

საქართველოს სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ირაკლი ძმანაშვილი

სათოხნი კულტურების თესვის სამანქანო ტექნოლოგიისა და
ტექნიკური საშუალების დამუშავება-სრულყოფა მცირე
კონტურიანი ნაკვეთებისათვის

სპეციალობა - 05.20.01 სოფლის მეურნეობის წარმოების მექანიზაცია.

დისერტაცია ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის
სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად

სამეცნიერო ხელმძღვანელი
დიმიტრი ნატროშვილი
ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი,

სამეცნიერო კონსულტანტი
გივი გეგელიძე
ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი,
პროფესორი

თბილისი – 2006

სარჩევი

შესავალი

თავი I. სათოხნი კულტურების წარმოების თავისებურებანი მოვლა-მოყვანის თანამედროვე სამანქანო ტექნოლოგიების გათვალისწინებით.

- 1.1. სათოხნი კულტურების მექანიზირებული მოვლა-მოყვანის თავისებურებანი თანამედროვე ეტაპზე.
- 1.2. სათოხნი კულტურების მოვლა-მოყვანის სამანქანო ტექნოლოგიების ანალიზი.
- 1.3. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანების მუშაობის პროცესის ანალიზი.
- 1.4. აგროტექნიკური მოთხოვნები სათესი მანქანის პარამეტრებზე
- 1.5. არსებული სათესი მანქანების ძირითადი ტექნოლოგიური და ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლები და მათი სრულყოფის მიმართულებანი.
- 1.6. თესლების აგროფიზიკური, ფიზიკურ-მექანიკური და ტექნოლოგიური თვისებები და მახასიათებლები.
- 1.7. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის გამომთესი აპარატების მუშაობის პროცესის ანალიზი.
- 1.8. კვლევის მიზნები და ამოცანები.

დასკვნები პირველი თავის მიხედვით:

თავი II. სათოხნი კულტურების თესვის სამანქანო ტექნოლოგიისა და კომბინირებული სათესი მანქანის სქემის შერჩევა-დასაბუთება.

2.1. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის პრინციპული სქემის დამუშავება.

2.2. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის გამომთესი აპარატის შერჩევა – დასაბუთება.

2.3. ორიგინალური პნევმატიკური გამომთესი აპარატის დამუშავების თეორიული საფუძვლები და კონსტრუქციული განხორციელება.

2.4. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის პასიური მუშა ორგანოების შეთანაწყობის დასაბუთება.
დასკვნები მეორე თავის მიხედვით:

თავი III. პნევმატიკური გამომთესი აპარატების მუშაობის თეორიული თავისებურებანი.

3.1. პნევმატიკური გამომთესი აპარატის ვაკუუმის სიდიდის გავლენა მარცვლების გამოთესვის სისრულეზე.

დასკვნები III თავის მიხედვით:

თავი IV. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის გამომთესი აპარატის კვლევის შედეგები.

4.1. პნევმატიკური ტიპის გამომთესი აპარატის ლაბორატორიული კვლევის შედეგები.

4.2. სათოხნი კულტურების ნათესის ოპტიმალური სიხშირის განსაზღვრა.

დასკვნები IV თავის მიხედვით:

თავი V. დამუშავებული სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის საექსპლუატაციო და ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების განსაზღვრა.

- 5.1. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის ენერგეტიკული შეფასება.
- 5.2. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის მწარმოებლობის განსაზღვრა.
- 5.3. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის ეკონომიკური ეფექტურობის განსაზღვრა.
- 5.4. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის საექსპლუატაციო და ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების განსაზღვრა.
- 5.5. ეკონომიკური შეფასების საინფორმაციო ბაზა.
- 5.6. ეკონომიკური ეფექტურობის ძირითადი მაჩვენებლების განსაზღვრა.

დასკვნები V თავის მიხედვით:

ძირითადი დასკვნები და რეკომენდაციები.

ლიტერატურა.

შესავალი

საქართველოს მოსახლეობის ცხოვრების დონის შემგომი ამაღლებისა და უზრუნველყოფისათვის უმთავრეს პრობლემად რჩება სურსათზე მოთხოვნილების დაკმაყოფილება.

სურსათზე მოთხოვნილების პრობლემის გადასაჭრელად ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი საკითხია მარცვლეული კულტურების წარმოება. აღნიშნული საკითხის გადაწყვეტა ძირითადად ემყარება მემცენარეობის წარმოების პროდუქციის მუდმივ ზრდას, რაც უნდა განხორციელდეს სოფლის მეურნეობისა და მრეწველობის ზოგიერთი დარგის ჰარმონიული შერწყმით.

პური და პურპროდუქტები წარმოადგენს მოსახლეობის არსებობისათვის ძირითად საშუალებას. აღსანიშნავია ასევე, პურის ძირითად კულტურასთან ერთად ისეთი კულტურების წარმოების უზრუნველყოფა, როგორცაა სიმინდი, მზესუმზირა, ლობიო და სხვა პარკოსანი და ტექნიკური კულტურები.

მარცვლეული პროდუქციის წარმოების განუხრელი ზრდა მუდმივი სტრატეგიული მიმართულებაა, რისთვისაც საქართველოში საუკეთესო მრავალმხრივი პირობებია. მოსახლეობის ფიზიოლოგიური ნორმის უზრუნველყოფისათვის საჭიროა 840 000 ტონამდე მარცვლეული, გაზრდილი მოთხოვნილების გათვალისწინებით 1 110 000 ტონა. მეცხოველეობისა და მრეწველობის ნახევარფაბრიკატებით უზრუნველსაყოფად კი - 2 800 000 ტონა. 2000 წლისათვის იგეგმებოდა 1

მლნ ტონაზე მეტი მარცვლეულის წარმოება, რაც სხვადასხვა მიზეზთა გამო ვერ შესრულდა. ფერმერულ მეურნეობათა და საბაზრო ეკონომიკის რეალიების გათვალისწინებით, თანამედროვე პირობებმა წამოჭრა აგროსამრეწველო კომპლექსში საინჟინრო მომსახურების განუხრელი ამაღლება მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის სწორი მიმართულების განსაზღვრითა და განხორციელებით.

მსოფლიოს მრავალი ქვეყანა შემდგომი აღმავლობის საფუძვლად მიიჩნევს ახალი სამანქანო ტექნოლოგიების დახვეწა-განვითარებას, რომლის მეცნიერულ საფუძველს უნდა წარმოადგენდეს ნიადაგის, სხვა სასოფლო-სამეურნეო გარემოს და გამოყენებული მასალების გამძლეობის ამაღლება, რაც მოითხოვს ფუნდამენტალური კვლევების ინტენსიობას მეცნიერული შესწავლა-დასაბუთებისათვის. იგი უნდა ხორციელდებოდეს ტექნოლოგიური პროცესების მინიმალური თეორიული ხვედრითი ენერგო დანახარჯების კლებით; უნდა ამაღლდეს არსებული მანქანებისა და მუშა ორგანოების ტექნოლოგიური მარგი ქმედების კოეფიციენტების მნიშვნელობები. კერძოდ, მექანიზაციის საშუალებებისა და ახალი ტექნოლოგიების ურთიერთშერწყმის ხარისხი, მათი სრულყოფის დონე და შემდგომი განუხრელი ამაღლების გზების ძიება.

აღნიშნული პრობლემების არასრულყოფილება ჩანს შემდეგი ფაქტებიდან: სოფლის მეურნეობის პროდუქციის წარმოების ზრდას წინ უსწრებს ენერგომოთხოვნილების ზრდა, კერძოდ, პროდუქციის წარმოების 1%-ით მატებას ესაჭიროება 2-3%-ით ენერგოდანახარჯების გაზრდა. პრაქტიკამ დაამტკიცა, რომ მოდების განისა და სამუშაო სიჩქარის ზრდა

იწვევს მანქანის მწარმოებლობის გადიდებას. ამიტომ თანამედროვე ეტაპზე მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის უფრო პერსპექტიული მიმართულებაა მარცვლეული კულტურების მოვლა-მოყვანის ახალი ტექნოლოგიებისა და მანქანათა კომპლექსების შექმნა, ახალი კონცეფციების დამუშავება და მათზე გადასვლა [1, 2, 19].

ახალმა სამანქანო ტექნოლოგიებმა უნდა უზრუნველყოს გარანტირებულად ეკოლოგიურად სუფთა მარცვლეული, მეურნეობრიობის მრავალფეროვნების პირობებში ნიადაგის ტიპის, თესლბრუნვის, ფართობის სიდიდის და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით, ენერგოდანახარჯების, მასალების, შრომითი რესურსების მინიმალური დანახარჯების პირობებში. ცხადია, ასეთი ტექნოლოგიები უნდა დამუშავდეს ცალკეული კულტურებისათვის რესპუბლიკის ზონების მიხედვით; უნდა შეიკრას ერთიანი პროცესიალური ჯაჭვი, ისეთი, როგორცაა ნიადაგის დამუშავება, სასუქების შეტანა, თესვა, მავნებლებთან და დაავადებებთან ბრძოლა, მოსავლის აღება, მისი შენახვა და პირველადი გადამუშავება [3, 19].

ახალი სამანქანო კომპლექსების შექმნაში მთავარ ფაქტორად მიღებული უნდა იქნას სამანქანო ტექნოლოგიების შესრულებისათვის აუცილებელი მანქანების კომპლექსების არჩევა, ახალი კონსტრუქციული სქემებისა და აგრეგატების შექმნა. მათზე მუშაობისას გათვალისწინებულ უნდა იქნას რესურსების ეკონომია, რომელშიც იანგარიშება არა მარტო ენერგოდანახარჯები, არამედ ლითონის, სასუქის, წყლის, მცენარეთა დაცვის ქიმიური საშუალებების და სხვათა ეკონომია. აღნიშნულის

განხორციელება შეიძლება თვისობრივი კონსტრუქციული ხასიათის ცვლილებებით, კერძოდ: რამდენიმე ტექნოლოგიური პროცესის შეერთებით და საცვლელი მუშა ორგანოების გამოყენებით [1].

აგრეგატში ტექნოლოგიური პროცესების კომბინირების თვალსაზრისით შემზღვეველ ფაქტორად გვევლინება ორი ურთიერთ გამომრიცხავი და ურთიერთ შემავსებელი ფაქტორი: ინტეგრაცია და დიფერენცია. ინტეგრაცია ეფექტურია სირთულის გარკვეულ ზღვრამდე, რადგან მასზე მოქმედებს მოდების განი, სამუშაო სიჩქარე, მასა, ენერგომომცველობა, სამუშაოს შესრულების ხარისხი, აგრეგატის მანევრულობა, საექსპლოატაციო საიმედოობა. ამ მაჩვენებლების ზღვრული მნიშვნელობის მიღწევასა ეფექტურია დიფერენციაციის პრინციპის გამოყენება. კომბინაციის შესაძლებლობასა და ხარისხზე კი დიდ გავლენას ახდენს სამანქანო ტექნოლოგიების სრულყოფა და სამუშაო ორგანოების მუშაობის პრინციპი.

აღნიშნული ფაქტორების გათვალისწინებით, ცალკე კვლევის საგანია სათოხნი კულტურების თესვის ტექნოლოგია კომბინირებული მანქანის გამოყენებით როგორც საზოგადოებრივი, ისე ფერმერული მეურნეობებისათვის, მათ შორის მცირე კონტურიანი ნაკვეთების პირობებში.

თავი I. სათოხნი კულტურების წარმოების თავისებურებანი
მოვლა- მოყვანის თანამედროვე სამანქანო
ტექნოლოგიების გათვალისწინებით.

1.1. სათოხნი კულტურების მექანიზირებული მოვლა-მოყვანის
თავისებურებანი თანამედროვე ეტაპზე.

შაქრის ჭარხლის, სიმინდის, მზესუმზირას და სხვა სათოხნი კულტურების წარმოების მექანიზირებული ტექნოლოგია ემყარება ერთმანეთთან მიმდევრობითი პროცესების ერთობლივად ჩატარებას, როგორცაა ნიადაგის დამუშავება, სასუქების შეტანა, თესვა, აღმონაცენის ფორმირება და ნათესების მოვლა, რომლებიც ხელს უწყობენ თესლების გაღვივებას, აღმონაცენის ზრდა-განვითარებას და მათში ბიოლოგიური მასის დაგროვებას.

ინდუსტრიული ტექნოლოგიის არსი გულისხმობს აგრობიოლოგიური, აგროფიზიკური და საწარმოო პროცესების კომპლექსურ ინტენსიფიკაციას მექანიზირებულად შესრულებით, როცა მთლიანად გამორიცხულია ხელით შრომა და მიღწეულია მაღალი პროდიქტიულობა კულტურების პოტენციური შესაძლებლობის ოპტიმალურად გამოყენებით, შედარებით მაღალეფექტური ბრძოლით სარეველებთან, მატერიალური და

ენერგოდანახარჯების შემცირებით, მოვლა-მოყვანისას და აღებაზე დანაკარგების შემცირებით.

ზუსტი თესვის რაციონალური ტექნოლოგიის კავშირი აღმონაცენის ოპტიმალური ფორმირების მექანიზირებულ პროცესებთან რჩება სათოხნი კულტურების მოვლა-მოყვანის თანამედროვე ტექნოლოგიების ერთერთ მთავარ ამოცანად; ამიტომ აღმონაცენის ფორმირების მექანიზაციის საშუალებათა შექმნა მრავალმხრივ განპირობებულია სათესის მიერ აღმონაცენის (თესლების) განაწილების ხარისხით (მწკრივში სწორხაზობრივი განაწილებით და მცენარის განვითარების სითანაბრით).

აღნიშნულის გათვალისწინებით ოპტიმალურად ითვლება რაც შეიძლება ნაკლები თესლის გამოთესვის გადაწყვეტა, ასევე აღმონაცენის ფორმირებაზე შრომის დანახარჯების შემცირება; მაგრამ არ უნდა გადავაჭარბოთ იმ ზღვარს, როცა აღმონაცენის სიმეჩხრეს და უთანაბრობას მივყავართ მოსავლის შემცირებამდე. იმის გამო, რომ თანამედროვე პირობებში არაა შემუშავებული მეთოდები, ხსენებული ფაქტორების პროგნოზირება და მართვა, ყოველთვის არაა შესაძლებელი მოსალოდნელი მნიშვნელობების წინასწარმეტყველება, ამიტომ თესვა ზედა მნიშვნელობის სიხშირეზე დაკავშირებულია მოსავლიანობის შემცირების რისკთან.

მცენარეთა განაწილების სითანაბრეზე დიდ ზეგავლენას ახდენს თესლების საველე აღმოცენება. მისი დონე განისაზღვრება თესლის ბიოლოგიური ხარისხით, ამინდით, თესლების დაავადების დონითა და ჩათესვის ხარისხით, რომლებიც თავის მხრივ განპირობებულია ნიადაგის

თესვისწინა მომზადებით, თესვის ტექნოლოგიისა და თესლების ჩამთესი სამუშაო ორგანოების კონსტრუქციით [52]. აღნიშნულის გათვალისწინებით საველე აღმოცენება ρ_s შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით:

$$\rho_s = \rho_{\text{ლ}} \cdot K_0 \quad (1.1)$$

სადაც: $\rho_{\text{ლ}}$ არის თესლების ლაბორატორიული აღმოცენების უნარი,

K_0 არის თესლების საველე ფარდობითი აღმოცენება.

სიმინდის თესლებს აქვს ლაბორატორიული აღმოცენების მაღალი დონე. კერძოდ: I კლასი – 96-100%, II – 92-96%, III – 80-92%. მათი აღმოცენების უნარზე შედარებით ნაკლებად მოქმედებს ნიადაგობრივი და ამინდის ფაქტორები, ამიტომ საველე აღმონაცენი მიიღება საკმარისად მაღალ დონეზე. ასევე აღმონაცენზე გავლენას ახდენს არა მარტო თესლის კლასი, არამედ ზღვრული თესვის საადრეო ვადები [18, 53].

სიმინდის თესლების აღმოცენების შედარებით მაღალი დონე განპირობებულია სიმინდის ნათესის ფორმირების თანამედროვე ტექნოლოგიების თავისებურებებით – თესლის ჩათესვა ისეთი რაოდენობის თესლით, რომელიც უზრუნველყოფს აღმონაცენის ოპტიმალურ სიხშირეს, ნათესების ფორმირებაში სპეციალური საშუალებებისა და ტექნოლოგიური ოპერაციების ჩართვის გარეშე; მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ზედაპირული და მწკრივთაშორის დამუშავებისას მცირე რაოდენობის მცენარეთა მოჭრა-დაღუპვა.

მწკრივში მცენარეთა განაწილების ხარისხი განპირობებულია თესვის ოპერაციით და ნათესის ზდაპირული დაფარცხვისას სარეველებან ერთად აღმონაცენის მცირე რაოდენობით დაღუპვით.

სიმინდის და სხვა სათოხნი კულტურების ბუდობრივი და კვადრატულ-ბუდობრივი თესვა გამოიყენებოდა დიდი ხნის უკან, წინა საუკუნის 60-70-იან წლებში. ამჟამად მისი გამოყენება შესაძლებელი გახადა პნევმატიკური სათესების შექმნამ.

არსებობს კიდევ თესვის რამოდენიმე მეთოდი. კერძოდ: ჰიდროთესვა, ზოლებრივი თესვა, თესვა დამცავი საფარის ქვეშ ან ტენიანობაში გასახსნელი ლენტით. ისინი შეზღუდულად გამოიყენება, ამიტომ მათი ღრმა მეცნიერული კვლევა-ძიებები არაა ჩატარებული.

1.2. სათოხნი კულტურების მოვლა-მოყვანის სამანქანო ტექნოლოგიების ანალიზი.

