text{დან}} (\alpha_{\text{დან}} + \eta_{\text{დან}})}{T_{\text{დან}}} \right] \quad (5.2)$$

სადაც: K – ნაგებობის შენახვასა და აღჭურვილობაზე დახარჯული ენერგიის მაჩვენებელია;

W – აგრეგატის მწარმოებლურობა, ტ/სთ;

$G_{\text{დან}}$ – დანადგარის მასა, კგ;

$\alpha_{\text{დან}}$ – დანადგარის ამორტიზაციის კოეფიციენტი;

$\eta_{\text{დან}}$ – დანადგარის კაპიტალურ და მიმდინარე რემონტზე, ტექმომსახურებასა და შენახვაზე დახარჯული ენერგიის მაჩვენებლის კოეფიციენტი;

ედან. – ენერჯის დანახარჯი 1 კგ მასის ტექნიკის დამზადებაზე, მგჯ/ტ;

Tდან. – დანადგარის წლიური დატვირთვა, სთ.

ოპერაციის შესრულებაზე დახარჯული მომსახურე პერსონალის ენერჯის დანახარჯი იანგარიშება ფორმულით:

$$E_{შრ.} = \frac{n}{w} e_{შრ.} \quad (5.3)$$

სადაც: n- მუშახელის რაოდენობაა;

$e_{შრ.}$ - მომსახურე პერსონალის ენერგეტიკული ექვივალენტი, მგჯ/კაცსთ.

„შეფუთული“ სენაუის’ საწინეს-საფუთავი დანადგარის მუშაობისას დახარჯული ელექტროენერჯის რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით:

$$E_{ელ.} = \frac{N_{ძრ.} K_{ელ.} e_{ელ.}}{w} \quad (5.4)$$

სადაც: $N_{ძრ.}$ – ელექტროძრავას სიმძლავრე, კვტ;

$K_{ელ.}$ – ელექტროძრავას სიმძლავრის გამოყენების კოეფიციენტი;

$e_{ელ.}$ – ელექტროენერჯის ენერგეტიკული ექვივალენტი, მგჯ/კვტ.სთ.

ტექნოლოგიურ პროცესზე დახარჯული ენერჯის პრაქტიკული გაანგარიშების მაგალითი:

საწყისი მონაცემები

Gდან. = 450 კგ;	w = 0,2 ტ/სთ;	Tდან.=250სთ;
Nძრ. = 5,5 კვტ;	ადან. = 0,14;	ηდან.=0.10;
ედან. = 104 მგჯ/კგ;	K =1.2;	$e_{შრ.}$ =1.26მგჯ/კაც.სთ;
$K_{ელ.}$ = 0,8;	$e_{ელ.}$ =3.6 მგჯ/კვტ.სთ;	n =2;

ენერჯის ხარჯი ტექნიკის დამზადებაზე, შენახვასა და ტექმომსახურებაზე იანგარიშება (5.2) გამოსახულებით:

$$E_{შრ.} = \frac{1,2}{0,2} \left[\frac{450 \times 104 (0,14 + 0,10)}{250} \right] = 269,60 \text{ მგჯ/ტ დანადგარის}$$

ბუნკერში სასენაუე მასის ჩატვირთვაზე, დანადგარის მართვაზე და

დაწნეხილი ბარდანის ჰერმეტიულად შეფუთვაზე ენერჯის დანახარჯი გამოითვლება (5.3) გამოსახულებით.

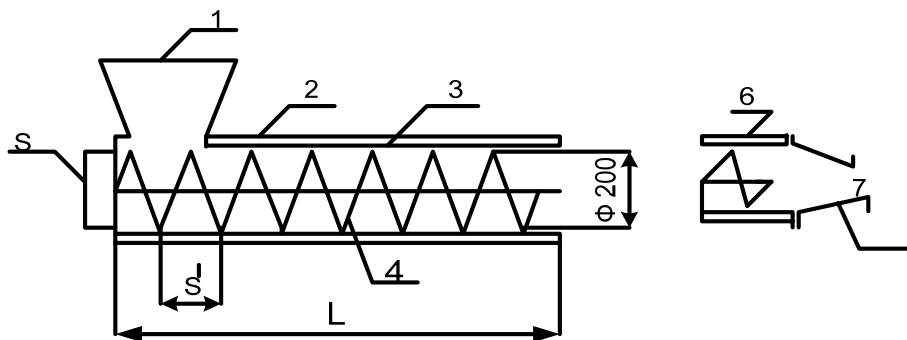
$$E_{\text{შრ.}} = \frac{2}{0,2} 1,26 = 12,6 \text{ მგჯ/ტ.}$$

დანადგარის მუშაობაზე დახარჯული ელექტროენერჯია იანგარიშება (5.4) გამოსახულებით:

$$E_{\text{შრ.}} = \frac{55 \cdot 0,8 \cdot 3,6}{0,2} = 79,2 \text{ მგჯ/ტ.}$$

5.2. ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები

როგორც თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევებით დადგინდა, სასუნაჟე მასის საჭირო სიმკვრივემდე დასაწნეხად რეკომენდებულია შნეკური სამუშაო ორგანოიანი წნეხი, რომელიც სხვა სახის წნეხებთან შედარებით ხასიათდება შემდეგი დადებითი თვისებებით: დაწნეხვა მიმდინარეობს უწყვეტ ნაკადად, რის გამოც შესაძლებელია ცილინდრული დაწნეხილი მასის სიგრძის და სიმკვრივის ფართო ზღვრებში რეგულირება. იგი გამოირჩევა კონსტრუქციის სიმარტივით და მუშაობის საიმედოობით. ყოველივე ზემოაღნიშნული უპირატესობებიდან გამომდინარე შეირჩა „შეფუთული“ სენაჟის დასაწნეხი დანადგარის კინემატიკური სქემა მოცემულია სურ. 5.1



სურ. 5.1. „შეფუთული“ სენაჟის საწნეხი დანადგარის კინემატიკური სქემა.

დანადგარი შედგება სასენაჟე მასის მისაღები ბუნკერის 1, კორპუსის 2, მიმმართველის 3 და ცილინდრის შნეკისაგან 4. შნეკის აძვრა ხდება ელამპრავით 5, კორპუსის ტორსულ ნაწილში მაგრდება საწყისი კამერა, რომელიც სამ ვარიანტადაა წარმოდგენილი (ცხრილი 5.1). I ვარიანტი –

ცილინდრული ფორმის მისადგმელში 6 – შნეკი 4 არ შედის; II და III ვარიანტები: კონუსური ფორმის მისადგმელები 7 და 8, რომელთაგან 7 – შნეკი არ შედის, 8 შედის 80მმ სიღრმეზე.

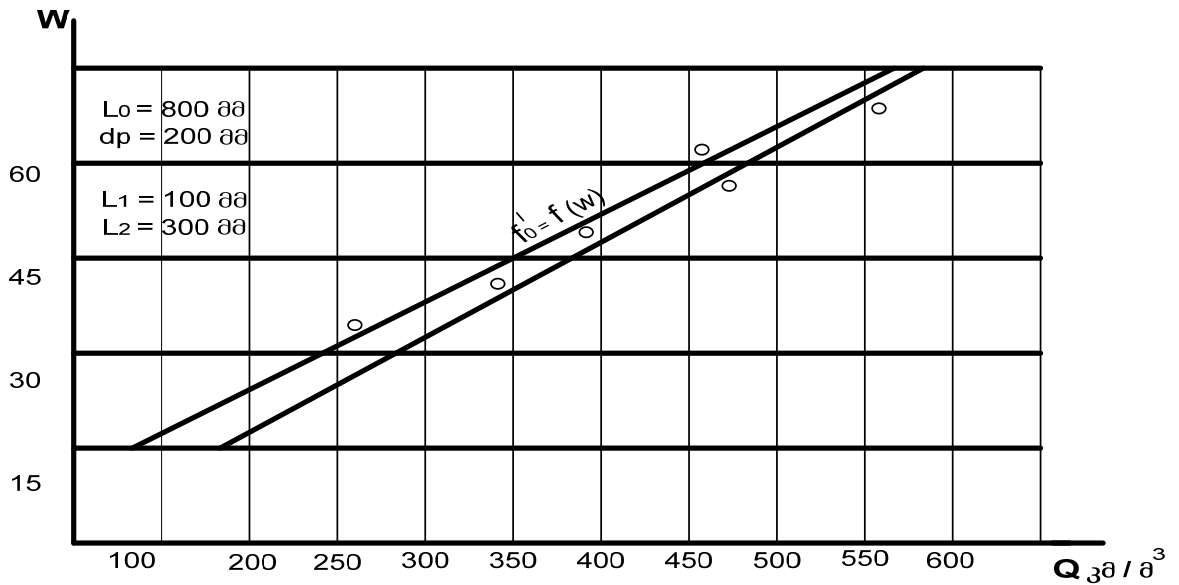
წარმოდგენილი სქემის საფუძველზე წინასწარი საძიებო და კვლევითი სამუშაოს ჩატარების შემდეგ შნეკური საწნეხი მუშა ორგანო აღებული იქნა თივის პნევმატური ტრანსპორტირების დანადგარიდან 6. საწნეხ კამერაში გაჭედვის თავიდან აცილების მიზნით დასაწნეხი სასენაჟე მასა წინასწარ უნდა დაიკუწოს 5-7სმ-ის სიგრძეზე, რისთვისაც შერჩეული იქნა ამკრეფ საქუცმა-ცებელი მანქანა – კუფ-1,8. რაც შეეხება დასაწნეხი სასენაჟე მასის პოლიეთილენის აფსკით მექანიზებული წესით შეფუთვის, ექსპერიმენტების პირველ ეტაპზე ხარჯების შემცირების მიზნით (საბოლოო შედეგების მიღებამდე) სრულდება ხელით. ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით საქსმმესკი-ის მეცხოველეობის ელექტრომექანიზაციისა და ავტომატიზაციის ლაბორატორიაში 2008 წელს დამზადდა „შეფუთული სენაჟის“ საწნეხი დანადგარი (სურ. 4.1)

ცხრილი 5.1.

№	დასახელება	განზომილება	სიდი- დეები
შნეკი			
1.	დიამეტრი	მმ	200
2.	ბიჯი	მმ	220
3.	სიგრძე	მმ	1300
4.	სიმძლავრე	კვტ	5
5.	ბრუნთა რიცხვი	ბრ/წთ	70
ვარიანტი I. ცილინდრული მისადგმელი კამერა			
1.	დიამეტრი	მმ	200
2.	სიგრძე	მმ	250
ვარიანტი II კონუსური მისადგმელი კამერა			
1.	დიდი დიამეტრიც	მმ	240
2.	პატარა დიამეტრიც	მმ	200
3.	სიგრძე	მმ	150

	ვარიანტი III კონუსური მისადგმელი კამერა		
1.	შნეკის ბოლო ნაწილის კამერაში შესვლის სიღიდე	მმ	80
2.	დიდი დიამეტრიც	მმ	240
3.	პატარა დიამეტრიც	მმ	200
4.	სიგრძე	მმ	150

ექსპერიმენტი ჩატარდა შნეკის საწნეხი კამერის შერჩეული სქემის მიხედვით. ახალი ტექნოლოგიის მოთხოვნებს პასუხობს III ვარიანტი.



სურ. 5.2. დაწნეხილი ბალახის სიმკვრივის ცვლა საწნეხი კამერიდან გამოსვლამდე და გამოსვლის შემდეგ მასალის ტენიანობისგან დამოკიდებულებით.

საწნეხი კამერიდან გამოსული დაწნეხილი ბალახის ზომების შეცვლის თავიდან აცილების მიზნით, გამოყენებული იქნა ე.წ. „შემზღუდველი მასრა“, რომელიც აფიქსირებს დაწნეხილი მასის დიამეტრსა და სიგრძეს.

დადგინდა, რომ შნეკის ოპტიმალური დიამეტრია 400 მმ, რომლის დროსაც [12] ცილინდრული ფორმის დაწნეხილი ბალახის სიგრძის (600, 800, 1000 მმ) ცვლით მეურნეს შეუძლია „შეფუთული სენაჟის“ მასა საჭიროების მიხედვით შეცვალოს 25-60 კგ-ის ფარგლებში.

2009 წელს ახალი ტექნოლოგიით დამზადებული პოლიეთილენის აფსკით შეფუთულ ბარდანებში ხელით „შეფუთული“ სენაჟის გამოკვლევის საფუძველზე საქმესკი-ის მეცხოველეობის ელექტრომექანიზაციისა და ავტომატიზაციის ლაბორატორიაში დამუშავდა მექანიზებული საფუთავი

მოწყობილობის პროექტი და გადაეცა ინსტიტუტის ექსპერიმენტულ-მექანიკურ ქარხანას დასამზადებლად.

ასევე ადგილობრივი პირობების გათვალისწინებით შესაძლებელია საწნეხი დანადგარის ბუნკერში ჩატვირთვის მექანიზაციაც, რაც საბოლოოდ მცირე გაბარიტული ზომისა და მასის „შეფუთული სენაჟი“ დამზადების სრული მექანიზაციის საშუალებას მოგვცემს.

ჩატარებული კვლევების საფუძველზე “შეფუთული სენაჟის” ახალი ტექნოლოგიით დამზადებისათვის საჭირო მანქანათა სისტემა (დღევანდელი მდგომარეობით) და მისი ეკონომიკურ-ენერგეტიკული მახასიათებლები შეიძლება ჩამოვაყალიბოთ ცხრილი 5.2-ის სახით.

„შეფუთული“ სენაჟის ახალი ტექნოლოგიით დამზადების მანქანათა სისტემა
ცხრილი 5.2.

№	სამუშაოს დასახელება	განზომილება	აგრეგატის შემადგენლობა		მწარმოებლობა	სვედრითი საქსპლოტაციის დანახარჯები ლ/ტ	ენერგეტიკული დანახარჯები მგჯ/ტ
			ენერგეტიკული საშუალება	სასოფლო-სამეურნეო მანქანა			
1.	მოთიბვა	ჰა/სთ	T-25	KCF-2.1	1,2	2,33	53,9
2.	მოფოცხვა და ღვარეულებად დალაგება	ჰა/სთ	T-25	ГПП-6.0	3,6	0,94	21,3
3.	აკრეფა-დაქუცმაცება, დატვირთვა, ტრანსპორტირება	ტ/სთ	T3-25	KYΦ-1.8	16,2	1,82	49,5
4.	ჩატვირთვა საწნეხი	ტ/სთ	MT3-25	2ПТС-4M-785A	3,5	9,6	213
5.	დანადგარის ბუნკერში დაწნეხვა	ტ/სთ	ხელით		0,25	8	5,04
6.	ბარდანების შეფუთვა	ტ/სთ	ექსპ.საწნეხი დადგარი		1,6	2,6	44

5.3. „შეფუთული სენაჟის“ დამზადების ტექნოლოგიის ეფექტიანობის დასაბუთება

საერთოდ ცნობილია, რომ სენაჟი ცხოველთა საკვებია, რომელიც მზადდება ვეგეტაციის ადრეულ ფაზაში აღებული დაჭკნობილი ბალახის მწვანე მასისაგან, როცა მისი ტენიანობა 45-55 %-ია. იგი ინახება ანაერობულ გარემოში. სენაჟის კონსერვირება მიიღწევა იმით, რომ მასში არასაკმარისადაა ტენი და ბაქტერიებს საშუალება არა აქვთ ინტენსიურად განვითარდნენ. ეს მიიღწევა ე.წ. ფიზიოლოგიურად მშრალ გარემოში. აღნიშნულის გამო, სენაჟში მჟავების წარმოქმნა შეზღუდულია, სუსტად ვითარდება სიდამპლის და ზეთოვან-მჟავიანი ბაქტერიები, რაც საშუალებას იძლევა კარგად შეინახოს საკვები ნივთიერებები, განსაკუთრებით შაქარი. შაქრის შენარჩუნება სენაჟში უზრუნველყოფს ცხოველთათვის შაქარ-პროტეინის თანაფარდობას.

სასენაჟე მასაში კარგად ვითარდება სხვადასხვა სახის სოკოები. მათი განვითარება შეიძლება შევაფერხოთ მას შემდეგ, რაც სასენაჟე მასას ვამყოფებთ ჰაერთან მკაცრად იზოლირებულ გარემოში. როდესაც ჰაერი არ ეხება სასენაჟე მასას, წყდება მცენარეული უჯრედების სუნთქვა, რითაც წყდება თერმოფილური ბაქტერიების განვითარების შესაძლებლობა, რაც თავის მხრივ, იწვევს მასის ძლიერ გახურებას.

სენაჟის წარმოების ტექნოლოგიას სამართლიანად მიაკუთვნებენ შედარებით პროგრესულ მეთოდს. სენაჟირების დროს იკარგება მცირე რაოდენობით მშრალი ნივთიერება, ვიდრე თივის ან სილოსის დამზადების დროს. სწორად დამზადებული სენაჟი, თავისი კვებითი და ბიოლოგიური თვისებებით, უახლოვდება ახლად მოთიბული ბალახის თვისებებს. სენაჟის შემადგენლობა, კვებითი ნივთიერებების მიხედვით, თუ ის დამზადებულია ტრადიციული ტექნოლოგიების მკაცრი დაცვით, უზრუნველყოფს მის შენახვას 80-84%-ით.

სენაჟის დამზადება „შეფუთული“ სენაჟის ტექნოლოგიით, არსებითად განსხვავდება ტრადიციული ტექნოლოგიისგან და აქვს მრავალმხრივი უპირატესობა, კერძოდ, ნაკლებად შრომატევადია და მოითხოვს მცირე ენერგოდანახარჯებს. მაგალითად, ტრადიციულად დამზადების ტექნოლოგიასთან შედარებით „შეფუთული“ სენაჟის დამზადების დროს, ენერგოდანახარჯები 1ტ სენაჟის დასამზადებლად 55-60კვტ/სთ-ით ნაკლებია.