სათოხნი კულტურების მოვლა-მოყვანის მთელ ტექნოლოგიურ ციკლში ყველაზე უფრო ენერგოტევად პროცესს წარმოადგენს ნიადაგის დამუშავება, რაზედაც საშუალოდ იხარჯება საწვავის 50-60%. ნიადაგის პირველმა დამუშავებამ უნდა უზრუნველყოს ხელსაყრელი პირობები მცენარის მთელი ვეგეტაციის პერიოდში, ანუ შექმნას საუკეთესო პირობები ნიადაგში სითბოს, წყლის, ჰაერის, ბიოლოგიური და კვებითი რეჟიმების ოპტიმალურად წარმართვისათვის. აქედან გამომდინარე,

რესპუბლიკის ყველა რეგიონისათვის შეუძლებელია არსებობდეს ნიადაგის დამუშავების ერთიანი სისტემა, მისი წარმოება მოითხოვს დიფერენცირებულ ზონალურ მიდგომას. მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ბუნებრივ-კლიმატური პირობები, რელიეფი, ნიადაგის ტიპი და მექანიკური შემადგენლობა, ნალექების რაოდენობა და მისი განაწილების სითანაბრე აგროვადების მიხედვით. ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა, ტემპერატურული და ქარისმიერი რეჟიმები; ასევე თესლბრუნვაში კულტურების სახეობა და მონაცვლეობა [2].

ბოლო წლებში მსოფლიო პრაქტიკაში მიღებული იქნა ნიადაგის დამუშავების შემდეგი ტექნოლოგიები: ტრადიციული, ინტენსიური, ნიადაგდამცავი, მინიმალური, ნულოვანი, დამულჩვის, ალტერნატიული და დაბაზოების. რესპუბლიკის პირობებშიაც ზონალობის მიხედვით ნიადაგის დამუშავების ოპტიმალური ტექნოლოგია ჩამოთვლილ ტექნოლოგიებში ან მათთან რაციონალურ შეთავსებაში უნდა მოისაზრებოდეს [1, 3].

განვიხილოთ ზემოთ ჩამოთვლილი ნიადაგის დამუშავების ტექნოლოგიების თავისებურებანი:

ტ რ ა დ ი ც ი უ ლ ი ტექნოლოგია ითვალისწინებს ნიადაგის ძირითად დამუშავებას – ხვნას ფრთიანი გუთნით. უპირატესობა ენიჭება ხვნას წინმხვნელიანი გუთნებით. მისი გამოყენება ყველაზე უფრო ეფექტურია იმ რეგიონებში, სადაც ნალექების წლიური რაოდენობა აღემატება 300-400 მმ-ს. ამასთანავე, ხვნა ფრთიანი გუთნით, ეფექტურია ყამირი და ნასვენ მიწების ასათვისებლად, სიდერატებისა და

სარეველების ჩასახნავად. იგი კონკურენტუნარიანია ნიადაგის დამუშავების სხვა სისტემაშიც. აღსანიშნავია, რომ ხვნის დროს ხდება ბელტის გადაბრუნება, ნიადაგის გაფხვიერება და შერევა, რაც ხელს უწყობს წვიმის შედეგად სახნავი ფენის ქვედა ნაწილში ჩატანილი ნაყოფიერი, წვრილი, კოლოიდური ნაწილების ზედაპირზე ამოტანას, ხოლო ზედა, უსტრუქტურო, გამტვერიანებული ფენის მათ ადგილას ჩატანას. ფენების ასეთი ადგილმონაცვლეობით ხდება ნიადაგის ნაყოფიერების-სტრუქტურის აღდგენა-განახლება. ნიადაგის დამუშავების ტრადიციული ტექნოლოგია კონკურენტუნარიანი იქნება კიდევ დიდხანს, ამიტომ ხვნის ტექნოლოგია და გუთნის კონსტრუქცია ითხოვს შემდგომშიც განუხრელად დახვეწას და სრულყოფას. ნაწვერალისა და სარეველას თესლების ღრმად ჩასახვნელად უფრო მოხერხებულია ორ იარუსიანი გუთანი. სახნავი ფენის გამკვრივებული ფსკერის ლიკვიდაციისა და მცენარის ფესვთა სისტემის განსავითარებელი ფენის გასადიდებლად გუთნის კონსტრუქციამ უნდა უზრუნველყოს როგორც მოხვნა, ასევე ნიადაგის დაღრმავება [2].

აღსანიშნავია, რომ ჩვენში მიღებული ნიადაგის “ტოტალური” ხვნა ყველა რეგიონში ვერ უწყობს ხელს ნიადაგის ნაყოფიერების აღდგენას და შენარჩუნებას, შემდგომ გაუმჯობესებას, რადგან სახნავი ფენის ხშირი გადაბრუნება და გაფხვიერება იწვევს მის დეგრადაციას, ჰუმუსის მინერალიზაციას, ხოლო ფერდობის პირობებში გადიდებულ წყლისმიერ ეროზიას [57, 58, 1, 21].

სათოხნი კულტურების მოვლა-მოყვანის ინტენსიური ტექნოლოგია, გარდა ტრადიციულად მოხვნისა, გულისხმობს ნიადაგის თესვისწინა სპეციალურ დამუშავებას ისე, რომ ზედაპირი იყოს წვრილ კომპოვანი და კარგად მოსწორებული. აღნიშნული ტექნოლოგიით ნიადაგის დამუშავება აუმჯობესებს ჰერბიციდების, პესტიციდების და კულტურების თესლის თანაბარ განაწილებას. ამასთანავე, მზის სხივური ენერჯისა და რადიაციის შთანთქმის სითანაბრეს. ნიადაგის თესვისწინა მომზადება ხორციელდება ძირითადად ზედაპირული დამუშავების მანქანათა სისტემით. ამასთან, მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში საჭირო ხდება სასუქებით გამოკვება, რისთვისაც საჭიროა ისეთი სამუშაო ორგანოები, რომლებიც იმუშავებენ სხვადასხვა აგროტექნიკურ პერიოდში. აღნიშნულ მოთხოვნილებას უფრო აკმაყოფილებენ აქტიურ მუშა ორგანოებიანი ნიადაგდამამუშავებელი მანქანები [59].

ნიადაგის დამუშავების ინტენსიური ტექნოლოგია ტრადიციული ტექნოლოგიის ნაკლოვან მხარეებს კიდევ უფრო აღრმავებს, განსაკუთრებით იტკეპნება სახნავი ქვედა ფენა და ფსკერი. დადგენილია, რომ მინდორზე სატრანსპორტო ტვირთბრუნვის გაზრდის ჩართვით მთელი წლის განმავლობაში მინდვრის 50-80% იტკეპნება ტექნიკის სავალი ნაწილის ნაკვალევით. ნიადაგის დატკეპნის სიღრმე აღწევს ერთ მეტრამდე, რაც იწვევს ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების გაუარესებას და მცენარის ფესვთა სისტემის დაავადებას [75]. აღნიშნულის გამო მიმდინარეობს ნიადაგდამცავი ისეთი ტექნოლოგიებისა და ტექნიკური საშუალებების კვლევა-ძიება, რომლებიც უზრუნველყოფენ არა

მარტო ქარისმიერი და წყლისმიერი ეროზიების შემცირებას, არამედ ნიადაგის ეფექტურ გამოყენებას და დარღვეული ეკოლოგიური წონასწორობის აღდგენას [57, 58, 21].

ნიადაგის დამცავ ტექნოლოგიაში დიდი ყურადღება ექცევა დატკეპნილი ფენისა და ფსკერის პერიოდულ გაფხვიერებას. ნიადაგის დაცვა გამოქარვისა და გამორეცხვისაგან ხდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის ნიადაგის ზოლებრივი დამუშავებით. ნიადაგის ღრმა გაფხვიერებისათვის იყენებენ სპეციალურ სამელიორაციო ღრმად გამაფხვიერებლებს [2].

ნიადაგის მ ი ნ ი მ ა ლ უ რ ი დამუშავების ტექნოლოგია ფაქტიურად არის ნიადაგდამცავი ტექნოლოგიის ერთ-ერთი კერძო სახე. ნიადაგის მინიმალური დამუშავება გულისხმობს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგიური ოპერაციების კომპლექსს, რომელიც უზრუნველყოფს ენერგეტიკული, შრომითი და მატერიალური დანახარჯების კლებას და ნიადაგის ნაყოფიერებასა და ფიზიკურ თვისებებზე უარყოფითი ზემოქმედების შემცირებას.

ნიადაგის მინიმალური დამუშავების ტექნოლოგია ითვალისწინებს ძირითადი დამუშავების შეცვლას მცირე სიღრმეზე ნიადაგის დამუშავებით; ძირითადი, თესვისწინა, რიგთაშორსების დამუშავების რიცხვის შემცირებას, რაც შერწყმული უნდა იყოს სარეველა მცენარეების წინააღმდეგ ბრძოლის ქიმიურ მეთოდებთან. აღნიშნული ტექნოლოგიით ერთდება რამოდენიმე ტექნოლოგიური პროცესი ერთ სამუშაო ოპერაციაში კომბინირებული მანქანებისა და აგრეგატების გამოყენებით.

მინდვრის მხოლოდ იმ მწკრივების დამუშავება, სადაც თესვა ხორციელდება რიგთაშორისების დამუშავების გარეშე [32].

როგორც არსებული ტექნოლოგიების ანალიზი გვიჩვენებს, მინიმალური დამუშავების ტექნოლოგიაში დიდი ადგილი უჭირავს სასუქების გამოყენებას და კულტურების მოსავლის 20-60% მათზე მოდის, ხოლო 10-30% ნიადაგის დამუშავებაზე. იგი ხელს უწყობს ნიადაგის დანაგვიანების ზრდას როგორც შხამ-ქიმიკატებით, ისე მრავალწლიანი სარეველებით. ზედაპირის ხშირად დამუშავებას თან ახლავს ხნულის ქვედა ფენის გამკვრივება და მისი წყლისა და ჰაერგამტარობის თვისებების შემცირება, რისთვისაც საჭიროა ნიადაგის ბრტყლადმჭრელებითა და დისკოებიანი მუშაოროგანობით დამუშავების ხვნასთან შეხამება.

ნიადაგის მინიმალური დამუშავების ტექნოლოგიის დანერგვა საჭიროებს დამატებითი მეცნიერული კვლევა-ძიების ჩატარებას. შესწავლას საჭიროებს რამოდენიმე ტექნოლოგიური პროცესის შეთავსების გავლენა კომბინირებული აგრეგატების მუშაოროგანობის პარამეტრებზე, რის საფუძველზეც უნდა დამუშავდეს ოპტიმალური პარამეტრების გაანგარიშების მეცნიერულად დასაბუთებული მეთოდიკა.

ნიადაგის მინიმალური დამუშავების ერთ-ერთ ნაირსახეობას წარმოადგენს ნიადაგის დ ა მ უ ლ ჩ ვ ი თ დამუშავების ტექნოლოგია [76]. იგი ითვალისწინებს ნაწვერალის და სხვა მცენარეული ნარჩენების გამოყენებას ტენის დაგროვებისა და შენახვისათვის, ხოლო კოკისპირული წვიმის დროს ნიადაგის დაცვას ჩამორეცხვისა და ზედმეტად

დატენიანებისაგან. იგი ამცირებს ნიადაგის გაყინვის სიღრმეს ზამთრობით და იცავს გადახურებისაგან ზაფხულის კაპანაქება სიცხეების პერიოდში. იგი ხელს უწყობს ნიადაგის მკვრივი წვრილ კომპოზიციის სტრუქტურის წარმოქმნასა და იცავს მას დამსხვრევისაგან. ყოველივე აღნიშნული ზრდის სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობას. აღსანიშნავია ამ მიმართულებით აგრონომიული მეცნიერების მიერ ჩატარებული საკმაოდ მოცულობის კვლევითი სამუშაოები, მაგრამ დამულჩვის ტექნოლოგიამ საქართველოში ვერ მიაღწია ფართო გავრცელებას და დანერგვას სათანადო ტექნიკური საშუალებების უქონლობის გამო [3].

ნიადაგის დამუშავების ნ უ ლ ო ვ ა ნ ი ტექნოლოგიის დროს ხდება მხოლოდ ნათესების 25%-ის დამუშავება, სარეველებთან ბრძოლა ხორციელდება ქიმიური მეთოდების გამოყენებით. აღსანიშნავია, რომ ჰერბიციდების დიდი დოზების გამოყენება იწვევს ნიადაგის დანაგვიანებას და ზოგიერთი სარეველა ადაპტურად ეგუება ჰერბიციდების გამოყენებას.

სასუქების, ჰერბიციდების, პესტიციდებისა და სხვა ქიმიური საშუალებების ფასების ზრდის, აგრეთვე ბიომეურნეობების პირობებში ყურადღებას იქცევს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის უჰერბიციდო ტექნოლოგია. იგი საშუალებას იძლევა წარმოებული იქნას ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტები. ასევე, არა მარტო გამორიცხავს სასუქებისა და პესტიციდების გამოყენებას, არამედ გულისხმობს მცენარისათვის ზრდა-განვითარების ისეთი პირობების შექმნას, როცა საჭირო არ იქნება მათი გამოყენება. ტრადიციულ მიწათმოქმედებაში

ენერჯის მთლიანი დანახარჯების 25,5% მოდის სასუქებისა და პესტიციდების წარმოებაზე. უპერბიციდო ტექნოლოგიაში ხსენებული დანახარჯები გამორიცხულია, მაგრამ სათანადოდ იწვევს მოსავლიანობის შემცირებას 9-36%-დე, ხოლო შრომის დანახარჯები იზრდება 25-35%-ით. ეს უარყოფითი მოვლენები დაძლეული უნდა იქნეს ორგანული სასუქების გამოყენების გადიდებით და პარკოსანი კულტურების წარმოების გაფართოებით 30-40%-ით, თუ სათესი ფართობების აღნიშნული პროპორციით შეცვლა შესაძლებელია. ასეთ ტექნოლოგიაში დიდი როლი ენიჭება სარეველა მცენარეების წინააღმდეგ ბრძოლის მექანიკურ მეთოდებს, რომელიც ხორციელდება მოსავლის აღებისთანავე-მიყოლებით.

საქართველოს პირობებში ზოგიერთი სათოხნი კულტურის მოვლა-მოყვანა (კარტოფილი, სიმინდი, პარკოსნები და ბოსტნეული კულტურები) ნაწილობრივ უკვე ხდება ბაზოებსა და კვლებზე, ანუ დაბაზოებისა და დაკვალვის ტექნოლოგიით. ეს ტექნოლოგია ეფექტურია და მოხერხებულიც, როგორც დანესტიანებული, ისე სარწყავი მიწათმოქმედების ზონებისათვის [4, 56].

საყოველთაოდ ცნობილია, რომ ნიადაგის ნაყოფიერება მხოლოდ ბუნების საჩუქარი არაა მიწათმოქმედისადმი, არამედ იგი უნდა იყოს განუხრელი კვლავწარმოების საშუალება. ეს კი იმას განაპირობებს, რომ მისი დამუშავების ნებისმიერი ტექნოლოგია-ტექნიკური საშუალება, რაც არ უნდა მეტი ენერგო-რესურსდამზოგი და მოსავლის ამამალლებელი იყოს, იგი არ ჩაითვლება წარმატებულად, თუ უზრუნველყოფილი არ

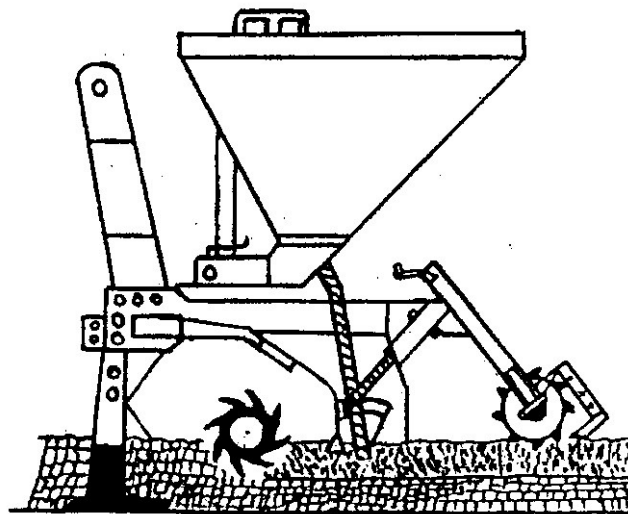
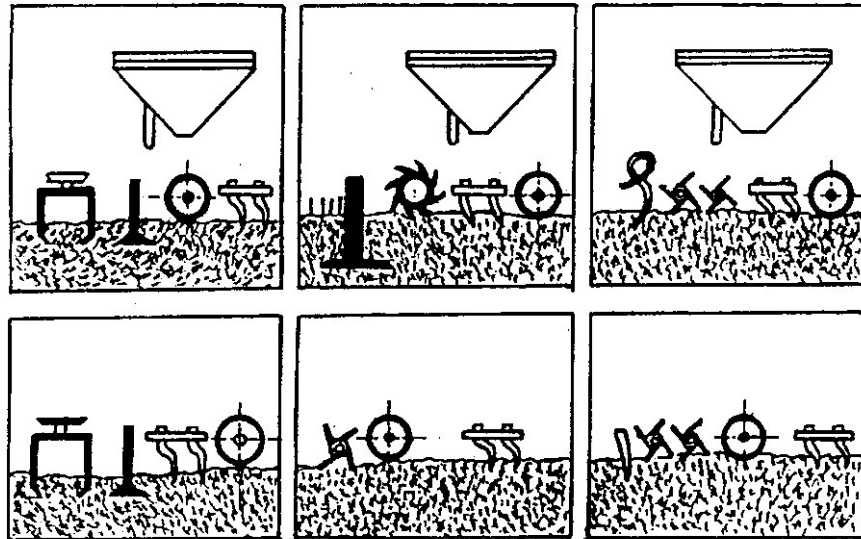
იქნება ნიადაგის ნაყოფიერების გაფართოებული კვლავწარმოება. ეს დებულება ეხება არა მარტო ნიადაგს, არამედ სხვა სასოფლო-სამეურნეო საწარმოო გარემოს. ამიტომ მექანიზაციის საშუალებათა განვითარებისა და სრულყოფის პრიორიტეტულ მიმართულებად უნდა ფიგურირებდეს მოთხოვნა აგროფონის გაფართოებული კვლავწარმოების შესახებ [33, 1, 58].