როგორც გამოცდილება გვიჩვენებს, მოთიბული ბალახის მინდორში გაშრობა 17-18% ტენიანობამდე ითვლება ყველაზე არარაციონალურ ტექნოლოგიად, რადგან ამ დროს ადგილი აქვს საკვები ნივთიერებების დიდ დანაკარგებს – 33-38%-ით, (მაგალითად, კაროტინი იკარგება 90%-მდე), რის გამოც მკვეთრად ეცემა დამზადებული საკვების ხარისხი; მაგალითად, 1კგ მშრალ ნივთიერებაში გაცვლითი ენერგია მცირდება 8-8,7მჯ-მდე, ე.ი. 0,55-0,57 საკვები ერთეულით, როცა შემცველობა პროტეინისა არის 10,4-10,8%-მდე.

მოთიბული მასის მოცულობითი დანაკარგი აღწევს 16%-ს და მეტს. (დანაკარგები – 2%, დანაკარგების აკრეფის დროს – 4%, ბუღულების აკრეფის დროს – 10%; ამას ემატება დანაკარგები თივის მასის ფერმასთან ან შენახვის ადგილზე ტრანსპორტირების დროს). ამრიგად, მთლიანი დანაკარგები მოთიბული მასისა ადგილზე მიტანამდე 50 %-მდეა.

სენაჟის დამზადების არსებული ტექნოლოგია მოიცავს შემდეგ ოპერაციებს: ბალახებისა და პარკოსანი კულტურების მოთიბვა-დატყლეჟვა, მინდორში მოთიბული მასის გაშრობა ოპტიმალურ ტენიანობამდე, აკრეფვა ერთდროული დაქუცმაცებით, ორმოში (კოშკში) ჩატვირთვა, დატკეპნა და ჰერმეტიკული დახურვა.

იმის გამო, რომ მრავალ შემთხვევაში ირღვევა ტექნოლოგიური პროცესი, ან იგი არასრულყოფილია, მიიღება დაბალხარისხიანი სენაჟი. ამის ძირითადი მიზეზია ის, რომ ხშირ შემთხვევაში ფერმერებს და ფერმერულ მეურნეობებს არ აქვთ საშუალება მოაწყონ (ააშენონ) შესაბამისი სასენაჟე ორმო ან კოშკი, რაც ძვირი ჯდება და უზრუნველყოფს მასის კარგ იზოლაციას და იცავს დანაგვიანებისგან.

სენაჟის დამზადების მოწინავე ტექნოლოგია – „შეფუთული სენაჟი“ – მნიშვნელოვნად განსხვავდება ტრადიციული ტექნოლოგიისაგან არა მარტო დამზადების მხრივ, არამედ, სენაჟის კვებითი ღირებულების, ნივთიერებათა შემცველობის, თვითღირებულებისა და შრომითი დანახარჯების მხრივ.

„შეფუთული“ სენაჟის ტექნოლოგიური ციკლი სრულდება ექვსი ერთმანეთთან დაკავშირებული მანქანათა კომპლექსით:

- მოთიბვა ერთდროული დატყლეჟვით სპეციალური რეზინის ლილვაკებით;
- მოთიბული მასის აფუება - გადაბრუნება;
- ღვარეულების წარმოქმნა;

- ღვარეულებიდან აკრეფა და დაწნეხვა მაღალსიმკვრივიან რულონებად;

- რულონების შეფუთვა სპეციალური პოლიეთილენის აფსკით;
- დამზადებული სენაჟის დაქუცმაცება-დარიგება ცხოველთათვის.

მაგალითად, თუ გამზადებთ 1500-2000ტ სენაჟს, საჭიროა სპეციალური 22,3კგ-იანი შესაფუთი ტილო, 500კგ ხეზი. მოწინავე ფერმერთა გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ახალი ტექნოლოგიის გამოყენებით 7-საათიან სამუშაო დღეში შეიძლება დამზადდეს 60-80ტონა „შეფუთული სენაჟი“.

ასევე, გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ საკვები ბალახის მოსავლიანობასთან დამოკიდებულებით, გამოყენებული ტექნიკის მწარმოებლობა შეადგენს:

- სათიბ-სატლეუელი 2,5-3 ჰა/სთ;
- ამრევ-გადამბრუნებელი 5-6 ჰა/სთ;
- ფოცხი-ღვარეულწარმოქმნელი 3,5-4ჰა/სთ;
- წნეხ-ამკრეფი 200-250-ბარდანა 10 სთ-ში;
- რულონებისშემფუთავი 20-25 რულონი/სთ;
- რულონების დამჭრელ-დამრიგებელი 600-700 კგ
- სენაჟის დასამზადებელი ბალახის საშუალო ტენიანობა 40-55%.

სენაჟის და თივის ხარისხი და შენახვა

სენაჟის და თივის ხარისხი მნიშვნელოვნად იზრდება, ხოლო დანაკარგები მცირდება, როდესაც მიმდინარეობს მოთიბული ბალახის ინტენსიური შრობა რომელიც ძირითადად მიიღწევა შემდეგიო პერაციების განხორციელებით – დატყლეუვა, აჩეჩვა-გადაბრუნება და სწრაფად შრობით ღვარეულების წარმოქმნა. მ ოპერაციების ჩართვა საკვების დამზადების პროგრესულ ტექნოლოგიებში საგრძნობლად ამაღლებს თივისა და სენაჟის ხარისხს, რაც თავის მხრივ, მნიშვნელოვნად ზრდის მეცხოველეობის პროდუქტების წარმოებას.

სენაჟის დ თივის დამზადების არსებული ტრადიციული ტექნოლოგიები, რომელიც სრულდება არსებული მოძველებული ტექნიკის გამოყენებით, ასევე, საკვების ღია მოედნებზე შენახვა ტრანშეებში და სასილოსე კოშკების გამოყენებით, საბოლოო შედეგით მნიშვნელოვნად ჩამოუვარდება ახალი

ტექნოლოგიით „შეფუთულ“ სენაუს, რომელიც სრულდება თანამედროვე ტექნიკით დამზადებული საკვების ხარისხობრივ მაჩვენებლებს. მის დასა-
დასტურებლად ცხრილში 5.3. მოყვანილია ლუცერნის თივის კვებითი
მაჩვენებლები და შედარებითი მახასიათებლები.

ცხრილი 5.3

№	მაჩვენებლები	პირველიგათ- იბვა ლუცერნის მწვანემასა	ნაშალი თივა	თივარულონებ ში ΠΠΠ-1,6	„სენაუი შეფუ- თული“
1	მწვანემასისმოცულობა, ტ/ჰა	120	-	-	-
2	მშრალიმასისშეგროვება,ტ/ჰა	24	12	14,4	21,84
3	დანაკარგები:დამზადებისდროს,შ ენახვისას,კვების%	-	50	40	9
4	ერთი კგ. მშრალიმასისკვებითიუნარი:	-	-	-	-
5	საკვებიერთეულისშემცველობა	1	0,55	0,58	0,78
6	მოცულობითიენერგიისშემცველ ობა,მჯ/კგ.მ.მ.	10	8,4	9,1	9,81
7	სველიპროტეინისშემცველობა,%	24	12	14	20,5
8	კაროტინისშემცველობა %	220	8	12	62
9	საკვებიერთეულისშეგროვება,ლ/ ჰა; ლ/ტ	24	6,6	8,35	16,6
10	თივისთვითღირებულება,ლ/ტ	-	90	70	100,6
11	საკვებიერთეულისთვითღირებუ ლება,ლ/ტ		162	122	131

ლიტერატურული მონაცემებით 18], „შეფუთული“ სენაჟის შენახვის პროცესის დროს ხდება საკვების ხარისხის მცირედენი შემცირება:

– კვებითი ღირებულების მნიშვნელოვანი შემცირება ხდება მინდორში შრობის დროს საშუალოდ 0,75მჯ/კგ დღე-ღამეში.

– კაროტინის შემცველობა 5 თვის განმავლობაში შემცირდა 25-30%-ით, რაც კარგი მაჩვენებელია.

– ნედლი პროტეინის შემცველობა შემცირდა 1,0-2,0%-ით, მინერალური შემცველობა არ მცირდება.

მეურნეობის გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ძველი ტრადიციული მეთოდით თითოეული ჰექტრიდან დამატებით დებულობენ 300-400 საკვებ ერთეულს, ხოლო თივის დამზადების დროს დამატებით დებულობენ 800-1000 საკვებ ერთეულს. საერთო მაჩვენებლების შედარებისას ირკვევა, რომ დანაკარგები ტრადიციული ტექნოლოგიით სილოსის და სენაჟის დამზადების დროს შეადგენს 10%-ს, ხოლო თივის ზვინებად შენახვის დროს კი – საკვები ერთეულის დანაკარგი 38%-ია. თივასთან შედარებით „შეფუთულ“ სენაჟში კაროტინის შემცველობა 2-ჯერ მეტია.

ახალი ტექნოლოგიის გამოყენებით დანაკარგები დამზადებისა და შენახვის დროს არ აღემატება 3%-ს (როცა ძველი ტექნოლოგიის დროს 16%-მდეა). ასევე, მცირეა დანაკარგები ხარისხობრივ მაჩვენებლებში და არ აღწევს (0-დან - 0,78მ გ.ჯ/კგ 10თვის შენახვი სდროს).

5.4. „შეფუთული სენაჟის“ დამზადების დანახარჯები, თვითღირებულება და ეფექტიანობა

მეცხოველეების განვითარებაზე და მის ეკონომიკაზე დიდ გავლენას ახდენს საკვების ფაქტორი, რადგან მეცხოველეობის პროდუქტების თვითღირებულებაში დანახარჯები საკვების წარმოებაზე შეადგენს 50-60%-ს. საბაზრო ეკონომიკის პირობებში ცხოველთა საკვების დამზადებისა და გამოკვების ეფექტურობა პირველ ადგილს იკავებს.

ცხოველთა დაუბალანსებელ გამოკვებას მიყვავართ საკვების დიდ ხარჯებთან, რაც საგრძნობლად ამაღლებს საბოლოო პროდუქციის თვითღირ-

რეზულტებს და არაკონკურენტუნარიანს ხდის მას გასაღების ბაზარზე. საბოლოო ჯამში წარმოება ხდება წამგებიანი.

დადგენილია, რომ დანახარჯები სენაჟის დამზადებაზე მნიშვნელოვნად მცირეა, ვიდრე სხვა საკვების დამზადებაზე, რადგან არსებული ტექნოლოგიით საკვების დამზადების დროს, მიღებულია, რომ 1 საკვებ ერთეულზე შრომის ხარჯი შეადგენს: თივაზე – 2,4 კაც.სთ, სილოსზე – 1,1 კაც.სთ, სენაჟზე – 0,8 კაც.სთ. ტრადიციული ტექნოლოგიით სენაჟის დამზადებაზე იგი 3-ჯერ მცირეა, ვიდრე თივის დამზადებაზე და 1,38-ჯერ ნაკლები, ვიდრე სილოსის დამზადებაზე.

„შეფუთული“ სენაჟის დამზადების ტექნოლოგიის გამოყენების დროს, შრომის დანახარჯები მნიშვნელოვნად მცირეა, საშუალოდ 66%-ით ნაკლები, ვიდრე ტრადიციული ტექნოლოგიის გამოყენებით.

სხვადასხვა მეურნეობის შეფასებით და გათვლებით, წლის სეზონზე, სადაც გამოყენებულ იქნა ახალი ტექნოლოგია, საკვების დამზადების თვითღირებულება დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე – დამზადების მოცულობაზე, სპეციალურ ტექნიკაზე, კადრების მომზადების დონეზე, გადაზიდვის მანძილსა და საშუალებებზე, შენახვის მეთოდსა და ნაგებობებზე და სხვა საორგანიზაციო და ტექნიკურ მაჩვენებლებზე.

საკვების გამოყენების ეფექტურობა დამოკიდებულია მის ხარისხსა და კვებით ღირებულებაზე.

სხვადასხვა მეურნეობების გამოცდილების შესწავლამ და ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ტრადიციული ტექნოლოგიით დამზადების დროს, საკვების დანახარჯები საქონლის ხორცის წარმოებაზე შეადგენს 17,8 ცენტნერ საკვებ ერთეულს 1ც-ზე, რძეზე – 1,86 ცენტნერ საკვებ ერთეულს, რაც 1,5-2-ჯერ მეტია, ვიდრე მეცნიერულად დასაბუთებული ნორმა.

გაანგარიშება გვიჩვენებს, რომ როცა იზრდება ენერგეტიკული და პროტეინული შემცველობა საკვებ ერთეულში (მაგ., 20%-ით), ეს იწვევს მეწველი ძროხის პროდუქტიულობის ორჯერ გაზრდას, მცირდება დანახარჯები საკვების დამზადებაზე, რაც შესაბამისად, ამცირებს რძის ღირებულებას ერთი მესამედით, 25%-ით მცირდება საკვების დამზადების ფართობი.

ზოგიერთი მეურნეობის მცდელობა, მცოხნავი პირუტყვის პროდუქტიულობა გაიზარდოს დაბალხარისხიანი, დიდმოცულობიანი საკვების

გამოყენებით და კონცენტრატების გადახარჯვით, არ გამართლდა არც ბიოლოგიური და არც ეკონომიკური თვალსაზრისით (იხ. ცხრილი. 5.4).

მთლიანად, აღნიშნული ფაქტორები უარყოფითად მოქმედებენ არა მარტო პროდუქციის თვითღირებულებაზე, არამედ 2-2,5-ჯერ მცირდება ცხოველთა პროდუქტიულობის ხანგრძლივობაც. ამ სიტუაციიდან გამოსავალია ცხოველთა საკვების ხარისხის გაზრდა, დანაკარგების და დანახარჯების მინიმუმამდე შემცირება.

**რძის წარმოების ეფექტიანობა, ტრადიციული ტექნოლოგიით
დამზადებული საკვებით გამოკვების დროს**

ცხრილი 5.4.

კონცენტრატის ფაზები	კონცენტრაცია		წველადობა კგ/დღე- ღამეში	დანახარჯები, (მშრალი ნივ- თიერებების) კგ/კგ რძეზე	საშუალო- ბათა და- ნახარჯები %
	გაცვლითი ენერგია, მგ.ჯოული	ნედლი პროტე- ინი, %			
ბუტონიზაცია	11	16-18	14-1	0,7	100
ყვავილობის დაწყების პერიოდი	10	14-16	9-11	1,0	120
მასიური ყვავილობის პერიოდი	9	10-12	7-8	1,4	140
ყვავილობის დამთავრების პერიოდი	8	8-10	3-4	3,3	260

იმის მიხედვით, როგორ მცირდება მშრალ ნივთიერებაში გაცვლითი ენერგიის კონცენტრაცია, ნედლი პროტეინი, დანახარჯები ერთეულ როდუქციაზე შესაბამისად იზრდება. „შეფუთული“ სენაჟის ტექნოლოგიის და შესაბამისი საკვების დასამზადებელი კომპლექსის გამოყენების ეფექტიანობის საერთო შეფასება, სხვადასხვა ქვეყნების რამდენიმე ფერმერული მეურნეობის მონაცემების საფუძველზე. აღმოსავლეთ და დასავლეთ ევროპის, აგრეთვე უკრაინის, ბელორუსიის, ყაზახეთის, რუსეთის, უზბეკეთის და სხვა

ქვეყნების ფერმერული მეურნეობების მონაცემების და შედარებითი ანალიზის საფუძველზე, პრაქტიკულად შეფასებულია „შეფუთული სენაჟის“ გამოყენების საერთოეფექტიანობა.

1. სენაჟის კვებითი უნარი დამოკიდებულია დამზადების დროზე და ბალახის შემადგენლობაზე. მაგალითად, როცა სენაჟი დამზადებულია 55%-იანი ტენიანობით, საშუალოდ შეიცავს 0,61-0,78 საკვებ ერთეულს, 12-16% ნედლ პროტეინს 1კგ მშრალ ნივთიერებაში.

2. საკვების მაღალი კვებითიუნარიანობის გამო მსხვილფეხა საქონლის წონა ნამატი იზრდება 10-13%-ით, საშუალო დღეღამური წველის რაოდენობა იზრდება 6-10%-ით, ხოლო ცხიმიანობა იზრდება 0,2-0,3%-ით.

3. ახალი ტექნოლოგიით დამზადებული საკვების გამოყენებით 2-ჯერ მცირდება კონცენტრირებული საკვების გამოყენება ტრადიციულ ტექნოლოგიასთან შედარებით (საკვების თვითღირებულება 17,5%).

4. შრომითი დანახარჯები საკვების წარმოებაზე მცირდება 50-60%-ით. შრომის მწარმოებლურობა იზრდება 80%-ით. (მაგალითი: ფერმერულ მეურნეობაში ერთი საკვებდამამზადებელი კომპლექსური ბრიგადის მიერ, რომლის შემადგენლობაში იყო: 7 მექანიზატორი, 7 ტრაქტორი, 2-3 დამხმარე მუშა, 2-3 სატრანსპორტო საშუალება, დამზადებულ იქნა 1500-2000ტ. „შეფუთული სენაჟი“ – 15-17 დღეში, როცა სენაჟი დასაწყობდა ფერმასთან ახლოს. ბორბალთითებიანი ფოცხების RCS-8, V10-4GW და V14-4GW გამოყენებამ გაზარდა მწარმოებლურობა და ეკონომიკური ეფექტიანობა საშუალოდ 1,3-1,5-ჯერ).