ნიადაგის დამუშავებისა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის პრაქტიკაში მიღებული სამანქანო ტექნოლოგიები საშუალებას იძლევა მოსავლიანობა გაიზარდოს 30-60%-ით, რასაც აღწევენ მექანიზირებული სამუშაოების ინტენსიფიკაციით, მაგრამ მასთან დართულია ნიადაგის გამტვერიანება და გამკვრივება, რაც უცილობლად ამცირებს ეფექტურობას 10-20%-ით; აღნიშნული პრობლემის ოპტიმალური გადაწყვეტის კვლევა-ძიება უნდა მოხდეს ინტენსიური ნიადაგდამცავი თითქოსდა შეუთავსებელი ტექნოლოგიების დადებითი თვისებების ურთიერთშეთავსებით. მისი განხორციელება შეიძლება რამდენიმე ტექნოლოგიური პროცესის მანქანის ერთი გავლით შერულებადი მუშა ორგანოებით (ნახ. 1.1), (როცა აგროტექნიკის ასეთი შეერთება დასაშვებია) და ფართო მოდების განის მქონე აგრეგატების გამოყენებით, როცა აგრეგატის სავალი თვლები გადაადგილდება ერთი და იგივე ტექნოლოგიურ ნაკვალევზე [3]. უნდა ავლნიშოთ აქვე, რომ მცირეკონტურიან ნაკვეთებზე ბოლო იდეა ძნელად განხორციელებადია და არა ეკონომიური [3].

ყველა ტექნოლოგიური პროცესის ინტენსიფიკაციის დონე უნდა დასაბუთებული იქნას რომელიმე კრიტერიუმის მიხედვით. ერთ-ერთ კრიტერიუმს მიეკუთვნება ბიოენერგეტიკული ეფექტიანობის მაჩვენებელი, იგი არის თანაფარდობა:

$$e = \frac{E_1}{E_2} \quad (1.2)$$

სადაც E_1 არის დროის ერთეულში სისტემიდან მიღებული ენერჯის რაოდენობა; ხოლო E_2 სისტემის მიმართულებით წასული ენერჯის რაოდენობა [3].



ნახ. 1.1. რამდენიმე ტექნოლოგიური პროცესის შეერთების შესაძლებელი ვარიანტი.

აღნიშნული მახასიათებელი სრულად ასახავს ინტენსიური ტექნოლოგიისა და შესაბამისი ტექნიკური საშუალების კონსტრუქციულ სრულყოფას. ამ კოეფიციენტის მრიცხველი ფაქტიურად არის მცენარის მიერ ფოტოსინთეზით დაგროვილი მზის ენერგია, ხოლო მნიშვნელი –

მცენარის მოვლა-მოყვანასა და აღებაზე დახარჯული ენერგია. თეორიულად მიღებულია, რომ ინტენსიფიკაციის ოპტიმალური დონე $e=6$ [1].

1.3. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანების მუშაობის პროცესის ანალიზი.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოებაში ენერგოდამზოვი, ინტენსიური და ინდუსტრიური ტექნოლოგიების დანერგვის გათვალისწინებით, სათესი მანქანების კონსტრუქციები უნდა გაუმჯობესდეს მათი გამომთესი, ჩამთესი და მიწის მიმყრელი ორგანოების ჯგუფის მუშაობის სრულყოფის გზით.

შემდგომი განვითარება უნდა ჰპოვოს კომბინირებულმა მანქანებმა, სადაც ერთი გავლით უნდა მოხდეს შესასრულებელ ოპერაციათა შეთავსება (ნიადაგის თესვისწინა დამუშავება, თესვა, სასუქებისა და პესტიციდების შეტანა) და ახალი თესვის ტექნოლოგიების მექანიზირებულად შესასრულებელი სამუშაო ორგანოებისა და მანქანების შექმნა (წყალში ხსნადი აფსკური ფირით, თესვა ბაზოებზე, კვლებში და სხვა). ასევე, პროცესების ავტომატური კონტროლი და მართვა, სამუშაო ორგანოების დისტანციური მართვა და სხვა [3].

კომბინირებული სიმინდის სათესი სკნკ-6(8) დანიშნულია კვადრატულ-ბუდობრივი და პუნქტირული თესვისათვის სიმინდის ან სხვა სათოხნი კულტურის დაყალიბებული თესლების დასათესად ერთდროულად მინერალური სასუქის შეტანით და თესლსა და სასუქის

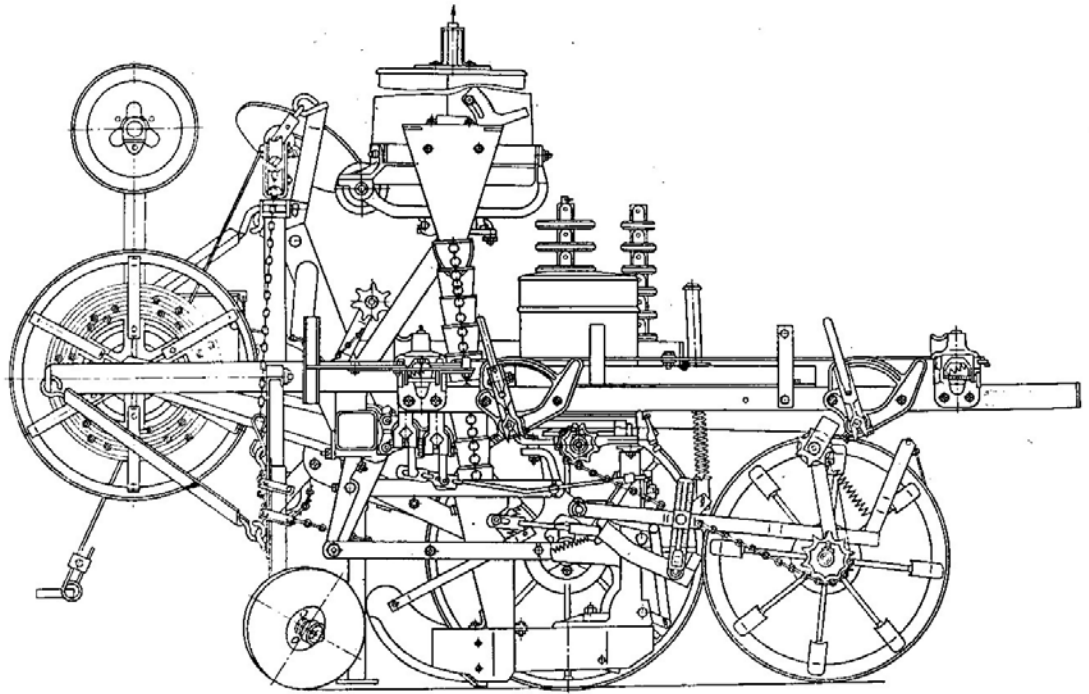
დოზას შორის ნიადაგის ფენის შექმნით (0,01 მ სისქით). აგრეგატორდება „ბელარუსის“ ყველა მოდიფიკაციაზე. ჩათესილი თესლების რაოდენობა რეგულირდება 26 500-89 700 ც/ჰა ზღვრებში. პუნქტირის ბიჯი 0,16-0,54 მ.

აღნიშნული სათესის თავისებურებაა გამომთესი აპარატების აძვრა სექციის საგორავი თვლიდან, რაც ხელს უწყობს ნიადაგთან კარგ კოპირებას. სპეციალურ მოწყობილობათა გამოყენებით შეიძლება დაითესოს მზესუმზირა, სიმინდის მსხვილი თესლები, პარკოსნები, სიმინდ-სოიას ნარევი, აბუსალათინი და სხვა. იგი აღჭურვილია დაყალიბებული თესლის ფრაქციისათვის საცვლელი გამომთესი დისკოებით, თითოეულზე 24 უჯრედით, უჯრედის სიგრძე 0,010-0,014 მ, სიღრმე 0,046-0,095 მ, უჯრედში ერთი ცალი თესლის მოთავსების უზრუნველყოფით (ნახ. 1.2) [38].

როგორც საზღვარგარეთ, ისე სამამულო წარმოებაშიც, დიდი სახესხვაობრივი განახლებითა და კონსტრუქციის სრულყოფით, მექანიკური გამომთესი აპარატებით აღჭურვილი სათესები შეცვალა პნევმატიკურმა სათესმა მანქანებმა. უკანასკნელ წლებში კვლევა წარიმართა ვაკუუმის ნაცვლად ჭარბი წნევის გამოყენებით [38, 71].

ზუსტი გამოთესვის სათესი „მონოცენტრი“ (გფრ) დანიშნულია ჭარხალთან ერთად სიმინდის, ლობიოს, პარკოსნებისა, ბარდის და სხვა ბოსტნეული სათოხნი კულტურების დასათესად. მწკრივთაშორისები რეგულირდება 0,42-0,90 მ ზღვრებში [38].

ზუსტი გამოთესვის სათესი „პალმ აგრომატიკ“ (შვეცია) დანიშნულია დაყალიბებული ჭარხლის თესლების დასათესად სათანადო ბიჯით და



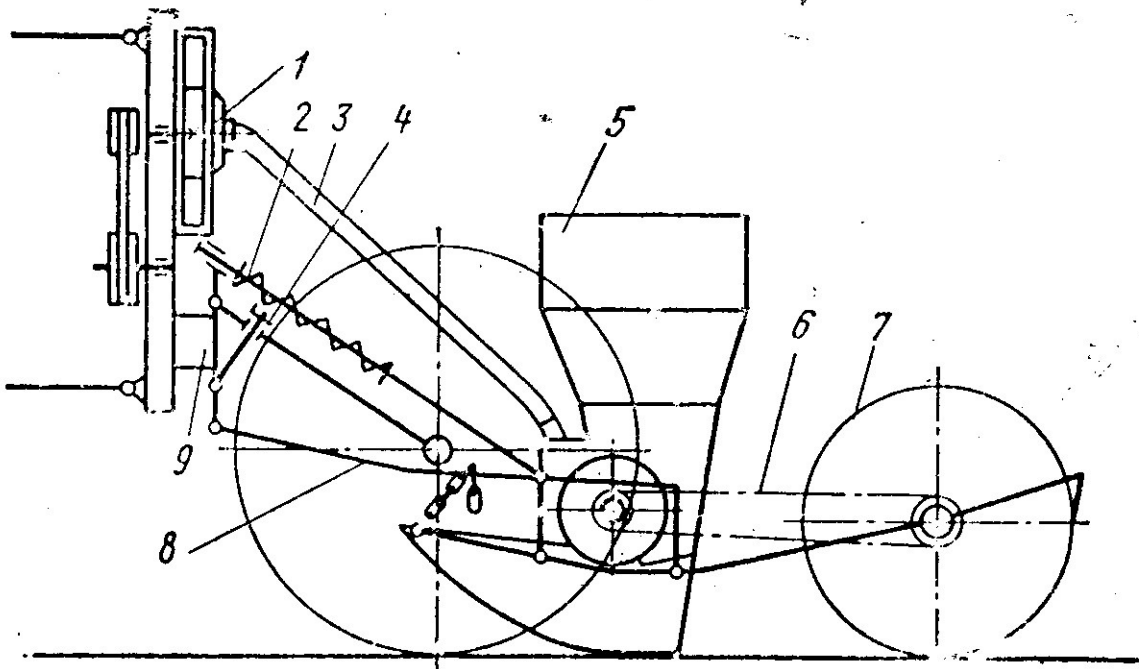
ნახ. 1.2. სკნკ-6 სიმინდის სათესის სქემა.

დათესილი ზოლის ჰერბიციდით შესხურებით. სიმინდისა და სხვა კულტურების დასათესად აღჭურვილია შესაბამისი უჯრედებიანი დისკოებით.

ფირმა „ვეკკერ“ (გფრ) უშვებს „აერომატ“ მარკის სათესს სიმინდის, ლობიოს, ბარდის და სხვათა დასათესად; გამომთესი აპარატი მუშაობს ჭარბი წნევის გამოყენებით

საკიდ სათესს „სპჩ-6“ (იხ. ნახ. 1.3.) უშვებს ქარხანა “სემანტორია” (რუმინეთი), რომელიც დანიშნულია სათოხნი კულტურების

გამოთესვისათვის. მისი გამოყენება შესაძლებელია 4-6 მწკრივი თესვის ვარიანტში 0,50-1,00 მ. მწკრივთაშორისებით პუნქტირული თესვისათვის. სათესი აღჭურვილია სპეციალური მოწყობილობებით თესვასთან კომბინაციაში ჰერბიციდებისა და ინსექტიციდების შესატანად [60].



ნახ. 13. სპმ-6 სათესის სქემა.

1. ვაკუუმ-აპარატი; 2. შტანგა ზამზარით; 3. ვაკუუმის მილი; 4. ჩამთესის სვლის სიღრმის რეგულირების მექანიზმი; 5. გამომთესი აპარატი; 6. ჯაჭვური ამბრავი; 7. მიმტკეპნი თვალი; 8. საკიდი მექანიზმი; 9. ჩარჩო.

მუშაობის პროცესში ტრაქტორის ძალამრთმევი ლილვითა და ღვედური გადაცემით ამუშავდება ვაკუუმ-აპარატი, რომელიც ვაკუუმ-

საკანში იძლევა გაუხშობას. სათესლე ყუთში ჩაყრილი თესლი გადაადგილდება თესლის საკანში და შეავსებს სივრცეს საჭირო დონემდე, საიდანაც მიეწება გამომთესი დისკოს ხვრეტილებზე. დისკოს ბრუნვის შედეგად თესლები გამოიტანება სათესლე კამერიდან. ზედმეტ თესლს მოაცილებს წამკვეთი მოწყობილობა და როცა გაუტოლდება კვლის გახსნის ზონას, ვაკუუმი მოიხსნება და თესლი სიმძიმის გავლენით ჩავარდება გახსნილ კვალში [60].

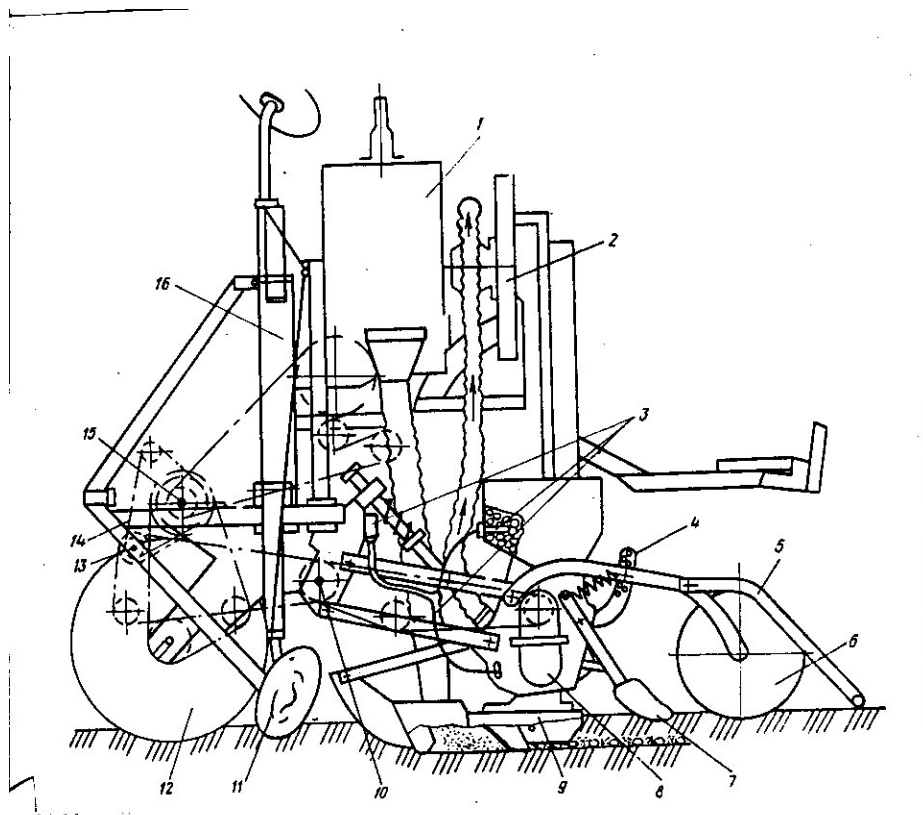
უკანასკნელ წლებში საზღვარგარეთ მუშავდება ვაკუუმის ნაცვლად ჭარბი წნევის გამოყენება. ასევე მექანიკური გამომთესი აპარატების ახალი სრულყოფილი კონსტრუქციები ზუსტი გამოთესვისათვის (სათესებში “უნისემ” და “უნიკორნ”).

სამამულო წარმოების უნივერსალური პნევმატიკური სათესი (სუბნ-ტიპის) დანიშნულია სიმინდის, მზესუმზირას და სხვა სათოხნი კულტურების პუნქტირული თესვისათვის ერთდროულად მინერალური სასუქების შეტანით. აგრეგატირდება 14 კნ კლასის ტრაქტორებზე (ნახ. 1.4.).

ვაკუუმის მეშვეობით სათესლე საკანიდან თესლები წარიტაცება ხვრეტილებიანი მბრუნავი დისკოს მიერ და როცა გაუსწორდება გახსნილი კვალის სივრცეს, ვარდება მის ფსკერზე. იქვე მიეწოდება დოზირებული მინერალური სასუქი 0,01 მ-ის სიღრმით ანუ მიყრილი ნიადაგით, ე.ი. სასუქი და თესლი გაყოფილია. მიმტკეპნი თვალი ტკეპნის ნიადაგს ჩათესვის სიღრმეზე, ფარცხები კი ზედაპირულად აფხვიერებენ ტენის მისაღებად და შესანარჩუნებლად [68].

თესვის შეფერხების შემთხვევაში (ვაკუუმის ვარდნა, დისკოს ბრუნვის შეწყვეტა, ჩამთესის ნიადაგით გამოჭედვა და სხვ.) ჩაირთვება ელქტროსიგნალი და კაბინაში აინთება შეფერხებული ჩამთესის ნომერი.

გამომთესი აპარატების ამვრა ხორციელდება სათესის საყრდენი თვლებიდან ჯაჭვურ-ვარსვლავური რედუქტორით, რომელიც უზრუნველყოფს 45 გადაცემათა რიცხვს (0,209...1,206). თესლების რაოდენობა რეგულირდება 25 000-150 000 ც/ჰა ზღვრებში, ხოლო მინერალური სასუქი 50-250 კგ/ჰა.



ნახ. 1.4. სუპნ-6 პნევმატიკური სათესი.

1. სასუქგამომთესი აპარატი; 2. ვაკუუმ-აპატარი; 3. სათესის მუშაობის მაკონტროლებელი სისტემა; 4. კულისა; 5. შლეიფი; 6. მიმტკეპნი; 7. მიწის მიმყრელი; 8. პნევმატიკური გამომთესი აპარატი; 9. ჩამთესი; 10. კონტრამძრავი ლილვი; 11. მარკერი; 12. სათესის თვალი; 13 და 15. რედუქტორის შემსვლელი და გამომსვლელი ლილვები.; 14. რედუქტორი; 16. ავტომისაბმელის საკეტი.