5. საწვავის ხარჯვა შემცირდა 5,7%-ით და შეადგინა 1,7 ლ/ტ.

6. დაწნეხილი ბარდანების მაღალი სიმკვრივე საშუალებას იძლევა რაციონალურად გამოვიყენოთ სატრანსპორტო საშუალებათა ტვირთამწეობა 3-4-ჯერ; გავზარდოთ შესანახი მოედნების ფართობი და ეკონომიკურად გამოვიყენოთ შესაფუთი ლენტი.

7. „შეფუთული“ სენაჟის რულონების ფერმასთან ახლოს დასაწყობება საშუალებას იძლევა, გამოვრიცხოთ ზამთრის პირობებში ფერმასთან რულონების მიტანაზე საჭირო ხარჯები.

8. დანაკარგებმა საკვების დამზადებაზე, შენახვაზე და ცხოველთა გამოკვებაზე შეადგინა არა უმეტეს 3%-ისა.

9. საერთოდ გამოირიცხა სასილოსე ორმოების, კოშკების, შესანახი მოცულობების და ასევე, საშრობების მშენებლობა.

10. დანახარჯების შემცირების გამო მთლიანი კომპლექსის ღირებულების საშუალებებზე დანახარჯების ეკონომიამ შეადგინა 30-40%, რაც საშუალებას იძლევა, მთლიანი საკვებდამამზადებელი კომპლექსის ღირებულება გამოსყიდულ იქნას 2-3 სეზონის მუშაობის შემდეგ.

11. მიიღწევა სამუშაოთა მაქსიმალური მექანიზაცია და საკვების დარბევის მინიმალური დრო, რაც აუცილებელია ცხოველთა დაბმული შენახვის დროს.

12. მნიშვნელოვნად იზრდება (არანაკლებ 85%-ისა) მიწის გამოყენების ეფექტი.

ძირითადი დასკვნები და რეკომენდაციები

1. ცხოველთა სხვადასხვა საკვების სახეობების შედარებით ანალიზი გვიჩვენებს, რომ „შეფუთული“ სენაჟი სხვა საკვებთან შედარებით ხასიათდება მაღალი კვებითი ღირებულებებით, მისი გამოყენების დროს მსხვილფეხა საქონლის წონა-ნამატი იზრდება 50-130კგ-ით, წველის რაოდენობა 6-10%-ით, ხოლო რძის ცხიმინობა 0,2-0,3%.

2. სენაჟის დამზადების არსებული ტექნოლოგიების ანალიზის საფუძველზე დამუშავებული იქნა მცირე კონტურიანი, რთული რელიეფის მქონე სათიბებზე „შეფუთული“ სენაჟის დამზადების ახალი ეფექტური ტექნოლოგია. რაც გულისხმობს უშუალოდ ნაკვეთში გადასატანი დანადგარის გამოყენებით „შეფუთული“ სენაჟის დამზადებას. ასეთი ტექნოლოგია მცირე ფერმერული მეურნეობისათვის მეტად მომგებიანია, მცირდება შრომითი დანახარჯები 50-60%-ით, საწვავის ხარჯვა 5,7%-ით და შეადგენს 1,7 ლ/ტონაზე. საერთოდ გამოირიცხავს კაპიტალურ დაბანდებებს სასენაჟე ორმოებისა და ნაკებობების ასაგებად, 80-90%-ით იზრდება წარმოების მექანიზაცია, ხელს უწყობს ისეთი ბუნებრივი სათიბების ათვისებას, როგორცაა ტყისპირა ზოლები, ქარსაფარი ზოლებს შორის სათიბები და სხვა.

3. დამუშავებულია გადასატანი ტიპის შნეკურ სამუშაო ორგანოიანი საწნეხი შემფუთავი დანადგარის პრინციპული სქემა და მასზე მიღებული პატენტი GE P 2009 4870 B.

4. შემუშავებული პრინციპული სქემის საფუძველზე აგებული იქნა ახალი საწნეხ-შესაფუთი დანადგარის მოქმედი საცდელი მოდელი, რომელიც შემოწმებული იქნა ლაბორატორიულ და საველე პირობებში. შედეგებმა აჩვენეს, რომ მანქანა სრულიად აკმაყოფილებს მასზე წაყენებულ მოთხოვნებს.

5. ასევე შემუშავებულია საწნეხ-შემფუთავი მანქანის შნეკური საწნეხი ორგანოს ახალი ვარიანტი, რომელიც შესაძლებელს ხდის სრულყოფილ დაწნეხვის პროცესს და მივიღოთ დაწნეხილი მასის თანაბარი სიმკვრივე ბარდანის მთელ სიგრძეზე $\sigma = 200 - 253$ კმ/მ³-ის საზღვრებში.

6. აწნეხვის პროცესის სრული ანალიზის მიზნით შედგენილი იქნა ბარდანის დაწნეხვის რეულოგიური მოდელი, რომელიც საშუალებს იძლევა განისაზღვროს დამოკიდებულება σ დაძაბულობის და ϵ — ფარდობით დეფორმაციას შორის სამ სხვადასხვა ვარიანტში. მიღებული დამოკიდებულებები საშუალებას იძლევა განისაზღვროს (როდესაც შნეკის ბრუნთა რიცხვი $\eta = 34$ ბრ/წთ) საწნეხი კამერის სიგრძე $L=0,4$ მ რელაქსაციის დროს $\tau = 6,6$ წმ, შნეკის ხვიის ბიჯი $S=0,65$, დრეკადობის მოდული $E1=0.85 \cdot 10^5$ ნ/მ²; $\alpha = 3 \cdot 10^{-3}$ მ³/კგ, სიმკვრივე $P_0=50$ კმ/მ³; $C=5.05 \cdot 10^5$ ნ/მ²; შესაბამისად $P=373,85$ კგ/მ³, რაც თავსდება რეკომენდებულ ზღვრებში.

7. ასევე თეორიული კვლევის შედეგების საფუძველზე მიღებული საანგარიშო ფორმულები საშუალებას გვაძლევს ვიანგარიშოთ: დაწნეხვის მაქსიმალური სიდიდე σ_{max} კმ/მ³ კონკრეტული დასაწნეხი მასისათვის, ასევე წნეხის კამერის სიგრძე L მ; კვეთის ზომები ($a \times b$) და შნეკის ბრუნთა რიცხვი η ბრ/წთ.

8. მრავალფაქტორიანი ექსპერიმენტის დაგეგმვის და ჩატარების თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით მიღებულ იქნა რეგრესიული განტოლება, როგორც კოდირებული, ისე ნატურალურ ცვლადებში, რომელიც დაწნეხილი სენაჟის სიმკვრივეს აკავშირებს უძრავ კამერის საწყის სიგრძესთან და მოძრავი კამერის სამუხრუჭე ძალასთან, საიდანაც დადგენილ იქნა,

რომ საწნეხი კამერის ოპტიმალური სიგრძეა $L_0=0,215\text{მ}$. დაწნეხვისათვის საჭირო ძალა $P_T = 4000 \text{ ნ}$, ხოლო ბარდანის სიმკვრივე $\delta = 351,15 \text{ კგ/მ}^3$.

9. ჩატარებულმა ენერგეტიკულმა გამოკვლევამ გვიჩვენა რომ ენერჯის ხარჯის ხვედრითი წილი ტექნიკის დამზადებაზე, შენახვაზე, რემონტსა და ტექმომსახურებაზე შეადგენს 269,6მგჯ/ნ, დახარჯული ელექტროენერჯის რაოდენობა – 79,2 მგჯ/ტ. მთლიანობაში 1 ტონა სენაჟის დამზადებაზე იხარჯება 361,4 მგჯ/ტ.

10. როგორც ეკონომიკური ეფექტიანობის გაანგარიშებამ გვიჩვენა „შეფუთული“ სენაჟის ახალი ტექნოლოგია და გადასატანი დამწნეხ-შესაფუთი დანადგარი საშუალებას იძლევა 7 საათიან სამუშაო დღეში დავამზადოთ 60-80 ტონა „შეფუთული“ სენაჟი 20-25კ-იანი მასის ბარდანებად. დანაკარგები ძველ ტექნოლოგიასთან შედარებით მცირდება 16%-დან–3%-მდე. ასევე დანაკარგები 10 თვიან შენახვაზე მცირდება 10%-დან–2%-მდე, ფაქტიურად გამორიცხულია დანაკარგები კაპიტალ დაბანდებაზე, ასევე მნიშვნელოვნად მცირდება გადაზიდვების ხარჯები, აგრეთვე, ანგარიშმა გვიჩვენა, რომ „შეფუთული“ სენაჟის დამზადების დროს საკვები ერთეულის თვითღირებულება შეადგენს 131 ლ/ჰა-ზე, შესაბამისად 30-40 ლ/ტ-ზე, რაც 2-2,5-ჯერ მცირეა ტრადიციული ტექნოლოგიის და ტექნიკის გამოყენების დროს.

11. მცირე ფერმერულ მეურნეობას 100-150 სული მსხვილფეხა პირუტყვისათვის სჭირდება 1300-1500 ტონა სენაჟი, ახალი ტექნოლოგიით მის დამზადებაზე მიღებული ეკონომია მთლიანობაში შეადგენს 54000 ლარს წელიწადში.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Agrartechnik (gfr). 1990, Bd 69,3,S.56
2. Адлер Ю.Д. Маркарова Е.В. Грановский Ю.В. «О принятии решений в неформализованных ситуациях». В сб методологические проблемы кибернетика. 1970г. Т.г.
3. Аблин Л.К. «Выбор системы комплексной оценки машинного тракторных агрегатов». Чим Эсх, Вып. 27. Пермь. 1967г. 97с.
4. Алёшкин П.М. Рошин В.С. «Механизация животноводства», М. Агропромиздат 1985г.
5. Апашев Р.М. «Особенности конструкции современных рулонные пресподборщиков, механизация уборки, послеуборочной обработки и хранения» Т.148.М. Вып. 2003г.
6. Босой Е. С. и др. «Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин» Москва, машиностроение, 1978г. стр. 264-280.
7. Бутенин Н.В. и др. «Курс теоретической механики», том II, Москва, «Наука» 1979г. стр. 277-279.
8. Берман А.Ф. и др. «Кратки курс математического анализа.» издательство «Наука», Москва, 1990г. стр 547-613.
9. Богданов Г.А. «Силос и сенаж.» Москва, «Колос», 1983г.
10. Горячкин В.П. «Собрание сочинений», том. 3, Москва, «Колос», 1965г. стр. 26-27.
11. Галкин А.Ф. «Основы проектирования животноводческих ферм.» Москва, 1970г.
12. გაჩეილაძე მ. „შნეკური ტიპის კამერაში სენაჟის დაწნევის ექსპერიმენტალური კვლევა“. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო ჟურნალი „მოამბე“, 2009წ.
13. Гаччиладзе М. «Распределение давления вдоль пресовальной камеры шнекового рабочего органа» науч. журнал «Моамбе». Академия сельско-хозяйственных наук Грузии. Г. Тбилиси. 2009г.
14. გაჩეილაძე მ. „შეფუთული სენაჟის“ დამზადების ტექნოლოგია და მისი ეფექტიანობა“. აზერბაიჯანის აგრარული უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომების კრებული მიძღვნილი 80-წლის იუბილეს. ქ. განჯა. 2010წ.

15. გაჩეჩილაძე მ. „შეფუთული“ სენაჟი, მისი ეფექტიანობის შეფასება ტრადიციული ტექნოლოგიით დამზადებულ სენაჟთან შედარებით“. საქართველოს სახ. აგრარული უნივერსიტეტის შრომები.
16. გაჩეჩილაძე მ. „შეფუთული“ სენაჟის დამზადების ტექნოლოგია, მანქანათა სისტემა და მისი გამოყენების ეფექტიანობა მეცხოველეობაში“. რეკომენდაცია ფერმერთათვის. ქ.თბილისი. შპს. „აისი“, 2010წ.
17. Доброхотов Г.И. и др. «Справочник зоотехника», Москва «Колос». 1980г. стр.56-58.
18. Долгов И.А. и др. «протейновые концентраты из зеленых растений.» Москва, «Колос, 1978г. стр. 112-126.
19. Денисов Н.И. «Кормление высокопродуктивных кормов». Москва, Россельхозиздат. 1982г. стр. 39-46.
20. Димитроченко Л.П. и др. «Кормление сельскохозяйственных животных». Ленинград, «Колос, 1975г. стр. 37.
21. Воронов Ю. и др. « Кормление сельскохозяйственных машин», Москва, издательство машностроение, 1970г. стр. 213.
22. Зедгинидзе И.Г. и др. «Применение математических методов для исследования многокомпонентных систем», 1974г. сб. под ред. М. «Металургия».
23. Толокников и др. «Кормление сельскохозяйственных животных в промышленном животноводстве». Ленинград, «Колос», 1978г. стр. 38.
24. თედორაძე ო.მ. და სხვ. „შნეკური საფუთავი მოწყობილობა“ – საქართველოს პატენტი № AP 2009, 10652, ბიულეტენი 15(283). თბილისი. 2009წ.
25. Ткач и др. «Животноводческие машины». М, 1975г.
26. Иванов Н. Я. и др. «Механизация полеводства в США», Москва, «Колос», 1987г. стр. 91-102.
27. Курт Нерипе «Кормленные высокопродуктивных животных». Москва, «Колос», 1996г., стр.103-106.
28. Кукта М.И. «Технология переработки и приготовления кормов». Москва, «Колос», 1988г. стр.154-155.
29. Карпенко А.Н. и др. «Сельскохозяйственные машины». Москва, «Колос», 1983г. стр.203-218.

30. Карпенко А.Н. и др. «Справочник механизатора». Москва, «Колос», 1975г. стр.306-312.
31. Корн Г. и др. «Справочник по математике для научных работников и инженеров». изд. «Наука», Москва, 1993г. стр.265-336.
32. Коба В.Г. «Машины для раздачи кормов». Саратов, 1974г.
33. Луре А.Б. и др. «Сельскохозяйственные машины». Москва, «Колос», 1990г.
34. Листопад Г.Е. «Сельскохозяйственные и мелиоративные машины». Москва, «Колос», 1976г. стр.140-150.
35. Мартиненко И.И. «Автоматика и автоматизация производственных процессов». Масква 1983г.
36. Лурье А.Б. «Автоматизация Сельскохозяйственных агрегатов» Л. «Колос», 1976г.
37. Методы полевых испытаний, изд. официальное стандарт гиз. 1954г. 76,с.
38. Махароблидзе Р.М. «Приоритетные направления исследовательских и конструкторских работ в области механизации сельскохозяйственного производства Грузии ». Известия аграрной науки . Тбилиси. 2004г. №3.
39. Махароблидзе Р.М. «Методы теории удара и реологии в земледельческой механике». издательство ННТЕЛЕКТН, Тбилиси, 2006г.
40. მახარობლიძე რ.მ. და სხვ. შნეკური საფუთავი მოწყობილობა“. საქართველოს პატენტის № AP 2009, 10652, A ბიულეტენი 15(283). თბილისი. 2009წ.
41. მახარობლიძე რ.მ. „ექსპერიმენტების დაგეგმვის თანამედროვე მეთოდები სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საკითხებზე.“ თბილისი, 1974. 16783.
42. Особов В.И. и др. „ Машины и оборудование уплотнения сено-соломистых материялов.» М. Машиностроение 1974. 231 с.
43. Ржаницин А.Г. «Теория ползучести». М. Из. Литератури по строи-тельство 1968г.
44. Диткин В.А. и др. «Справочник по операцилггму исчислению.» из-во «Вышая школа» 1965 _ 465.
45. Кожевников С.И. «теория механизмов и машин»ю Киев. Машгиз. 1964г. _ 639 с.
46. Махароблидзе Р.М., Дзирквадзе Ю.С., Русишвили Р.Ш., Жоржолиани З.М. «Теория уплотнения растительных материялов шнековыми рабочими органами». (ГрузНИИМЭСХ). Международный научный журнал «Пробемы механики» №3 (20), 2005 стр. 46-49.
47. Брозкая Н.М., Пустовоит Т.С. «Технология приготовления сенажа и его использование» Западно-сибирское книжное изд-во. Новосибирск. 1972г. Стр.252.

48. Зелнерь В.Р., Коноплев Е.Г., Ткаченко Е.И. «Корносмеси силосносенаж-ноготипа для молочного скота» М. Росссельхозиздат. 1975г. Стр.174.
49. Метревели В.И., Русиешвили Р.Ш., Дидебулидзе А.К., Самхарашвили М.Д. исследование работы некоторых вариантов питателя пневмотранс-портной установи для транспортировки сено-соломистого материала на склонах. Научные труды ГрузНИИМЭСХ. Тбилиси 1983г. Стр. 122-128.
50. Шпилько А.В., Драгошев В.И., Морозов Н.М., Каганов Н.Н., Миндрин А.С., Цой Л.М. «Экономическая эффективность механизации сельскохозяйственного пропроизводства»Москва 2001г. Стр.343.
51. Справочник зоотехника, изд. «Колос», 1978г,стр. 5-6.
52. Мельников В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм, Ленинград, «Колос», 1975г., стр.3-7.
53. Козманишвили А.Г. и др., Дополнительные кормовы ресурсы, Журн. Свиноводство, 1975г., №9, стр.19.
54. Гушенюк Г.Д. и др. Использование отходов промышленности и сельского хозяйства в животноводстве, Москва «Уражай», 1977г. ст. 189.
55. Толоконников Ю.А. и Тищенко А.В., кормление сельскохозяйственных животных в промышленном животноводстве, , Ленинград, «Колос», 1978г., стр.3-8.
56. Рунов Б.А. Основы промышленного откорма скота в США и Канаде. М. «Колос», 1975г.
57. Курт Нерине, Кормление высокопродуктивных животных, Москва «Колос» 1876г. ст. 103-110.
58. Сучкин В.С. и др. Справочник по заготовке и приготовлению кормов в Нечерноземье, Ленинград «Колос», 1984г. ст.121-124.
59. Рекомендации, Витаминное питание сельско-хозяйственных животных, Москва ВО «агропромиздат» 1979г. ст.41-50.
60. Лебедев Н.И., Использование микро-добавок для повышения продуктивности жвачныхживотных, Ленинград. ВО «Агропромиздат» 1990г. ст. 10-79.
61. Кукта Г.М., Технология переработки и приготовления кормов, Москва «Колос», 1978г.ст. 154-155.
62. Исмаилов Ф.К. , Сахаро-протеиновое отношение и молочная продуктивность коров, Животноводство, 1974г. №5 ст. 33-34.
63. Демченко П.В., Закономерности использования животнымиобменной энергии рационов, «Животноводство» 1971г. ст.6-7.