1.4. აგროტექნიკური მოთხოვნები სათესი მანქანის პარამეტრებზე

თესვის მექანიზირებულმა საშუალებებმა უნდა უზრუნველყონ აუცილებელი სამუშაო პროცესების რეალიზაციის შესაძლებლობა დამოკიდებულებაში პროგნოზირებად და რეალურად წარმოშობილ მეტეოკლიმატურ და ბუნებრივ-საწარმოო პირობებში. გათვალისწინებულ იქნას მექანიზირებული ოპერაციების მაღალეფექტური შესრულება სასუქების შეტანის, პესტიციდებისა და ჰერბიციდების გამოყენებისას [53].

სათოხნი კულტურების ზუსტი გამოთესვის სათესების კონსტრუქციები უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ ძირითად მოთხოვნებს:

- გამოთესოს ისეთი რაოდენობის თესლი (მწკრივში 1 მ-ის სიგრძეზე) ან თესვის ნორმა N_e , რომ ითვალისწინებდეს თესლების საველე აღმოცენებას;

- მიღებული იქნას მოსავლის აღების პროცესისათვის მცენარეთა ოპტიმალური სიხშირე.

მწკრივში თესლების განაწილების სითანაბრე ხასიათდება საშუალო კვადრატული გადახრით თესლებს შორის n_0 ინტერვალით და V_0 ვარიაციის კოეფიციენტით და უნდა აკმაყოფილებდეს აგროტექნიკურ მოთხოვნებს;

– ნიადაგში თესლის ჩათესვის ხარისხი, რამაც უნდა უზრუნველყოს თესლების მაქსიმალური საველე აღმოცენება;

– მაღალი მწარმოებლობა, რომელმაც უნდა დააკმაყოფილოს ზონისათვის თესვის აგროვადებში ჩატარება.

თესლის გამოთესვის ნორმის დიაპაზონის შერჩევის პირობები განისაზღვრება ფორმულით [52]:

$$N = N_{\text{ოპტ}} / [K_0 P_{\text{ლ}} (1 - q_1)(1 - q_2)] \quad (1.3)$$

სადაც, $N_{\text{ოპტ}}$ არის მცენარეთა ოპტიმალური სიხშირე, ცალი/მ;

K_0 - არის ფარდობითი საველე აღმონაცენობა;

$P_{\text{ლ}}$ - არის ლაბორატორიული აღმონაცენობა;

q_1 და q_2 - შესაბამისად აღმონაცენის გამოხშირვა, რომელიც და – კავშირებულია მწკრივთაშორის დამუშავების დროს კულ - ტურული მცენარეების მოჭრასთან.

გარდა ნიადაგის სიღრმეზე თესლების განაწილების სითანაბრისა (M_h , σ_h) ჩათესვის პარამეტრებს მიეკუთვნება ნიადაგის სტრუქტურა, სიმკვრივე და ტენიანობა [62]. კომპოვანი ფენისათვის ოპტიმალურად მიღებულია შემდეგი მნიშვნელობები: ტენიანობა 28-35%, სიმკვრივე 1,1-1,2 გრ/სმ³, ნიადაგიდს სტრუქტურული ელემენტების ზომები არაუმეტეს 0,02მ; ჩათესილი თესლის ფენისათვის ტენიანობა 25-35%, სიმკვრივე 1,1-1,2 გრ/სმ³,

სტრუქტურული შემაღენლების ზომები არაუმეტეს 0,03 მ; გასაღივებელი ფენისათვის ტენიანობა 5-15%; სიმკვრივე 0,8-1,0 გ/სმ²; სტრუქტურული შემაღენლების ზომები 0,01-0,08 მ [72].

სათესების ეფექტურობის აუცილებელ ტექნოლოგიურ კრიტერიუმად ითვლება აღმონაცენის სითანაბრე. გამოკვლევებით [34, 35, 36]. დადგენილია, რომ მცენარეთა შორის ინტერვალის საშუალო სიდიდეზე არსებით გავლენას ახდენს თესლებს შორის ინტერვალი L, გაცდენათა საერთო რაოდენობა a_n, რაც გამოიწვია თესლით შეუვსებელმა გამომთესმა აპარატმა და მწკრივის გასწვრივ ვერ ჩავარდნილმა თესლებმა.

n_L დისპერსიის სიდიდეზე თესლებს შორის მოცემული ინტერვალის ზემოქმედების მნიშვნელობა შეადგენს 33%-ს, გაცდენათა საერთო რაოდენობა-40%, გამოთესვის საანგარიშო წერტილიდან თესლის და შემდგომში აღმონაცენების გადახრა აღმოცენებულ ზედაპირზე – 9%, პირველი ორი ფაქტორის ურთიერთმოქმედების ეფექტი – 18%.

მცენარეთა შორის საშუალო მნიშვნელობათა ინტერვალის დამოკიდებულება და მათი დისპერსიები ნაჩვენებია ფაქტორებისაგან გამოსახება განტოლებებით:

$$MMML = -1,85 + 0,75L - 7,5a_n + 2,3La_n; \quad (1.4)$$

$$n_L^2 = 357,1 - 40,5L - 98,6a_n + 5,06L^2 + 21,2La_n; \quad (1.5)$$

$$0,6 \text{ მ} \leq L \leq 0,12 \text{ მ}; \quad 0,25 \leq a_n \leq 1,75; \quad 0,0017 \text{ მ} \leq n_L \leq 0,058 \text{ მ}.$$

ნიადაგის თანაბრად მომზადების ხარისხი საშუალებას იძლევა გაიზარდოს მოსავლიანობა საშუალოდ 30-40 ც/ჰა, როცა ძირნაყოფების

მაქსიმალური მასა $A_{\text{მაქსL}} = 500$ გ, 40-50 ც/ჰა, როცა $A_{\text{მაქსL}} = 750$ გ-ს და 60-70 ც/ჰა, როცა $A_{\text{მაქსL}} = 1000$ გ-ს.

ახალი ტიპის სათესების შექმნისას, თესლების ფარდობითი განაწილების სიზუსტის შეფასებისას გამოყენებული უნდა იქნეს K მაჩვენებელი, რომელიც სხვადასხვა ტიპის ჩამთესი სამუშაო ორგანოების სიზუსტის დონეს ახასიათებს; კერძოდ, ერთ-ერთ მთავარ ტექნოლოგიურ მოთხოვნილებას – მწკრივში თესლების განაწილების სითანაბრეს:

$$K = S_8 / \sigma_0 \quad (1.6)$$

სადაც, S_8 არის თესლების გამოთესვის საანგარიშო ინტერვალი,

σ_0 არის თესლების ჯამური განზნევის მაჩვენებელი, რომელიც ახასიათებს ჯამურ საშუალო კვადრატულ გადახრას თესლების ფაქტიური მდებარეობით ნიადაგში – მოცემულთან შედარებით.

ზოგადად, თესლების ჯამური განზნევის მაჩვენებელი გამოისახება შემდეგნაირად:

$$\sigma_0 = \sqrt{\sigma_{0,\text{II}}^2 + \sigma_{0,y}^2 + 2r\sigma_{0,\text{II}}\sigma_{0,y}} \quad (1.7)$$

სადაც, $\sigma_{0,\text{II}}^2$ არის თესლების განზნევის მახასიათებელი ნიადაგთან

პირველი შეჯახებისას;

$\sigma_{0,y}^2$ არის დისპერსია, რომელიც ახასიათებს თესლების განზნევას

მისი ნიადაგში ვარდნის დროს;

r არის თესლის განზნევის შესაბამისი შემთხვევითი სიდიდეების კორელაციის კოეფიციენტი.

ექსპერიმენტულმა კვლევებმა ცხადყო, რომ საბჭოთა და უცხოური წარმოების სათესები უზრუნველყოფენ სიზუსტის განსაზღვრულ დონეს.

10-15 ც/მ თესლის გამოთესვის ნორმისას სათესის 1,0-2,5 მ/წმ სამუშაო სიჩქარისას გამომთესი აპარატის უჯრედების გარე შევსების შემთხვევაში სიზუსტის მაჩვენებელმა მიაღწია 2,8-1,4, ხოლო შიდა შევსებისას – 3,8 – 1,4.

თესლების განაწილების სიზუსტისათვის, სათესებისადმი ოპტიმალურ მოთხოვნად თანამედროვე პირობებში საველე აღმონაცენის დონის სიდიდედ ითვლება პირობები, როცა $K \geq 4$, თესლების საველე აღმონაცენის 70%-ისას, $5 \leq K \leq 6$.

სათესების კონსტრუქციის სრულყოფას და ტექნოლოგიის გაუმჯობესებასთან ერთად ზუსტდება აგროტექნიკური მოთხოვნებიც [22, 24].

1.5. არსებული სათესი მანქანების ძირითადი ტექნოლოგიური და ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლები და მათი სრულყოფის მიმართულებანი.

სათესი მანქანების ძირითად მახასიათებლებს მიეკუთვნება პირველ რიგში ხარისხის მაჩვენებლები – თესლების განაწილება მწკრივში ად და სიღრმეზე. თესლის თესვისა და აღმოცენების ხარისხის ინტეგრირებულ მახასიათებლებად ითვლება მცენარეების განაწილება მწკრივში.

გამოკვლევებმა ცხადყო, რომ სიმინდისა და სხვა სათოხნი კულტურების არსებულმა სათესებმა დააკმაყოფილეს აგროტექნიკური მოთხოვნები თესვის დაბალ სიჩქარეებზე. მაგალითად, სიმინდის სათესებმა, რომლებმაც თესლი უნდა მოათავსონ 95% 0,01 მ სისქის

ფენაში, მიუხედავად დადგენილი აგროტექნიკური ჩათესვის სიღრმისა, არ აღემატება თესლების 70%-ს.

სიმინდის სათესები, უფრო მეტად ვერ აკმაყოფილებენ თესლების მწკრივში განაწილების აგრომომთხოვნებს. მოცემულ ინტერვალში განლაგებული თესლების რაოდენობა აღწევს 16-29%-ს (აგრომომთხოვნის 90%) საბჭოთა წარმოების გამოშვებულ სათესებზე; 27-77% კი – უცხოური წარმოების სათესებზე [52].

აგრომომთხოვნები ირღვევა 2,5-3,0 მ/წმ გადიდებულ სიჩქარეებზე მუშაობისას. ამიტომ ზუსტი გამოთესვის გამომთესი აპარატები მოითხოვენ მუდმივ სრულყოფას.

ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების მიხედვით სათონი კულტურების არსებული სათესი მანქანები ვერ პასუხობენ სრულად აგროტექნიკურ მოთხოვნებს. ამის მიზეზია გამომთესი აპარატებისა და თესლების ნიადაგში ჩამთესი ორგანოების არასრულყოფილება, რომლებიც ვერ უზრუნველყოფენ ხარისხიან გამოთესვას და ჩათესვას ნიადაგში 1,5 მ/წმ სამუშაო სიჩქარეზე ზევით. არასაკმარისია სათესლე და სასუქის ყუთების მოცულობა, რაც საჭიროებს მათ ხშირ შევსებას, ეს კი ამცირებს ტექნოლოგიური მომსახურებისა და დროის გამოყენების კოეფიციენტებს და სათესის მუშაობის ტექნიკურ საიმედოობას [59].

ასევე აღსანიშნავია, რომ გამომთესი აპარატები არ არის უნივერსალური, რაც ამცირებს მათი დატვირთვის ხარისხს. ასევე დიდია სათესების ლითონტევადობა, ნაკლებად გამოიყენება პლასტმასის დეტალები.

სათესი მანქანების მუშაობის სრულყოფის მიზნით უნდა დაიძლიოს ზემოთ აღნიშნული შეუსაბამობა აგროტექნიკურ მოთხოვნებთან, ასევე თანამედროვე ტექნოლოგიების მოთხოვნების დაკმაყოფილება; კერძოდ: მწარმოებლობის გაზრდა უნდა განხორციელდეს სამუშაო მოდების განის შესაძლო გაზრდით და არა საწარმოო დანახარჯების შემცირებით, სათესების ტექნოლოგიური მომსახურების სრულყოფით (თესლის და სასუქის მექანიზირებული ჩაყრა, სათესის სამუშაო და სატრანსპორტო მდგომარეობაში მართვა ტრაქტორისტის მიერ, ყოველდღიური ტექნიკური მომსახურების დროის შემცირება. სათესების უნივერსალიზაციამ უნდა უზრუნველყოს ერთი კულტურის თესვიდან მეორეზე გადაწყობა სირთულეების გარეშე) [63].

1.6. თესლების აგროფიზიკური, ფიზიკურ-მექანიკური და ტექნოლოგიური თვისებები და მახასიათებლები.

თესლების ძირითადი აგროფიზიკური და ტექნოლოგიური მახასიათებლებით იმ ჯიშებს ამტკიცებენ, რომლებსაც აქვს სათანადო მაჩვენებლები: ზომით გეომეტრიული და მოცულობითი-მასიანი პარამეტრები, სისუფთავის მაჩვენებლები, გაღივების უნარი და აღმოცენების ენერგია (ცხრილი 1) [25, 69, 26, 52].

ეკოლუციის პროცესში სხვადასხვა კულტურის დარაიონებული თესლები ინარჩუნებენ გეომეტრიულ ნიშნებს, ზოგ შემთხვევაში

რამდენადმე გამსხვილდა და თესლის ფორმამ სახეცვლილება განიცადა [73].

განასხვავებენ რამდენიმე დადგენილ კლასიკურ ფორმას. კერძოდ: სფერული ($a = b = 1$), ელიფსური ($a < b < 1$, $a = b < 1$), პირამიდული, წაკვეთილ პირამიდული ($a < b < 1$), ოსპისებური (უგრეხელისებური) ($a < b = 1$) და პარკოსნული ($a < b < 1$, $a - b < 1$) და საწარმოო სიმრავლის, ძირითადად სხვასხვა ბოსტნეულ კულტურაზე: “ბრტყელ-ამოზნეკილი”, “ბტყელი-დამრგვალებული”, “ოვალურ-კვერცხისებრი”, “სამწახნაგა-დაჭყლეტილი”, “ოვალურ-დამრგვალებული”, “ოვალურ-წაგრძელებული”, “ბრტყელ-ოვალური”, “დამრგვალებულ-ოვალურ-გაბრტყელებული” და სხვა.

სიმსხოს (სიგრძით) მიხედვით შეიძლება იყოს ძალიან მსხვილი - 10 მმ და მეტი, მსხვილი - 3-10 მმ, საშუალო - 2-1 მმ, წვრილი -1-2 მმ; ძალიან წვრილი -1 მმ-დე. თესლების ზომების განზოგადოებულ მაჩვენებლად შეიძლება გამოყენებული იქნას საშუალო გეომეტრიული 64, 27]

$$l_{\sigma} = \sqrt[3]{abc} \quad (1.7)$$

სიმსხოსა და ფორმის ინდექსი, რომელიც ზემოთ იქნა ნაჩვენები, შესაბამისად ტოლია: 4 მმ-ზე მეტი, 4 მმ, 2-3 მმ, 1-2 მმ და 1 მმ-დე. იგი გამოიყენება თესლების გამომთესი ელემენტების საერთო ზომებისა და კინემატიკური რეჟიმების დასაბუთებისათვის [შხვაცაბაია, ოშორიძე; 1926].

მოცემული კლასიფიკაციის შესაბამისად ხორბლისა და ჭვავის თესლები მიეკუთვნება მსხვილს, ქერის, სიმინდის, მზესუმზირას, აბუსალათინის, კიტრის, ყაბაყის - მსხვილ და ძალიან მსხვილ ჯგუფს;

შაქრის, საკვები, სასუფრე ჭარხლის – მსხვილს; პომიდვრის, წიწაკის, ბადრიჯნის, ხახვის და ბოლოკის - საშუალოს; კომბოსტოს, სტაფილოს და ოხრახუმის – წვრილს.

ცხრილი 1. 1.

სათოხნი კულტურების თესლების ძირითადი აგროტექნიკური და ფიზიკო-მექანიკური მახასიათებლები.

პარამეტრები	სიმინდი	მზესუმზირა	ლობიო	ბარდა
ფორმა	წაგრძელებული ოვალური,	წაგრძელებული პირამიდული	ოვალური, მრგვალი	სფერული
ზედაპირი	გლუვი ღარიანი	შებუსული შეუბუსავი	გლუვი	გლუვი
სიგრძე, მმ L	10,5 – 14,0	8,0 – 14,0	11,0 – 14,0	4,0 – 9,5
სიგანე, მმ b	6,0 -12,0	7,25 -6,25	8,85 – 6,25	9,0 – 4,0
სისქე, მმ d	2,5 – 8,0	3,25 – 3,00	5,00 – 5,60	5,05 – 9,00
აბსოლუტური მასა 1000 ც, გ	300-350	53-75	265-500	100-170
მოცულობითი მასა, კგ/ლ	0,73	0,90	1,0-1,4	1,4
ბუნებრივი დახრის კუთხე, გრადუსი	45	45	45	45
თესლის ციბრუტიანობა, მ/წმ	12,48-14,03	4,66-5,66	8,05-12,25	15,50-17,50
წინაღობის კოეფიციენტი	0,162-0,236	0,110-0,210	0,150-0,219	0,180-0,229
აფრიანობის კოეფიციენტი	0,103-0,141	0,07-0,09	0,103-0,040	0,103-0,040
სიღრუე (სიმეჭხრე), %	40-80	40-80	40-80	40-80
აღდგენის კოეფიციენტი	0,40-0,50	0,30-0,35	0,40-0,55	0,40-0,55

თესლების მოცულობითი – მასიური მახასიათებლები (ცხრილი 1.1.) მოიცავენ აბსოლუტური მასის (ათასი ცალი თესლის მასა) და სიმკვრივის მაჩვენებლებს. შედარებით ხარისხიან თესლებს (განსაკუთრებით მარცვლეული კულტურები) მასა აქვთ ჩვეულებრივ დიდ აბსოლუტურ მასიანი. ბოსტნეული კულტურებისათვის ეს მაჩვენებლები შეადგენს 0,87-1,32 გ-ს. თესლების სიმკვრივე გამოიხატება თესლის მასის შეფარდებით მის მოცულობასთან. შეფარდებითი სიმკვრივე ითვალისწინებს თესლების ტენიანობას, რომელიც რეგლამენტირდებოდა სახელმწიფო სტანდარტით ГОСТ - 12041-66. ბოსტნეული კულტურების მოცულობითი მასა Q ცვალებადობს 200-700 გ/ლ. თესლების მოცულობისა და მასის საერთო მახასიათებლად აღებულია მოცულობით-მასიანი ინდექსი, კგ/ლ,

$$Q_{\text{მარც}} = \sqrt{AQ} \quad (1.9)$$

აბსოლუტური მასისა და მოცულობით-მასიანი ინდექსის მაჩვენებლები გარკვეული ზომით ახასიათებენ თესლების ტექნოლოგიურ თვისებებს: ლაბორატორიული და მინდვრის აღმონაცენის ნაზარდობის ენერგია (ГОСТ 12038-66). აღმოცენება განისაზღვრება ამოსული თესლების პროცენტით. ნაზარდობის ენერგია ხასიათდება ნაზარდობის სითანაბრით და იზომება პროცენტებში ნორმალურად გაღვივებული თესლებით დადგენილ ვადაში.

ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ განაწილების სიმჭიდროვით პრაქტიკულად თესლების ყველა ხაზობრივი და ფიზიკური მახასიათებლები, კარგად გამოისახება განაწილების ნორმალური კანონით:

$$f(a \leq x \leq b) = \frac{C}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma^2}\right], \quad (1.10)$$

სადაც
$$C = \frac{1}{F_0\left(\frac{b-x_0}{\sigma}\right) - F_0\left(\frac{a-x_0}{\sigma}\right)}; \quad (1.11)$$

ხოლო F_0 იძებნება სტატისტიკურ ცხრილებში.

თესლების ძირითადი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებია: ფრაქციულობა, დრეკად-გამძლეობითი, ჰიდროდინამიკური, აეროდინამიკური, თბოფიზიკური და სხვა.

სტატისტიკური (ხახუნის კოეფიციენტი უძრაობაში) და დინამიკური (ხახუნის კოეფიციენტი მოძრაობაში) კოეფიციენტები დამოკიდებულია თესლის ზედაპირის მდგომარეობაზე, მათ ტენიანობასა და გამომთესი აპარატების დამზადების მასალაზე. შინაგანი ხახუნის კოეფიციენტი უძრაობაში ხასიათდება ბუნებრივი დახრის კუთხით, რომელიც მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია მის ხორკლიანობაზე, სიმსხვილის ინდექსზე, ფორმასა და მოცულობით-მასურ ინდექსზე.

მარცვლეული კულტურების ხახუნის კოეფიციენტების მნიშვნელობები ფოლადის, თუჯისა და ალუმინის დამუშავებულ ზედაპირებზე, სტანდარტული ტენიანობისას მერყეობს 0,35-0,42 ზღვრებში; ბოსტნეულისა - უფრო მეტ ზღვრებში: 0,31-0,42 ხორკლიანისათვის და 0,50-0,63 ბუსუსიანი თესლებისათვის. ხახუნის დინამიკური კოეფიციენტი ცვალებადობს ჩვეულებრივად 0,05-0,20 ზღვრებში, რაც ნაკლებია სტატისტიკურთან შედარებით.

დრაჟირებული თესლების ფრიქციული თვისებები მისაღებია და ოპტიმალური გამომთესი აპარატებისათვის და გამოირჩევიან მაღალი სითანაბრით (ვარიაციის კოეფიციენტი $V=15-20\%$).

თესლების გამოთესვის პროცესის ინტენსიფიკაციისათვის გადაწყვეტ როლს თამაშობს თესლების დრეკად-გამძლეობითი თვისებები (იგი განიხილება დრეკადობის თეორიასა და მასალათა გამძლეობის დარგებში). თესლის დრეკადობის თვისება, რომელსაც იძენს სამრეწველო გადამუშავების შემდეგ, ერთმანეთთან ახლოსაა და იზოტროპულია. ერთმნიშვნელოვნად განისაზღვრება პუასონის კოეფიციენტით μ ($\mu_{თ} \approx 0,25 \div 0,50$) და დრეკადობის მოდულით E_c ($E_c \approx 12 \div 20$ მპა), რომლებზედაც დამოკიდებულია მათი გამძლეობა და აღდგენის კოეფიციენტი $K_{აღ}$

$$K_{აღ} = V_{დ}/V_{ა} \quad (1.12)$$

სადაც $V_{დ}$ და $V_{ა}$ არის თესლების სიჩქარე დარტყმამდე და დარტყმის შემდეგ თესლების ვარდნისას განსაზღვრული სიმაღლიდან.

როგორც ცდებით დგინდება, სხვადასხვა კულტურის თესლები მთლიანად არაა დრეკადი სხეულები. მათი აღდგენის კოეფიციენტები საკმაოდ სტაბილურია, მაგრამ იშვიათად აღემატებიან 0,5; $K_{აღ} = 0,30-0,55$; ერთის მხრივ მასით, ფორმითა და ზომებით ერთნაირი თესლებისათვისაც კი (მაგ. ბარდა), აღგილი აქვს ამ მნიშვნელოვანი ფიზიკური მახასიათებლების საკამო ხარისხით ვარირებას [38]. ამის მიზეზად მკვლევარები თვლიან პუასონის კოეფიციენტისა და დრეკადობის მოდულის ვარირებას ერთნაირი თესლებისათვისაც კი; იგი

მიეკუთვნება კონტაქტური ურთიერთქმედების თეორიის ცნობილ ინტეგრალურ განტოლებას, რითაც განისაზღვრება დარტყმის ძალის $P_{აქს}$ სიდიდე.

ექსპერიმენტულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ რაც უფრო მეტია თესლის მასა და მისი მოძრაობის სიჩქარე, უფრო მეტია დრეკადი ძალა და თესლების ტრავმირების ალბათობა. მარცვლეულზე $P_{აქს} \leq 0,015$ ნ, დრაჟირებული ჭარხლის თესლებისათვის - 0,01 ნ, ბოსტნეულისათვის კი - 0,02 ნ.

მცირე სიჩქარეების დროს, სამუშაო ორგანოების ზემოქმედების განხილვისას, შეიძლება ვისარგებლოთ თესლების სტატიკური სიმტკიცის მონაცემებით, როცა ადგილი აქვს ფოლადის ან მორეზინებული ზედაპირებით დაწოლას თესლების ჩამაგრების პროცესში. თესლების სტატიკური სიმტკიცის კრიტიკული მნიშვნელობები უფრო დაბალია, ვიდრე დინამიკური. თესლების წინააღმდეგობა ტრავმირებაზე დამოკიდებულია თესლების სტრუქტურაზე, ფორმაზე, ტენიანობასა და ზემოქმედების ადგილზე. ამ მაჩვენებელმა მეთესლეობის დარგის სრული მექანიზაციისა და გამოთესვის პროცესის ინტენსიურობის ამალღების გამო, წარმოშვა უაღრესად საჭირო ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლები. თესვისას თესლების ტრამვირება უარყოფითად მოქმედებს აღმოცენებისა და მცენარეთა განაწილების ხარისხზე, ზრდის თესვის ნორმასა და ენერჯის დანახარჯს.

თესლების ჰიდროდინამიკური მახასიათებლები, როგორც ფხვიერი მასალებისა, განიხილება ფხვიერი გარემოს თეორიის მეთოდებით. საერთო

მიზნებისათვის თუ ჩავთვლით, რომ თესლის დიდი მასები გადაადგილდებიან სათესლე ყუთში ჩატვირთვისას, ხოლო გამომთესი აპარატები კონტაქტში არიან განსაზღვრულ მასასთან, შეიძლება აღინიშნოს, რომ გასათვლისწინებელია ისეთი მაჩვენებლები, როგორცაა ფხვიერობა, თესლის ხვრეტილებში გავლის სიჩქარე და თაღწარმოშობა.

მარცვლეული კულტურების, სიმინდის და ბოსტნეულის დრაჟირებულ თესლებს გააჩნიათ სუსტი ჩაჭიდება და კარგი ფხვიერობა, მათი შინაგანი ხახუნის კოეფიციენტი $f \geq 0,45-0,7$. დაბალი ფხვიერობით ($f > 0,7-1,0$) გამოირჩევიან სტაფილოს, ჭარხლის, ყაბაყის, პომიდორის და სხვ. თესლები.

ემპირიულ მონაცემებზე დაყრდნობით თესლების ჩამოცლის სიჩქარე dQ/dt $2R$ დიამეტრის ხვრეტილში განისაზღვრება ტოლობით:

$$dQ/dt = 0,83 \pi R^2 \sqrt{\beta g} \quad (1.13)$$

სადაც, $\beta = h_0/R$, h_0 წარმოშობილი თაღის სიმაღლეა, დამოკიდებულია f და D -ზე.

R – ხვრეტილის რადიუსი .

f - თესლების შინაგანი ხახუნის კოეფიციენტი.

D – გამომთესი დისკოს დიამეტრი.

g თავისუფალი ვარდნის აჩქარება.

თესლების ერთერთ საჭირო ფიზიკურ თვისებად, როგორც ფხვიერი გარემოსი, ითვლება სიმეჩხრე, რომელიც დამოკიდებულია თესლების სიმკვრივეზე, მათ გეომეტრიულ და ფრიქციულ თვისებებზე და იზომება ფარდობითი მოცულობით, რომელიც წარმოადგენს თესლებს შორის

ჰაერის მოცულობის ფარდობას მთლიან მოცულობასთან. თესლების სიმეჩხრე მერყეობს 40-80%-ის ზღვრებში.

თესლების აეროდინამიკური თვისებები ხასიათდება ჰაერის ნაკადთან წინააღმდეგობით და აფრიანობით, ასევე განიავების სიჩქარით, რომლის დროსაც თესლების წინააღმდეგობა, რომელიც თავსდება ჰაერის ნაკადში, უტოლდება მის მასას Q:

$$Q = K \frac{\nu}{g} F V_{kp}^2 \quad (1.14)$$

სდაც K არის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი, ν - ჰაერის სიმკვრივე; F – თესლების მიდელური კვეთი; V_{kp} – კრიტიკული სიჩქარე (განიავების სიჩქარე); g – თავისუფალი ვარდნის აჩქარება [69].

მარცვლეული კულტურების თესლებს აქვთ შედარებით არც თუ მაღალი წინააღმდეგობისა და აფრიანობის კოეფიციენტები, მაგრამ ბოსტნეულის, ყაბაყის, სტაფილოს, პომიდორისა და სხვა თესლების წინააღმდეგობის კოეფიციენტი მერყეობს 0,22-0,70 ზღვრებში, როცა განიავების სიჩქარე 3,5-6,9 მ/წმ-ია და კოეფიციენტი 0,23-1,46.

თესლების თბოფიზიკურ და ბიოლოგიურ მახასიათებლებს მიეკუთვნება სითბოგამტარობა და სორბციულობის თვისებები. პურეული კულტურების თესლის მასის სითბოგამტარობის კოეფიციენტი ტოლია 0,12-0,20 კკალ/მ.სთ, შედარებით დაბალია ბოსტნეული კულტურებისა და ჭარხლის თესლებისათვის.

თესლების სორბციულობა განისაზღვრება მათი დიდი და აქტიური შთანთქვის უნარით (წყლისა და ორთქლის). ისინი უნდა იქნას გათვალისწინებული ჩამთესი სამუშაო ორგანოების კონსტრუქციის

შერჩევას, რომლებიც ცხელდებიან მზიან პირობებში და წარმოშობენ ტენსა და წყლის ორთქლს. ადსორბცია შესამჩნევად ცვლის თესლების მოცულობას, მათ ხახუნს, დრეკადობისა და სიმტკიცის თვისებებს, რაც მკაცრად განსაზღვრავს ზუსტად გამოსათესი სათესლე მასის ტენიანობას (10-15%)..

1.7. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის გამომთესი აპარატების მუშაობის პროცესის ანალიზი.

სათოხნი კულტურების უმრავლესობა (სიმინდი, მზესუმზირა, შაქრის ჭარხალი და სხვა) მოითხოვს მეტი ნიადაგობრივი და სივრცული კვების არეთი უზრუნველყოფას, ვიდრე თავთავიანი კულტურები.

აგროტექნიკური პროცესებიდან პასუხსაგებია და უმნიშვნელოვანესი თესლის გამოთესვის აგრომოთხოვნების უზრუნველყოფა.

წარმოებაში შემორჩენილი მარცვლეული კულტურების სათესი მანქანები აღჭურვილია კოჭისებრი ტიპის გამომთესი აპარატით; რაც შეეხება სათოხნი კულტურების (სიმინდი, მზესუმზირა, შაქრის ჭარხალი და სხვა) სათეს მანქანებს, ისინი აღჭურვილია მექანიკური დისკური ან დოლური აპარატებით.

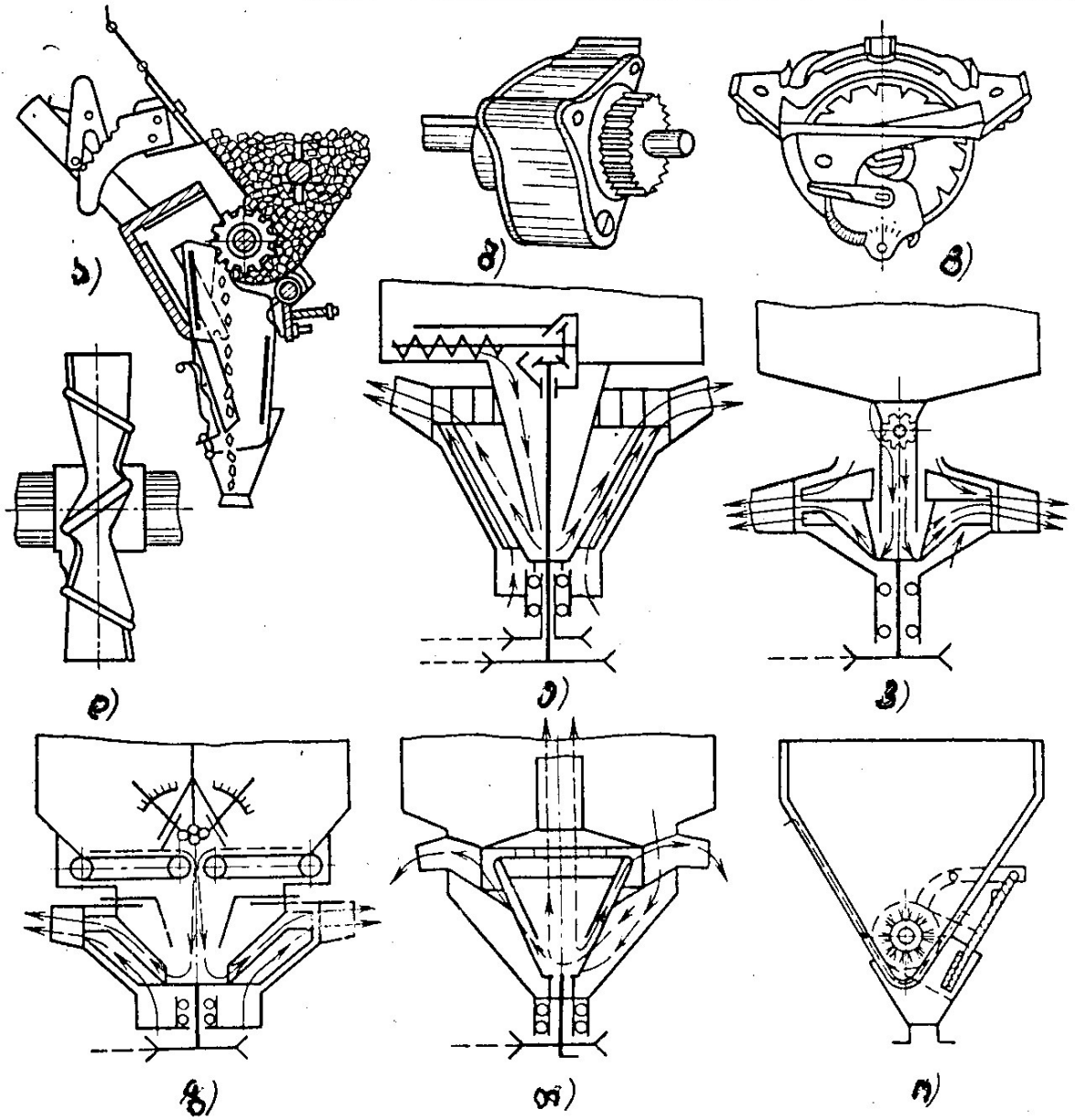
მრავალი საზღვარგარეთის ქვეყნის პრაქტიკაში მარცვლეული და სათოხნი კულტურების დასათესად ზემოთხსენებულ მექანიკურ გამომთეს აპარატებთან ერთად გამოყენებაში შევიდა პნევმატიკური და პნევმომექანიკური მოქმედების გამომთესი აპარატები [71].

თანამედროვე ეტაპზე, როგორც ჩვენში, ისე საზღვარგარეთ, თესვის ტექნოლოგიებისა და ტექნიკური საშუალებების განვითარება-სრულყოფა ხორციელდება სპეციალური სათესების, კომბინირებული აგრეგატების და მანქანების შექმნით, სადაც შეთავსებულია რამდენიმე ოპერაცია ერთი გავლით [19,72].

მექანიკური გამომთესი აპარატები (ნახ. 1.5) კონსტრუქციის მიხედვით მრავალნაირია. მათ მიეკუთვნება კოჭისებრი, შიგა წიბოვანი, კოვზისებრი, ფრთიანი, ღარებიანი, ფრიქციული, ცენტრიდანული, ვიბრაციული, ჯაგრისებიანი და სხვა [38]. ჩამოთვლილი გამომთესი აპარატები ძირითადად გამოიყენება ხორბლეული, ბოსტნეული, შაქრის ჭარხლის ან სხვა ისეთი კულტურების დასათესად, რომლებიც არ მოითხოვენ ნიადაგისა და სივრცული საკვები არის შესაძლო მკაცრ უზრუნველყოფას.