64. Гамхошвили Р.М., Использование ГЦК при производстве комбикормов в Грузинской ССР, труды «Производство и использование комбикормов, хранение и качество сырья и готовой продукции» Москва 1978г.
65. Гочиташвили Г. и др. Использование отходов пищевой промышленности в производстве комбикормов, «Совершенствование техники и технологии комбикормового производства _ путь улучшения качества», тезисы докладов, Тбилиси 1979г.
66. Кошелев А.Н., Глебов Л.А., Производство комбикормов и кормовых смесей, Москва, «Агропромиздат, 1986г. ст. 5-38.
67. Гольдин А.М., Карамзин В.А. Гидродинамические основы процессов тонкослойного сепарирования, Москва, «Агропромиздат» 1985г. ст.8-9.
68. Шкоропад Д.Е. Новиков О.П. Центрифуги и сепараторы для химических производств, Москва, «Химия», 1987г. ст.256.
69. Лольдин Е. М., Изв. АН СССР. Механика жидкости и газа, 1966г. №2 ст. 152-155.
70. Борц М.А., Зарубин Л.С., Шнековые осадительные центрифуги, конструкция и использование в угольной промышленности, Москва, 1960г. ст. 66.
71. Центрифуг непрерывного действия зарубежом, Москва, 1969г. ст.71.
72. Гриб В.К. и др., Механизация животноводства, Минск «Уражай» 1987г. ст.105-131.
73. Копилов В.Т., канд. Диссерт. Москва НИЦПиК, 1976г.
74. Павлущенко И.С., ЖПХ, т.29, вып. 6, ст. 885-898.
75. N.N. Steinour, Ind. EngChem; 1944, V 36 № 7.P. 618-624: № 9, P. 840-847; №10, p.901-907.
76. Джинчарадзе Е.К., Фаинерман И.А. , Определение дофференциальной кривой распределение фугата для шнековых осадительных центрифуг, В кн. Оборудование для разделения жидких неоднородных смесей, очистка жидких смесей, Москва, Химия, 1975г. вып 70, ст. 152-159.
77. Налимов В.В., Чернеева Н.А.Статистические методы планирования экстремальных экспериментов, Москва, Наука, 1965г. ст. 340
78. Махароблидзе Р.М., Оптимизация динамических процессов в сельскохозяйственных машинах, Москва, ВО «Агропромиздат» 1991г. ст. 13-18.
79. Адлер Ю.П., Введение и планирование эксперимента, Москва, «Металлург», 1969г. ст. 160.
80. Кацев П.Г., Статистические методы исследования режущего инструмента, изд. 2-е Москва, Машиностроение, 1974г. ст.239.

81. Лисенков А.Н., Математические методы планирования многофакторных медико-биологических экспериментов, Москва «Медицина» 1979г.
82. Рукавадящий технический материал, Основы планирования экспериментов сельскохозяйственных машинах, Москва, 1974г. ст. 115.
83. Болшев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблица математической статистики . Москва, Наука, 1965г. ст. 474.
84. Мельников С.В. планирования эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов, Ленинград, изд-во «Колос», 1980г.
85. Учитель Г.С. т др. Определение влажности сыпучих материалов, Пятая ВН-Е конференции, Достижения и перспективы работ в области разработки приборов и методов измерения влажноститвердых, жидких и газообразных веществ, г.Кутаиси 1973г. ст. 90.
86. Бродская Н.М. Пустовар Т.С. «Технология приготовления сенажа и его использования» Новосибирск, 1972г.
87. Хитров А.И. «Совершенствование технологии и комплексов машин для заготовки сена и сенажа» Москва 1978г.
88. Шилов И.Н. Дашков В.Н. «Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства» Москва 2003.
89. ბალახებისაგან დამზადებული, პოლიეთილენის აფსკში შეფუთული საკვების დამზადების ახალი ტექნოლოგიები. თბილისი. 1999წ.
90. მეურნეობათა დაჯგუფება მსხვილფეხა პირუტყვისა და ფრინველის რაოდენობის მიხედვით. საქართველოს სტატისტიკური დეპარტამენტი. 2006 წლის მონაცემები.
91. რუსეიშვილი რ. – „სენაჟის დამზადების ახალი ტექნოლოგია“ – საქ. ზოოვეტ. უნივერსიტეტი ტ. LXI თბილისი 2003
92. მეურნეობათა დაჯგუფება მსხვილფეხა პირუტყვისა და ფრინველის რაოდენობის მიხედვით. საქართველოს სტატისტიკური დეპარტამენტის 2005 წლის წინასწარი მონაცემები. ჩხრილი – T - 62.გვ.12.
93. სიხაშვილი ა. და სხვ. ცხოველთა კვებისათვის სასოფლო სამეურნეო წარმოების და მრეწველობის ნარჩენების გამოყენების რეკომენდაციები. თბილისი 1977წ.

ദാഹൃതം

დანართი 1

ს ა ძ ა რ ი მ ი ლ ი

(10) ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრი "საპატენტო"



(11) **GE P 2009 4870 B**
 (10) AP 2009 10652 A
 (31) Int. Cl. (2006)
 B 65 G 53/48

(12) **ბაზონებისა და კაბინების პრეზერვაცია**

(21) AP 2008 010652
(44) 2009 08 30 N25

(22) 2008 04 18
(45) 2009 12 25 N24

(24) 2008 04 18

(73) აგვის მატარებლის (GE)
 ევროპული კომისია, 2005, 0192, მადრიდი (GE);
 აგვის მატარებელი (GE)
 ავსტრიული კანონი 14, 0102, მადრიდი (GE);
 ვაიკინგის მატარებელი (GE)
 დიდი კანონი 132, 0171, მადრიდი (GE);
 იმარ მატარებელი (GE)
 სპანის კანონი 27, 0164, მადრიდი (GE);
 ტარად უმარის (GE)
 დიდი კანონი 72, დიდი, 0126, მადრიდი (GE);
 მატარებლის (GE)
 სპანის კანონი 19, 0112, მადრიდი (GE)

(56) 1.SU 110028, 30.06.1984

(72) აგვის მატარებლის (GE);
 აგვის მატარებელი (GE);
 ვაიკინგის მატარებელი (GE);
 იმარ მატარებელი (GE);
 ტარად უმარის (GE);
 მატარებლის (GE)

(54) **ბაზონისა და კაბინის პრეზერვაცია**
 (57) მოწყობილობა შეიცავს მკვდარ ბუნკერს 1, ცენტრალურ კარსა და 3 მანქანის მოძრაობის და ამხედრების მექანიზმს 2 და განმეორებად საცმს, განმეორებად საცმს შემრეზული ფორმის სახურავი შენობის ორი ნაწილისაგან შემდგარი ცენტრის 6 სართულიდან ერთ მხრიდან დასრული კარსა და კაბინის კაბინის, მის განმეორებად კარსა და კაბინის მოძრაობის მექანიზმს 7, რომელზეც ეორიონტის 8 სართულიდან დასრული განმეორებად საცმს, კარსა და კაბინის მოძრაობის მექანიზმს 9, რომელიც განმეორებად კარსა და კაბინის მოძრაობის მექანიზმს 10, რომელიც ორივე მხარეს მოძრაობის მექანიზმს 11, 12 და განმეორებად საცმს ნაწილი მოწყობილობის 17-20. მუხლები: 1 და მოძრაობის მექანიზმები: 4



GE P 2009 4870 B

ფიგ.2-ზე - ერთი ძელი სახსრულე სისტემა; ფიგ.3-ზე - ქრთი აა ფიგ.4-ზე - ხელი 2 ფიგ.2-ზე.