სათოხნი კულტურების დასათესად ფართო გავრცელება მოიპოვა როგორც ჩვენში, ისე საზღვარგარეთ, ერთმარცვლიანმა თესვამ. ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 30-იან წლებში აღნიშნულ მეთოდზე მუშაობდა მკვლევარი ვ.ი. ალექსანდროვი [69].

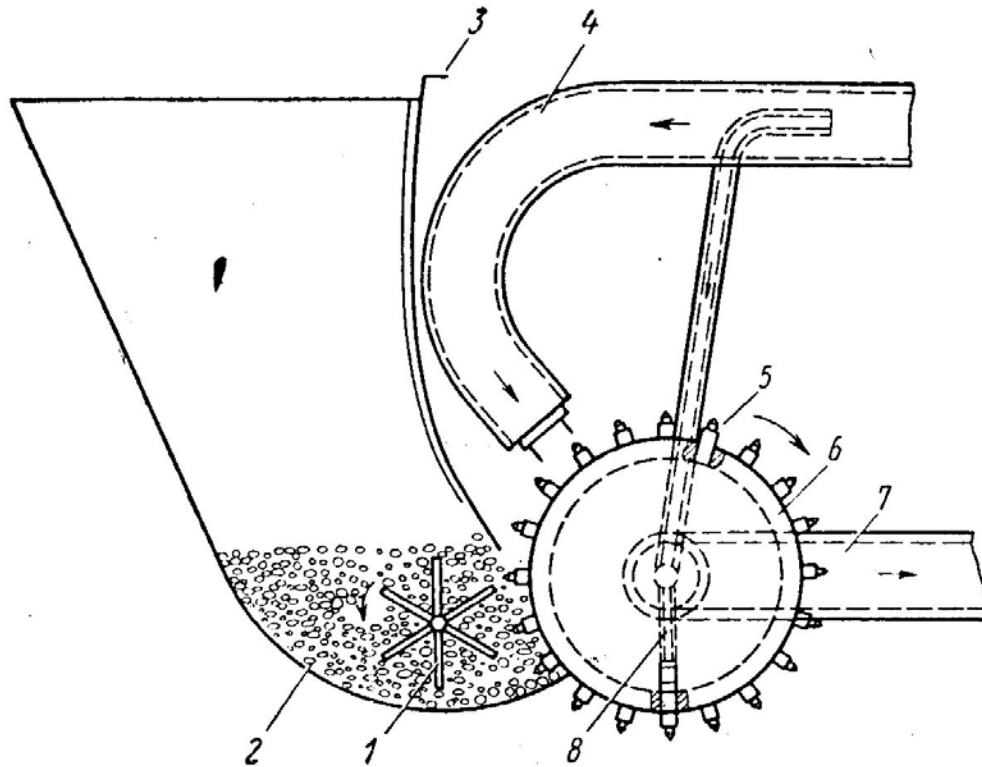
ცნობილია სხვადასხვა კონსტრუქციები; მაგალითად, ი. ლ. სლუცკის და სხვა. 1943 წ. ი. ლ. სლუცკიმ მარცვლეული კულტურების დასათესად



ნახ. 1.5. მექანიკური გამომთესი აპარატები:

ა- დოლურ-წკირებიანი სათესი „საქსონია“; ბ-კოჭისებრი; გ- შიგაწიბოვანი; დ-ფრთიანი, ე, ვ, ზ, თ -ცენტრიდანული (→გამოსათესი მასალა; - - - → ჰაერი); ი - ჯაგრისებიანი.

შექმნა პნევმატიკური გამომთესი აპარატის კონსტრუქცია, რომელიც წარმოადგენდა ხვრეტილებიან ღრუ ცილინდრს, მბრუნავი ცილინდრის ღრუში შექმნილი ვაკუუმით. თესლები ეწებება ხვრეტილებს ცილინდრის გარე ზედაპირზე და გამოიტანება სათესლე ყუთიდან (ნახ. 1.6).



ნახ. 1.6. VIXOM-ის კონსტრუქციის პნევმატიკური აპარატის სქემა.
 1 -შემრევი; 2 - ბუნკერი; 3 - ფარი; 4 – მილყელი; 5 – მისაწოვარი; 6 - გამომთესი დოლი; 7 – ამძრავი; 8 – პნევმოგამომდები

პნევმატიკური გამომთესი აპარატები ძირითადად გამოიყენება „აკორდის“ მარკის სათესებში. დოზატორად გამოიყენება ერთი კოჭა ან სხვა მოწყობილობა; ხოლო გამანაწილებლად გამოიყენება თავი

შებრუნებული უკუკონუსით, რომელზედაც ჰაერის ნაკადით მიეწოდება თესლის მასა. ეს მასა მიეწოდება ქვევიდან ზევით, თანაბრად ნაწილდება შებრუნებული უკუკონუსით მისი ფუძისაკენ, იქედან კი ყელის გავლით თესლგამტარ მილში.

სათოხნი კულტურების გამომთეს აპარატებს უწოდებენ ზუსტი გამოთესვის აპარატებს. ზუსტი ეწოდება კვადრატულ-ბუდობრივ და ბუდობრივ ნათესში მოცემული რიცხვით თესლების რაოდენობას; ხოლო პუნქტირული თესვისას პუნქტირის მოცემული ბიჯით. ზუსტი გამოთესვის აპარატების მრავალსახეობა კლასიფიცირდება შემდეგნაირად:

მოქმედების პრინციპის მიხედვით აპარატებს ყოფენ პნევმატიკურ და მექანიკურ ტიპებად. პნევმატიკურ აპარატებში თესლის მასიდან მის ერთ ცალად გამოსაყოფად და ასაღებად გამოიყენება ვაკუუმი და ჭარბი წნევა [71]. აპარატები, რომლებიც მუშაობენ ჭარბი წნევით, დოლური ტიპისაა; თესლებს აწვდიან დოლის შიგნით (სათესი “საიკლოუ”) ან გარედან (სათესი “აერომატი”). ვაკუუმიანი აპარატები გვხვდება დისკური და დოლური. დისკურ აპარატებში შემწოვი ხვრეტილები ან ნიპელები განლაგებულია დისკოს სიბრტყეში, დოლურში კი – ცილინდრულ ზედაპირზე. ხვრეტილიდან ან ნიპელიდან შეწოვილი ზედმეტი თესლების მოსაცილებლად გამოიყენება სხვადასხვა მეთოდი: ვიბრაციული ჩაქუჩები, სხვადასხვა კონფიგურაციისა და ხისტი ჩამაგრების ჩანგლები, დაწნეხილი ჰაერის ნაკადი, ჯაგრისები და სხვა. დისკური გამომთესი აპარატები გამოიყენება შემდეგ სათესებში: „სოკამი“, სპჩ-6, „ლანგე“, ნ.ი. გლაზევისა და ბ.ი. ჟურავლიოვის ექსპერიმენტულ სათესებში. დოლური

ტიპის კი – „ვისხომ“-ის კონსტრუქციის სათესში დ.გ. ვალიანოვის მიერ [38].

მექანიკური აპარატები განსხვავდებიან თესლის მასიდან გამოყოფისა და აღების მეთოდით. თითო თესლი (ერთი ცალის აღება) და თესლების ჯფუფი (ჯგუფური აღება) კონსტრუქციული სახესხვაობით იყოფა: ლენტური, დოლური, დისკური და მაქოსებრ-ჭოკიანი. ლენტური აპარატები გამოიყენება „სტენხეის“ მარკაში, დოლური სტსნ, „მონოდრილის“ და „მონოცენტრის“, „ვებზ“, „გლოსტერ“, „პალმ აგრომატიკ“, „უნისემ“, „მონოსემ“, „უნიკორნ“ მარკის სათესებში. დისკური სკნკ, სტბ-4, სჩხ-4, „მაკ კორმიკ“, „ჯონ დირ“ და სხვა სათესებში. დოლურ აპარატებს აქვთ ვერტიკალური და ჰორიზონტალური, ხოლო დისკური-ვერტიკალური და დახრილი გამომთესი აპარატების ბრუნვის ღერძები. გამომთესი ელემენტები ლენტურ და დოლურ აპარატებში მოძრაობენ განუწყვეტლად, ხოლო დისკურში როგორც განუწყვეტლად, ასევე პერიოდულად; მაქოსებრ-ჭოკიან ტიპში კი – წინსვლით-უკუქცევით [38].

იმის გამო, რომ სიმინდი, მზესუმზირა, სორგო და სვა კულტურები ითესება კვადრატულ-ბუდობრივი, ბუდობრივი და პუნქტირული მეთოდებით, აღნიშნული კულტურების დასათესად გამოიყენება დისკური გამომთესი აპარატები. ასევე მოწყობილობები სხვა სათესი კულტურების დასათესად. მაგალითად, „ალლის ჩალგერს“ ფირმის სათესებს ახლავს გამომთესი დისკოების 100 კომპლექტი [38].

ევროპის მრავალ ქვეყანაში სათოხნი კულტურების დასათესად იყენებენ დოლურ-გამომთეს აპარატებს; მათ ახლავთ დამატებითი მოწყობილობებიც.

განვიხილოთ ტიპური მოწყობილობები, რომლებიც შეიქმნა უცხოეთსა და საბჭოთა წარმოებაში ზუსტი გამოთესვისათვის ქვემოთ მოცემული სქემის (1.1) კლასიფიკაციით.

საზღვარგარეთის პრაქტიკაში გამოჩნდა პნევმატიკური გამოთესი აპარატები, ჰაერის ნაკადის გამოყენებით სათესლე ყუთიდან თესლის მასაში თესლის წატაცებითა და გამოტანის პრინციპით. სათეს მანქანაში „საიკლოუ“ თესლი მიეწოდება დოლის შიგნითა სიღრუეში, ხოლო „აერომატში“ ზევიდან დოლზე თესლის მიწოდებით [38].

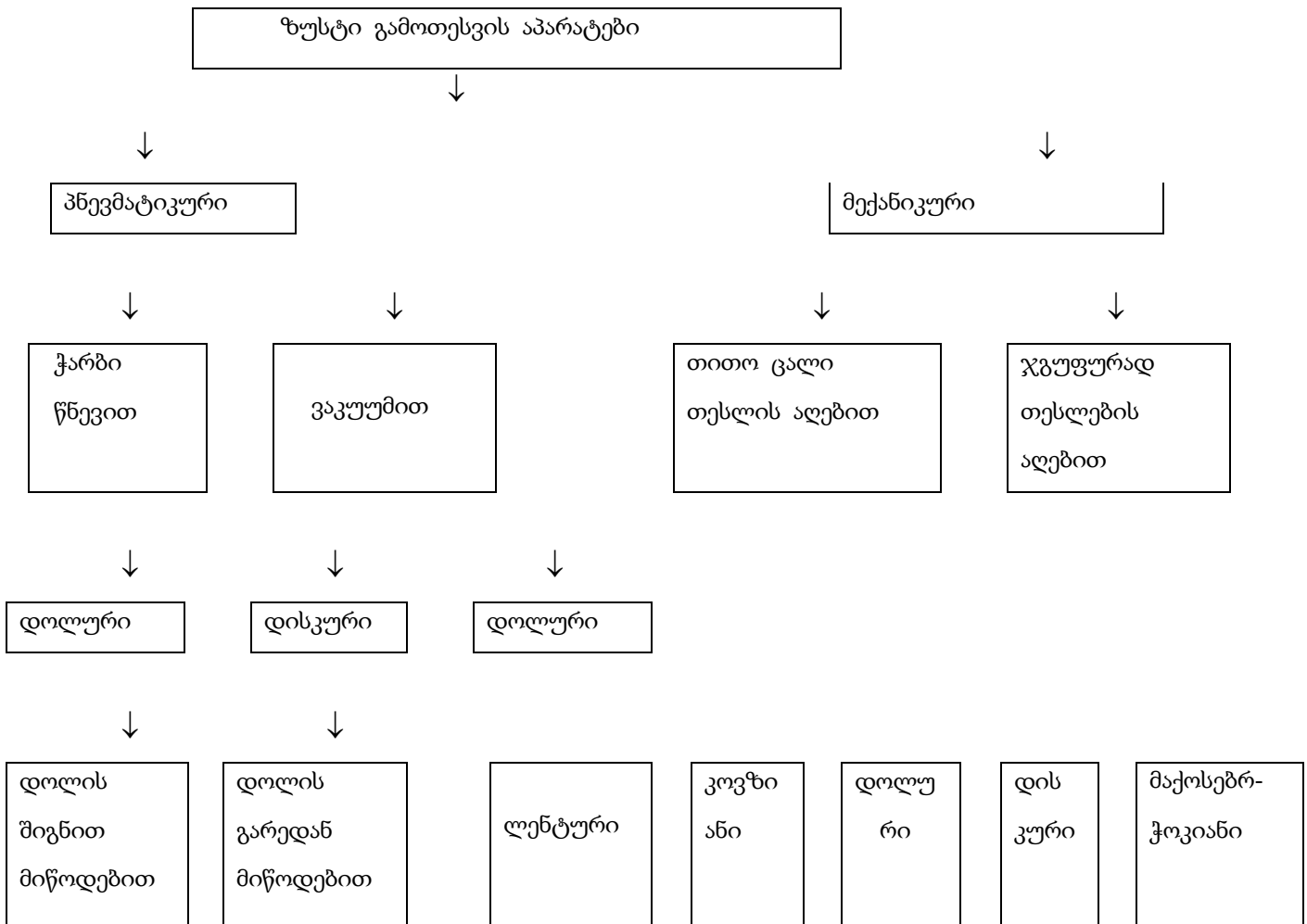
სათესი „საიკლოუ-500“-ის გამომთესი აპარატი შედგება თესლებისათვის უჯრედებიანი დოლით, მბრუნავი რეზინის რგოლებით, თესლმიმღები ყელით, ჯაგრისული მწმენდი მოწყობილობით, მილყელით ჰაერის ნაკადის მისაწოდებად და მილყელით თესლის მისაწოდებლად. სხვადასვა კულტურების დასათესად აღჭურვილია 7 საცვლელი გამომთესი დოლებით. გამომთესი დოლის დიამეტრია 510 მმ და სიგანე 350 მმ. აქვს უჯრედების 8 მწკრივი, თითოეულში 36 უჯრედით. უჯრედის პარამეტრები დამოკიდებულია თესლის ფრაქციაზე. მაგალითად, შაქრის ჭარხლისათვის ხვრეტილის დიამეტრია 2,5 მმ; შესასვლელი ხვრეტილის დიამეტრი (კონუსის დიდი ფუძე) 10 მმ, წაკვეთილი კონუსის სიმაღლე კი – 3 მმ.

სათესის მუშაობისას კომპრესორი, რომელიც მუშაობს ჰიდროძრავით, ჰაერს აწვდის გამომთეს აპარატში, სადაც მოთავსებულია თესლი სათესლე ყუთიდან მიწოდებული ცენტრალური თესლგამანაწილებლით. ჰაერის ნაკადი უჯრედების გავლით დოლიდან გამოდის, ჰაერის ნაკადის ზემოქმედებით თესლები დააწვება კონუსურ უჯრედს, რომელიც დაკავშირებულია დოლის ბრუნვასთან. უჯრედები თესლით მიუახლოვდება ჯაგრისებიან მოწყობილობას, რომელიც გაწმენდს ზედმეტი თესლებისაგან. როცა უჯრედები გაივლიან ზედა ზონას, რეზინის გორგოლაჭი გადახურავს უჯრედის ხვრეტილს და თესლები საკუთარი წონით ვარდება ძაბრში, აქედან კი – ჩამთესისკენ.

სათესი მანქანა “აერომატ“-ის გამომთესი აპარატი (ნახ. 1.7) შედგება ბუნკერის (2), გამომთესი დისკოს (3), ჩამთესის (4) და ჰაერის მისაწოდებელი მილყელისაგან (1). გამომთესი დისკო წარმოადგენს უჯრედებიან რგოლს წაკვეთილი კონუსის ფორმით. კონუსის დიდი ფუძე ღიაა და დისკოს ბრუნვისას შედის თესლის მასაში, მცირე ფუძე მთავრდება გამჭოლი ხვრელით. დისკოს ბრუნვისას თესლები მიმდები საკნიდან შეავსებენ უჯრედებს რამდენიმე თესლით. თესლებით შევსებული უჯრედები გაივლიან რა მილყელის ზონას, ჰაერის ზემოქმედებით, რომელიც მოისწრაფვის უჯრედის გამჭოლ ხვრეტილში, ერთი ცალი თესლი დარჩება უჯრედში, ჰაერის ნაკადის დაწნევის ძალით, ხოლო დანარჩენები გადმოიყრებიან. როცა უჯრედები გადიან აპარატის კორპუსის ქვედა ზონას, თესლები ვარდება უჯრედის ქვედა

ფუძეზე და გადაადგილდება გამოსაგდებ ფანჯარასთან, აქედან კი – ნიადაგში [38].

სპჩ-6 სათესის გამომთესი აპარატი (ნახ. 1.8) მუშაობს შემდეგნაირად: სათესლე ყუთში ჩაყრილი თესლები მიმღები ფანჯრის გავლით მიეწოდება თესლების საკანში. სათესის მუშაობისას ვაკუუმაპარატი საკანში (6) წარმოიშვება გაუხშოება. თესლები გაივლი ან რა თესლით შევსებულ ზონას, მიეწებებიან მბრუნავი დისკოს ხვრეტილებს და გადაადგილდებიან მასთან ერთად აპარატის ქვედა ნაწილში. თითოეულ ხვრეტილზე რჩება ერთი ცალი თესლი; ზედმეტს



ხვრეტილებით

ნიპელებით

ბრუნვის
ჰორიზონ
ტალური
ღერძით

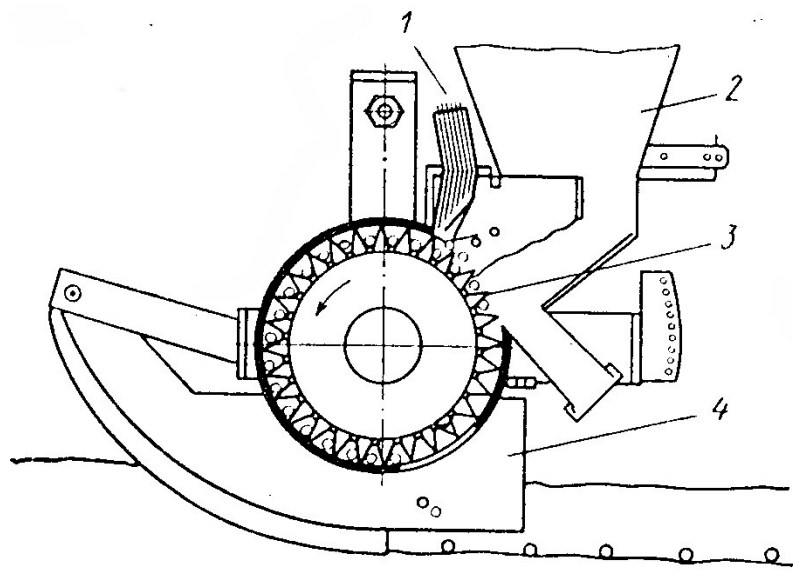
ბრუნვის
ვერტიკა
ლური
ღერძით

ბრუნვის
დახრილი
ღერძით

განუწყვეტელი
ბრუნვით

პერიოდული
ბრუნვით

სქემა 1.1. ზუსტი გამოთესვის აპარატების კლასიფიკაცია.

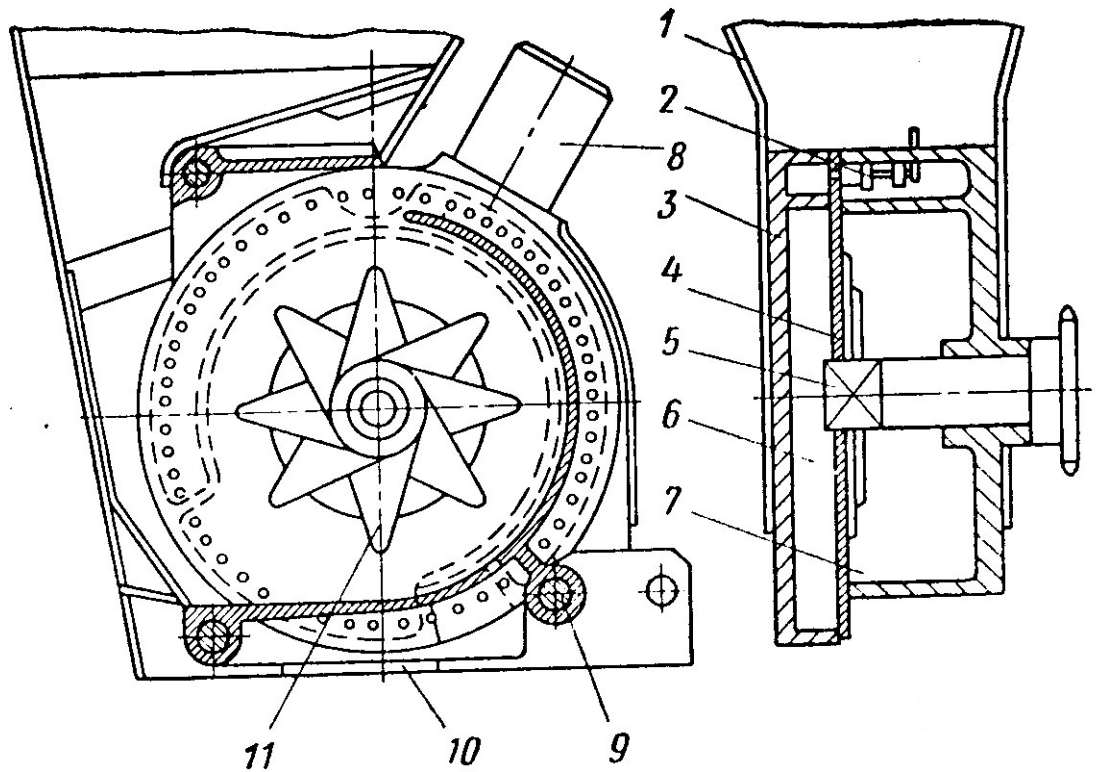


ნახ. 1.7. სათესი მანქანა „აერომატის“ გამომთესი აპარატის სქემა.

1 – ჰაერის მილყელი; 2 – ბუნკერი; 3 – გამომთესი დისკი; 4 – ჩამთესი.

მოაცილებს მწმენდი. ქვედა ნაწილში ვაკუუმი იხსნება, თესლი სიმძიმის ზეგავლენით ვარდება გახსნილ კვალში [60].

დისკური ტიპის მექანიკური გამომთესი აპარატი გამოიყენება “სკნკ” მარკის საბჭოთა წარმოების სიმინდის სათესში. თესლის 6 ფრაქცია გამოითესება დისკოების 8 კომპლექტით, ასევე დასამატებელი რგოლების ორი კომპლექტი; თუ დისკოს სისქე ნაკლებია 8 მმ-ზე; თუ დისკოს სისქე 7 და 6 მმ-ია, დაემატება 1 მმ და 2 მმ სისქის რგოლები. აღნიშნული დისკური გამომთესი აპარატისათვის აუცილებელია თესლის ფრაქციის შერწყმა დისკოს უჯრედის ზომებთან. დისკოს პერიფერიაზე აქვს 24 უჯრედი თითო ცალი თესლის მოსათავსებლად. თესლებს შორის მანძილი მწკრივში რეგულირდება სექციის საგორავი თვლიდან გამომთეს აპარატზე გადაცემათა რიცხვის ცვლით 0,16-0,54 მ-ის შუალედებში [69].

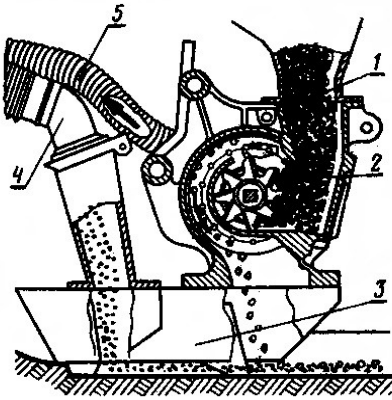


ნახ. 1.8. სპჩ-6 სათესი მანქანის გამომთესი აპარატი.

1 – ბუნკერი; 2 – თესლების წამკვეთი; 3 – ვაკუუმის საკნის კორპუსი; 4 – გამომთესი დისკი; 5 – ამძრავი ლილვი; 6 – გაუხშობის საკანი; 7 – თესლების საკანი; 8 – მილყელი; 9 – დამაგრების სახსარი; 10 – გამოსაგდები ფანჯარა; 11 – რეზინის დისკი.

უნივერსალური პნევმატიკური СУПН-8 (6) ტიპის (ნახ. 1.9) სათესი მანქანის გამომთესი აპარატის კორპუსს აქვს ამლები საკანი გაუხშობის საკნის სახურავით, რომელთა შორის ბრუნავს პერფორირებული გამომთესი დისკი (2) შემრევით. გაუხშობის საკანი დაკავშირებულია ჰაერის მილით (5) შემწოვ ვენტილატორთან [61].

ექსგაუსტერის მიერ შექმნილი ვაკუუმის ზემოქმედებით თესლები მიეწებება დისკოს ხვრეტილებს, რომლებიც იმყოფებიან გაუხშობის ზონაში და გამოიტანება დისკოთი ამლები საკნიდან და მიემართება ჩაგდების ადგილისაკენ. გაუხშობის ზონიდან ატმოსფერული წნევის ზონაში გადასვლისას თესლები მოწყდებიან დისკოს ხვრეტილიდან და ვარდებიან კვლის ფსკერზე. ამლები საკნის ზედა ნაწილში დაყენებულია ზედმეტი თესლების მომცილებელი ჩანგალი დანაყოფებიანი შკალით; მდებარეობა განსაზღვრავს ზედმეტი თესლების მოცილების ხარისხს. გამომთესი დისკოს 4 კომპლექტს აქვს 3 და 5,5 მმ დიამეტრის ხვრეტილები, სათანადოდ 14 და 22 ხვრეტილით; სხვადასხვა კულტურის დასათესად სარგებლობენ სპეციალური ცხრილით.



ნახ. 1.9. სუპნ – 8 (6) სათესის თესლისა და სასუქის გამოთესვის სქემა.

1. სათესლე ყუთი; 2. პნევმატიკური გამომთესი აპარატის დისკი; 3. ჩამთესი; 4. სასუქგამტარი; 5. ვაკუუმის მილი.

1.8. კვლევის მიზნები და ამოცანები.

სადისერტაციო ნაშრომის მიზანს შეადგენს თეორიულ და ექსპერიმენტულ კვლევათა საფუძველზე სათოხნი კულტურების თესვის სამანქანო ტექნოლოგიისა და ტექნიკური საშუალების დამუშავება-სრულყოფა მემცენარეობის მექანიზაციის განვითარების თანამედროვე მოთხოვნების გათვალისწინებით მცირე კონტურიანი ნაკვეთებისათვის.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენს სათოხნი კულტურების კომბინირებული პნევმატიკური სათესი მანქანის ექსპერიმენტული ნიმუში, ნიადაგის ფენობრივი დამუშავების პასიური სამუშაო ორგანოები და გაუმჯობესებული გამოთესვის პნევმატიკური აპარატი.

სამუშაოს მიზნის გათვალისწინებით ნაშრომში დასახულია შემდეგი ამოცანები:

- სათოხნი კულტურების წარმოების თანამედროვე ტექნოლოგიების კრიტიკული ანალიზი. სათოხნი კულტურების თესვის სამანქანო ტექნოლოგიის დამუშავება კომბინირებული პნევმატიკური სათესი მანქანის გამოყენებით მცირე კონტურიანი ნაკვეთებისათვის.
- სათოხნი კულტურების სათესი მანქანების გამომთესი აპარატების მუშაობის კვლევა ძირითადი პარამეტრების დასადგენად. დასაგეგმარებელი ექსპერიმენტული კომბინირებული სათესი მანქანისათვის პნევმატიკური გამოთესი აპარატისა და ფენობრი - ვად ნიადაგდამამუშავებელი პასიური სამუშაო სამუშაო ორგანო - ების შერჩევა აგროტექნიკური მოთხოვნების შესაბამისად.
- სათოხნი კულტურების კომბინირებული პნევმატიკური სათესი მანქანის მუშაობის პრინციპული სქემის დამუშავება. კვლევის თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით ექსპერიმენტული კომბინირებული სათესი მანქანის ტექნოლოგიური, კონსტრუქციული და საექსპლუატაციო პარამეტრების განსაზღვრა.
- თეორიულ-ექსპერიმენტულ კვლევათა საფუძველზე კომბინირებული სათესი მანქანის პრინციპული სქემის დამუშავება. მანქანის ძირითადი სამუშაო ორგანოების კვლევა, მათი მუშაობის ოპტიმალური შეთანაწყობის დადგენა.
- ექსპერიმენტული სათესი მანქანის ეკონომიკური ეფექტურობის მაჩვენებლების განსაზღვრა.

დასკვნები პირველი თავის მიხედვით:

1. სათოხნი კულტურების თესვისა და მოვლა-მოყვანის თანამედროვე სამანქანო ტექნოლოგიების ანალიზის საფუძველზე მიზანშეწონილად მიგვაჩნია, რომ დამუშავდეს კომბინირებული სათესი მანქანის პრინციპული სქემა, რომელიც უზრუნველყოფს ერთი გავლით სათეს ზოლში ნიადაგის გაფხვიერებას და მარცვლების თესვას პნევმატიკური ტიპის გამომთესი აპარატის საშუალებით.
2. ნიადაგის მინიმალური დამუშავების ტექნოლოგიის სრულყოფის მიზნით რაციონალურია თესვის პროცესში ჩასათესი ზოლის მომზადება განხორციელდეს ფენობრივად დამამუშავებელი პასიური სამუშაო ორგანოებით.

თავი II. სათოხნი კულტურების თესვის სამანქანო ტექნოლოგიისა და კომბინირებული სათესი მანქანის სქემის შერჩევა-დასაბუთება.

- 2.1. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის პრინციპული სქემის დამუშავება.

ექსპერიმენტული კვლევის შედეგად დადგენილი იქნა რა მოდერნიზებული პნევმატიკური გამომთესი აპარატის გამოყენების მიზანშეწონილობა, დამუშავდა სათესი მანქანის პრინციპული სქემა “კონ-2,8“ მწკრივთაშორის დამამუშავებელი კულტივატორის ბაზაზე. აღნიშნული მანქანის კონსტრუქციის დამუშავება და მისი პრაქტიულად შესრულება უზრუნველყოფს თესვის ხარისხისა და მისი საიმედოობის გაზრდას. ამ მანქანის დამუშავება მიზანშეწონილია იმ თვალსაზრისითაც, რომ მისი კონსტრუქცია საშუალებას იძლევა გამოყენებული იქნას ნათესი კულტურების მოვლითი სამუშაოების ჩასატარებლად. მოდერნიზებული სათესი მანქანა საშუალებას იძლევა ტექნოლოგიური პროცესის ჩატარებას კომბინირებული საცვლელი ტიპის მუშა ორგანოების გამოყენებით [30].

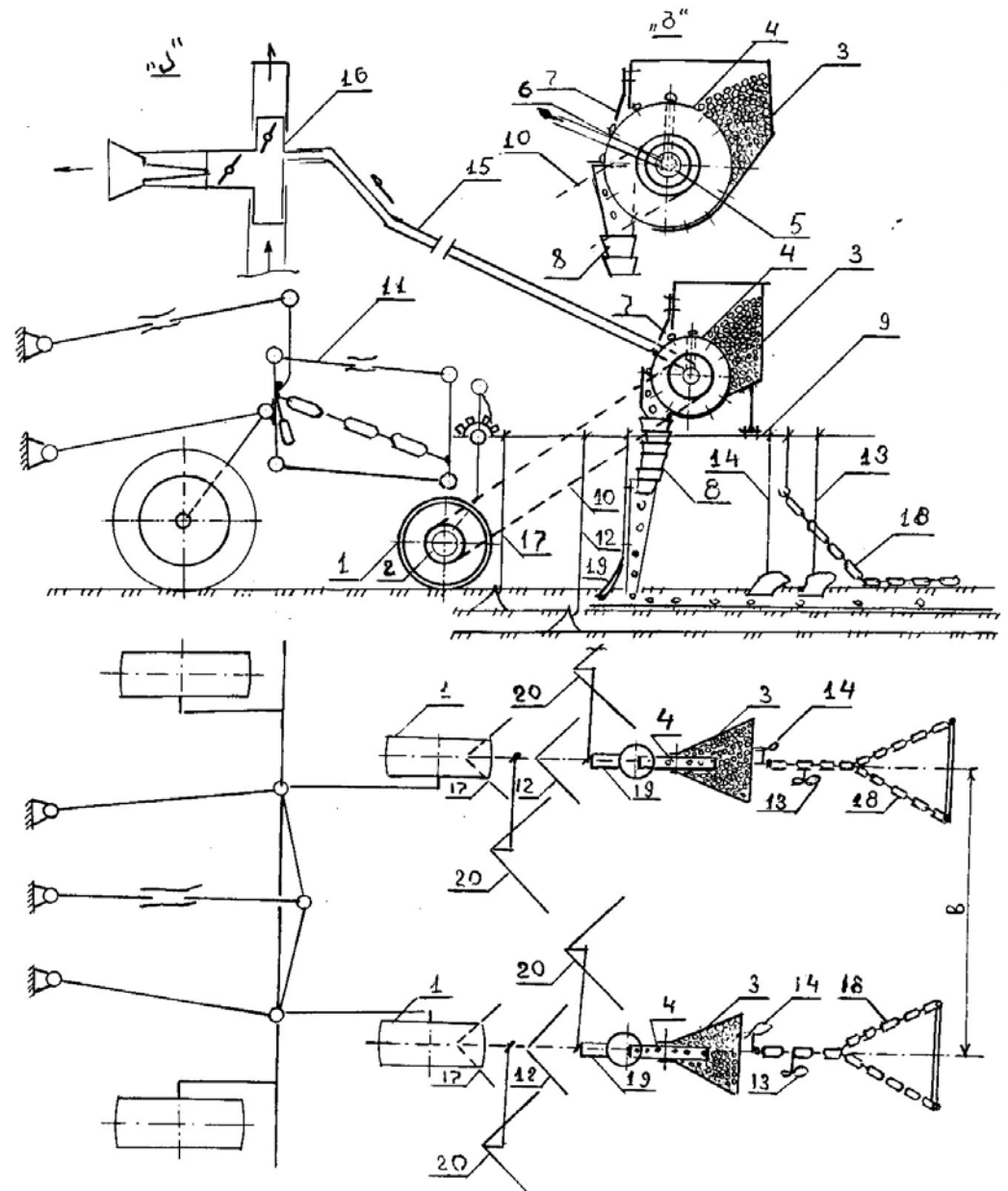
მოდულიზირებული სათესი მანქანის სქემა წარმოდგენილია ნახაზზე 2.1.

როგორც ავღნიშნეთ, მარცვლების გამოსათესად გამოყენებული იქნა მოდიფიცირებული პნევმატიკური გამომთესი აპარატი. იგი მაგრდება პარალელოგრამიანი სექციის ჩარჩოზე – სულ 2 სექცია. ჩარჩოზე განლაგებისას დაცული უნდა იქნეს ჩამთესებს შორის მანძილი მოცემული სქემის მიხედვით. ჩამთესებად გამოყენებული იქნა კულტივატორის გამაფხვიერებელი სატეხისებრი გამომკვები თათები, რომლებიც აღჭურვილია გამოთესილი მარცვლების მიმღები ყელით. როგორც ნახ. 2.1-დან ჩანს, გამომთესი აპარატის ბრუნვა ხორციელდება მაკოპირებელი თვლიდან (1) ჯაჭვურ-ვარსკვლავური გადაცემით (10). მოდების განი შედაგენს 1,4 მ-ს. ჩასათესი ზოლის გაფხვიერება ხორციელდება 2

ფენობრივად დამამუშავებელი ისრული თათით (12, 17), ხოლო ჩათესილი თესლების ნიადაგით მოსწორება ჯაჭვური ფარცებით (18). პარალელოგრამიან სექციაზე (11) მწკრივთაშორის დარჩენილი ფართობის დასამუშავებლად გამოყენებულია სერიული წარმოების ისრული თათები (20) აგროტექნიკური მოთხოვნების სრული დაცვით. ისინი ახდენენ ნიადაგის გაფხვიერებას და აღმოცენებული სარეველების მოჭრას. ფენობრივად დამამუშავებელი ისრული თათები ახდენენ დასათესი ზოლის გაფხვიერებას, ჩასათესად მომზადებას და ხელს უწყობს კულტურული მცენარეების აღმოცენება-განვითარებას.