შვერი საფუთვი მოწყობილობა (იხ. ფიგ.1-4) შეიცავს მკვებ ბუნკერს 1, რომელიც დამატებული ამზავიანი (საწყვენი არ არის) შვერი 2 მოსაძვებელ ცოლინდრულ გარსაცმე 3, გარსაცმე 3 წამოცმული ცელოფანის ტომარა 4, რომელიც მოთავსებული განმტვირთავ საცმში, რომელიც შესრულებულია ერთმანეთთან სახსრულად შეერთებული ორი ნახევრისაგან (ხელი და ქვედა) შემდგარი ცოლინდრის სახით. ცოლინდრი 6 ერთი მხრიდან დახურულია. გარსაცმის ქვემო 3, მის გასწვრივ განლაგებული მიმართულებით 7, რომლებზეც გორკოლატების 8 საშუალებით დაფენებული განმტვირთავი საცმი გარსაცმე 3 კონსტრუქციით 9 ხისტად დამატებული სიმტვირულიად განლაგებული ორი ერთი ძელი 10, რომელია ორივე მხარეს მოთავსებული მუხრუჭის ფორცხული ხენდები 11 და 12. ხენდები 12 მოძრავად ჩასმულია მიმართულებით 13 და ხენდების ზემოთ განლაგებული დაწვრილი ზამბარები 14. ზამბარების 14 თავისუფალ პოლიზე მოთავსებულია ტანკეტები 15 სვეცქანებით 16. ტანკეტის 16 და დაწვრილ ზამბარებს 14 შორის, საშუალო პროცენტის მოთავსებულია სახელურები 17 და ძელები 18, რომელიც სახსრულად დამატებული კონსტრუქციის 9 ძელებზე 19 ერთი მხარეს სახსრულად, ხოლო მეორეს მხარეს სივრცის რველურების შესაძლებლობით დამატებული განმტვირთავი საცმის ჩამტვირთვის მოწყობილობის ჩამტვირთველი კონსტრუქციის 19, რომელია თავისუფალი პოლიზე პეშა მდგომარეობაში წამოცმული დამატებულ კაბებზე 20.

შვერი საფუთვი მოწყობილობა მუშაობს შემდეგნაირად: მკვებ ბუნკერში 1 მიწოდებული სასოფლო-სამეურნეო ცხოველებისათვის გარკვეული საცემი, მკვლითად ზღადა, შვერის საშუალებით დაწვნიება ცოლინდრულ გარსაცმე 3, რომელზეც თანამდგომარეობით წამოცმულია პოლიეთილენის ტომარა 4 და ცალი მხრიდან დახურული ცოლინდრი 6. ამ დროს საცემზე 20 მიღებული ჩამტვირთველი კონსტრუქციის 19. შვერის 2 მხარე დაწვნილია მასა მაწვეს რა ცოლინდრის 6 დროს, ცელოფანის საცემის 20 საშუალებით, ერთი მხარეს ხენდები 11-12 გადაადგილოს ერთი ძელებზე 10, ხოლო მეორეს მხარეს - ცოლინდრი 6 გორკოლატების 8 საშუალებით გადაადგილოს მიმართულებებზე 7. რაც უფრო მეტი დაწვრილი ძელი ერთი ძელებსა 10 და ხენდებს 11-12 შორის, რაც რველურდება კონსტრუქციის 9 დამატებული ტანკეტით, მით დიდი დაწვნილი მასის სიმტვირე და პირითი როლისაც ცოლინდრი 6 პოლიზე შეუძებს, საცემის მიწოდება შვერის 2 მხარეს.

სახელურებზე 17 ხელის დატვირთვით, კონსტრუქციისაგან 19 განთავსდებიან დაწვნიებული საცემი 20, ცოლინდრი 6 ხელით გაგორდება მიმართულებებზე 7 ისე, რომ ცელოფანის ტომარა 4 მოდიანად გამოიფხვება გარსაცმიდან 3. ამის შემდეგ გაიხსნება ცოლინდრი 6 და სახსრულად მასით საცემ პოლიეთილენის ტომარა 4 ამოიღება ცოლინდრიდან 6. ამის შემდეგ ისევ თანამდგომარეობით, ცოლინდრულ გარსაცმე 3 წამოცმევა ცარიელი პოლიეთილენის ტომარა 4 და ცალი მხრიდან დახურული ცოლინდრი 6, შემდეგ ცალი მუხრუჭებს.

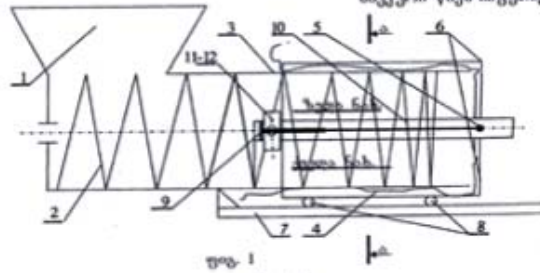
ცოლინდრიდან 6 ამოღებულ პოლიეთილენის ტომარას 4 ხელით ჯერბრულად მოკერება პირი და ფეხანება შენახვის ადგილას.

შეზიარებული გამოკრების გამოყენებით ფართოდება მოწყობილობის ტექნოლოგიური შესაძლებლობები, მისი გამოყენება ეფექტურია მცირე კონტეინერის სათიბებში, სტაციონარულ პირებსში სასოფლო-სამეურნეო ცხოველებისათვის გარკვეული საცემის დამზადებისას, სადაც დიდი და მცირი მასივებისათვის რეკომენდებული მანქანებით მუშაობა არაა ეკონომიური. შეზიარებული მოწყობილობა ხასიათდება კონსტრუქციის სიმარტივით, მცირე დიორტეკვიდობით და საფუთვი მასალის ეკონომიურობით.

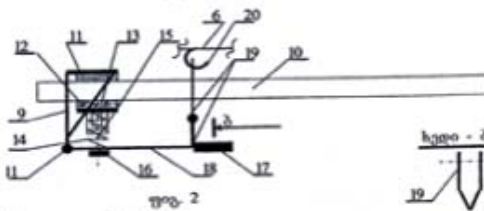
გამოკრების ფორმულა

შვერი საფუთვი მოწყობილობა, რომელიც შეიცავს მკვებ ბუნკერს, ცოლინდრულ გარსაცმე, მასში მოთავსებული ამზავიანი შვერი, და განმტვირთავ საცმი, განსხვავდება იმით, რომ განმტვირთავი საცმი შესრულებულია ერთმანეთთან სახსრულად შეერთებული ორი ნახევრისაგან შემდგარი ცოლინდრის სახით, რომელიც ერთი მხრიდან დახურულია, ამასთან, გარსაცმის ქვემოთ, მის გასწვრივ განლაგებულია მიმართულებით, რომლებზეც გორკოლატების საშუალებით დაფენებულია განმტვირთავი საცმი, ხოლო გარსაცმე ხისტად დამატებული სიმტვირულიად განლაგებული ერთი ძელები, რომელია ორივე მხარეს მოთავსებული მუხრუჭის ხენდები და განმტვირთავი საცმის ჩამტვირთვის მოწყობილობა.

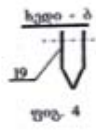
შპს-ის ვენტილაციის



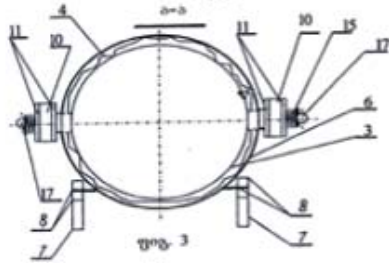
ფიგ. 1



ფიგ. 2



ფიგ. 4



ფიგ. 3

დანართი 2
სიმინდის მასისაგან დამზადებული საკვების კვებითი
ღირებულებები

	დანვითარების ფაზა	ერთ კგ მშრად ნივთიერებაში შედის								
		NA, %	NC, გ-	NI, გ-	NE, გ-	I Y, i Åæ, გ-	Na, გ-	P, გ-	Mg, გ-	Na, გ-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ტაროს ჩამოყალიბების დასაწყისში	17	71	90	277	9,6	4,6	3,0	1,6	0,9
2	სიმწიფის დასაწყისში	22	59	91	233	10,1	3,9	2,6	2,3	0,4
3	ცვილისებრ სიმწიფეში	27	52	89	212	10,5	2,8	2,2	2,0	0
4	ცვილისებრ სიმწიფეში, ტაროს მასაა M=50%-ს	32	48	90	185	11,1	2,8	2,2	2,0	0

დანართი 3

გრძელვადიანი პიდასების წარმოება რეგიონების მიხედვით
(ათასი ტონა)

200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

საქართველო	19,1	43,9	48,8	48,6	46,6	37,4	26,3	21,5	5
ნათ შორასი									
ქვემო ქართლი	5,1	7,0	12,8	1,2	4,3	17,2	23,5	12,4	4,7
სამცხე-ჯავახეთი	13,1	31,9	29,1	38,4	33,7	17,2	2,2	4,2	0,4
სხვა რეგიონები*	0,9	3,0	6,9	9,0	8,6	3,0	0,8	3,9	0,3

*აჭარა, ან ახლგადას, სამცხე-ჯავახეთის და ზემო ზღვითი, შიდა ქართლი, მცხეთა-მთიანეთი, კახეთი