თესვის დროს ძირითადი აგროტექნიკური მოთხოვნაა მწკრივში მარცვლების თანაბარი განაწილება, რათა ყველა მცენარე იყოს თანაბრი აღმოცენების და განვითარების.

მწკრივში ჩათესილ თესლებს შორის მანძილის a შეცვლისათვის საჭიროა შეიცვალოს გამომთესი აპარატის ამძრავი ლილვის ვარსკვლავა ან მაკოპირებელი თვლის წამყვანი ვარსკვლავა ისე, რომ მათი კბილთა რიცხვის შეცვლამ შეცვალოს საერთო გადაცემის რიცხვი i მოცემული აგროტექნიკური სქემის შესაბამისად. მწკრივში ჩათესილ თესლებს შორის მანძილი იანგარიშება ფორმულით [4, 7]:



ნახ. 2.1. სათოხნი კულტურების მოდიფიცირებული კომბინირებული სათესი მანქანის პრინციპული სქემა.

1. მაკოპირებელი თვალი; 2. ამძრავი კბილანა; 3. სათესლე ყუთი; 4. გამომთესი დისკო; 5. უძრავი ღერძი; 6. ამყალი კბილანა; 7. გამომთესი ფანჯარა; 8. თესლგამტარი; 9. კულტივატორის სექციის

ჩარჩო; 10. ჯაჭვური გადაცემა; 11. პარალელოგრამული მექანიზმი; 12. კვალგამხსნელი; 13. მარჯვენა მიწის შემომცრელი; 14. მარცხენა მიწის შემომცრელი; 15. ჰაერის ვაკუუმის წელამილი; 16. ექვეტორი; 12,17. ფენობრივად დამამუშავებელი თათები; 18. მიწის გამაფხვიერებელი ფარცხები; 19. ჩამთესები; 20. ისრული თათები.

$$a = \frac{\pi \cdot D \cdot i}{K \cdot n_k} \quad (2.1)$$

სადაც D არის სათესის სექციის თვლის დიამეტრი, $D = 0,3$ მ.

i - გადაცემის რიცხვი საყრდენ-ამძრავი თვლიდან ამძრავ დისკომდე.

K – გამომთეს დისკოზე რადიალური ნახვრეტის რაოდენობა, $K = 22(2;4$ და ა.შ).

n_k - საყრდენ-ამძრავი თვლის ბრუნთა რიცხვი ბრ/წთ.

ნათესის აღმოცენების შემდეგ მწკრივთაშორისებში კულტივაციის ჩასატარებლად მოდიფიცირებული სათესი მანქანა აეწყო კულტივაციის ვარიანტზე.

2.2. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის გამომთესი აპარატის შერჩევა – დასაბუთება.

ჩვენი რესპუბლიკის სოფლის მეურნეობა ბოლო წლებში სათოხნი კულტურების სათესად იყენებს პნევმატიკური ტიპის სათეს მანქანებს СУПН-6 (8) და СПЧ-4 (6; 8).

ამ ტიპის სათესი მანქანების უპირატესობა მექანიკურ გამომთეს აპარატებიან სათესებთან შედარებით ის არის, რომ:

- არ საჭიროებს წინასწარ თესლის დაყალიბებას;
- გაზრდილია მანქანის სამუშაო სიჩქარეები (5-9 კმ/სთ) და მწარმოებლობა დაახლოებით ორჯერ;
- ხასიათდება სათოხნი კულტურების თესლის დათესვის უნივერსალობით (მსხვილი ან წვრილი თესლები) და გამოთესვის მეტი სიზუსტით [60, 61] .

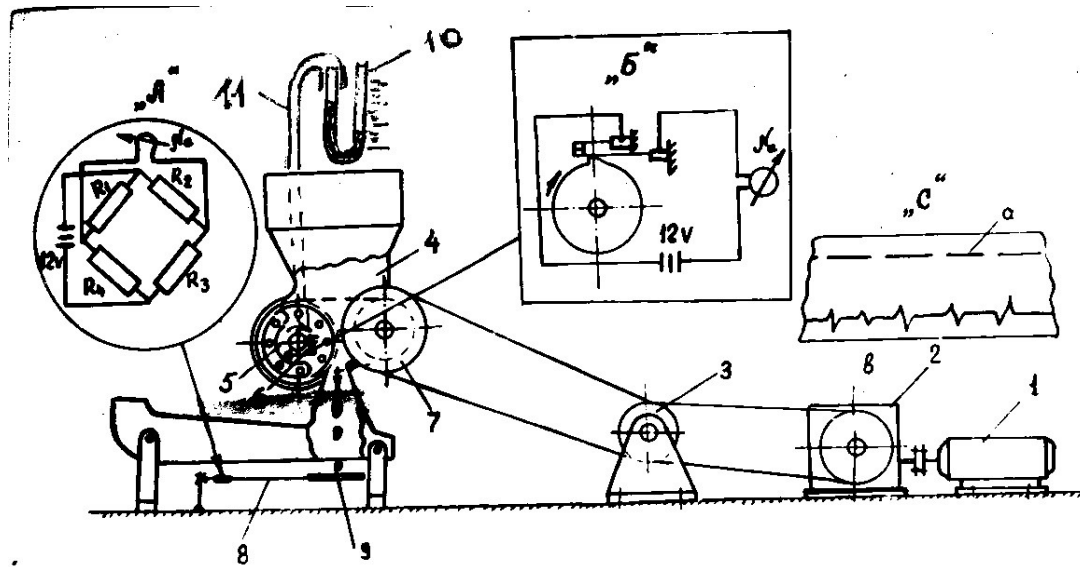
ამ მანქანებით მუშაობის ბოლო წლების პრაქტიკამ გვიჩვენა, რომ პნევმატიკური სათესი მანქანები მთელ რიგ დადებით მხარეებთან ერთად ხასიათდება ზოგიერთი უარყოფითი თვისებებით. ასე, მაგალითად:

- სათესის მუშაობის დროს შეიმჩნევა განაპირა ჩამთესებში წნევის ვარდნა, რაც იწვევს სათანადო გამომთესი აპარატების მუშაობის ხარისხობრივ გაუარესებას, რის შედეგადაც გამოთესვის სიზუსტე კლებულობს;
- თვით პნევმატიკური გამომთესი აპარატის უარყოფითი წნევის კამერაში პლასტმასიგან დამზადებული საყელური ვერ უზრუნველყოფს სათანადო სიმჭიდროვეს და იწვევს წნევის კარგვას, რაც აგრეთვე აუარესებს გამოთესვის სიზუსტეს;

- გამომთესი დისკოს რეკომენდებული ნახვრეტების დიამეტრი ვერ უზრუნველყოფს მსხვილმარცვლოვანი თესლების (სიმინდის ჯიში “აჯამეთის თეთრი”) ხარისხოვნად თესვას, რადგანაც გამომთეს დისკოსთან მარცვლის მიკვრის ხარისხი დაბალია.

გავითვალისწინეთ რა არსებული პნევმატიკური სათესი მანქანების ზემოთ ჩამოთვლილი უარყოფითი მხარეები, მიზნად დავისახეთ გამოგვეკვლია პნევმატიკური გამომთესი მანქანების აპარატის მუშაობის პროცესი და დაგვედგინა ის ძირითადი პარამეტრები, რომლებიც უშუალოდ მონაწილეობს სათესის სამუშაო პროცესში. ეს პარამეტრები შემდეგია: უარყოფითი წნევის (ვაკუუმის) მნიშვნელობა; გამომთეს დისკოზე ნახვრეტების რაოდენობა და დიამეტრი; გამომთესი დისკოს კუთხური სიჩქარე და მანქანის გადაადგილების სიჩქარე.

ამ პარამეტრების დასადგენად და შედარებითი ექსპერიმენტის ჩატარების მიზნით საქართველოს სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო უნივერსიტეტის სოფლის მეურნეობის მექანიზაციის კათედრაზე დამზადებულია პნევმატიკური გამომთესი აპარატის მუშა სტენდი, რომელიც საშუალებას იძლევა ლაბორატორიულ პირობებში ჩატარდეს აღნიშნული გამომთესი აპარატის მუშაობის გამოკვლევა და ზემოთ მითითებული პარამეტრების ოპტიმალური მნიშვნელობების დადგენა(სურ. 2.2).



სურ. 2.2. სათესი მანქანის პნევმატიკური გამომთესი აპარატის ლაბორატორიული სტენდის სქემა.

1. ელექტროამრავი; 2. ჭიახრახნული რედუქტორი; 3. ვარსკვლავა; 4. სათესლე ყუთი; 5. უარყოფითი წნევის კამერა; 6. გამომთესი დისკო; 7. ვარსკვლავა; 8. ტენზოგადამწოდი; 9. ტენზოგადამწოდის მარცვლის მიმღები ფირფიტა; 10. წყლის მილი; 11. რეზინის მილი.

ა – ტენზოგადამწოდის ჩართვის სქემა.

ბ – დისკოს ბრუნთა რიცხვის აღმრიცხველის სქემა.

გ – ოსცილოგრამა (ა-ბრუნვათა რიცხვის პერიოდი).

გამოთესვის სიზუსტის მაჩვენებლის დადგენის მიზნით სტენდზე ჩატარებული იქნა ლაბორატორიული გამოკვლევა. საწყის პარამეტრებად მიღებული იქნა:

- უარყოფითი წნევა $P_{ვკ} = \text{const} = 0,3 \cdot 10^{-4}$ მკა.
- გამოთესილი დისკოს კუთხური სიჩქარე $\omega = \text{const} = 20$ წმ⁻¹.

- მანქანის გადაადგილების სიჩქარე (ოსცილოგრაფის ლენტის გადაადგილების სიჩქარე) $V = \text{const} = 0,2 \text{ მ.წმ}^{-1}$.

ექსპერიმენტის დროს შერჩეული იქნა დისკოს ნახვრეტების დიამეტრის ორი ვარიანტი: $d_1 = 11/5,6 \text{ მმ}$ და $d_2 = 13/5,6 \text{ მმ}$; ცდა ჩატარებული იქნა დისკოზე ნახვრეტების სხვადასხვა რაოდენობის დროს, როდესაც $n = 22; 14; 8; 4; 2$. გამოთესილი და ჩამოვარდნილი მარცვლის ფიქსირება ხდებოდა ტენზოგადამწოდის მარცვლის მიმღებ ფირფიტაზე (სურ. 2.2-9). ოსცილოგრაფის ლენტზე შესაბამისად იწერებოდა დისკოს ბრუნვათა რიცხვები და ყოველი ბრუნვის დროს გამოთესილი მარცვლის რაოდენობა (2.2-8).

ცდის ჩატარება თითოეული ვარიანტისათვის იყო სამჯერადი. ცდის მონაცემები მოცემულია სურათზე 2.3., სადაც გათვალისწინებულია დისკოს ნახვრეტების რაოდენობა, ნახვრეტების დიამეტრი, დისკოს 1 ბრუნვის დროს გამოთესილი თესლის რაოდენობა, უარყოფითი წნევის მნიშვნელობა და გამოთესვის სიზუსტე %-ობით [54, 55].

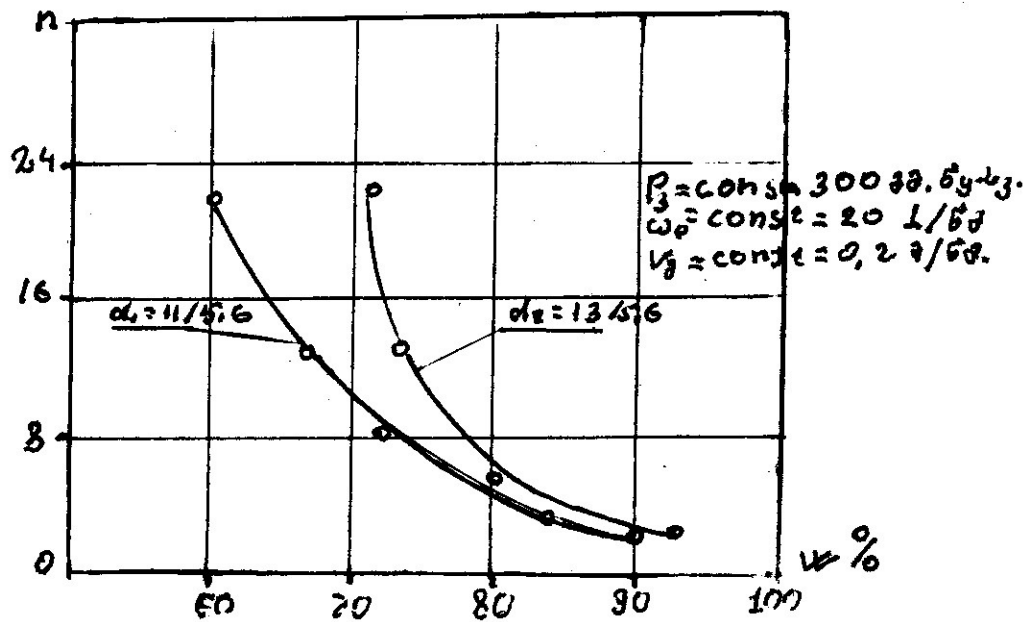
ჩატარებული ლაბორატორიული ცდების სიზუსტის დიაგრამა მოცემულია ნახაზზე 2.3.

როგორც დიაგრამიდან ჩანს, უარყოფითი წნევის ერთი და იგივე მნიშვნელობისათვის გამოთესვის სიზუსტის მაჩვენებელი დიდია იმ შემთხვევაში, როდესაც დისკოზე ხვრეტილების რიცხვი მინიმალურია $n = 2$; $N = 90-93\%$. გამოთესვის სიზუსტე მატულობს აგრეთვე, როდესაც ნახვრეტების დიამეტრი გაიზარდა 11-დან 13 მმ-დე. ამან სიმინდის “აჯამეთის თეთრის” თესლის დისკოს ნახვრეტზე მიკვრა უფრო აამაღლა.

გამოთესვის სიზუსტე მცირდება, როდესაც დისკოზე ნახვრეტების რაოდენობა მაქსიმალურია. $n=22$; $N=63-733\%$. ეს მიუთითებს იმ ფაქტზე, რომ დისკოზე ნახვრეტების რაოდენობის გაზრდით გამოთესვის სიზუსტის მაჩვენებელი კლებულობს და საერთოდ, როგორც ექსპერიმენტმა გვიჩვენა, გამოთესვის სიზუსტის მაჩვენებელი ყველა შემთხვევაში არ შეესაბამება აგროტექნიკურ მოთხოვნებს.

ჩატარებული ლაბორატორიული ცდების სიზუსტის მაჩვენებლები მოცემულია ცხრილში 2.1.

როგორც ექსპერიმენტული კვლევის მასალებიდან ჩანს გამოთესილი თესლის სიზუსტეზე დიდ გავლენას ახდენს როგორც გამომთესი დისკოს პარამეტრები (კუთხური სიჩქარე, ნახვრეტების რაოდენობა და დიამეტრი), ასევე უარყოფითი წნევის (ვაკუუმის) მუდმივობა. არსებული კონსტრუქციის პნევმატიკურ გამომთეს აპარატებში ადგილი აქვს წნევის კარგვას, რაც უარყოფითად მოქმედებს გამოთესვის სიზუსტეზე - დროის ერთეულში გამოთესილი მარცვლის რაოდენობის მუდმივობაზე. ამიტომ მიზანშეწონილად მიგვაჩნია პნევმატიკური გამომთესი აპარატის კონსტრუქციის სრულყოფა, სადაც გათვალისწინებული იქნება ყველა ის უარყოფითი მხარეები, რომლებიც აღმოჩნდა ექსპერიმენტის ჩატარების დროს.



სურ. 2.3. გამოთესვის სიზუსტის დიაგრამა.

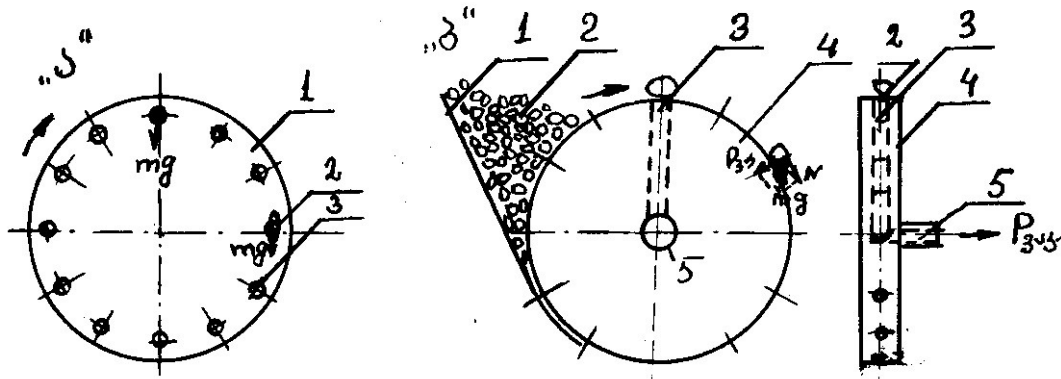
სოფლის მეურნეობის მექანიზაციის კათედრაზე დამუშავებულია ორიგინალური პნევმატიკური გამოთესი აპარატის პრინციპული სქემა, რომელიც დამზადდა და ჩაუტარდა შედარებითი ლაბორატორიული გამოცდა.

**2.3. ორიგინალური პნევმატიკური გამომთესი აპარატის დამუშავების
თეორიული საფუძვლები და კონსტრუქციული
განხორციელება.**

სერიული წარმოების პნევმატიკური გამომთესი აპარატის დისკოს (1) ნახვრეტზე (ნახ. 2.4-ა) თესლის მიკვრა და შეკავება ჩამთესის სივრცეში მისვლამდე ხორციელდება გამწოვი ვაკუუმით და საჭიროებს მუდმივობას, რომ თესლი (2) არ მოწყდეს ნახვრეტს (3) და არ ჩავარდეს.

საჭირო გახდა ისეთი გამომთესი აპარატის შექმნა, სადაც თესლი ნახვრეტზე იქნება დადებული და არა ჩამოკიდებული. მზრუნავ დისკოს (4) (ნახ.2.4-ბ) ნახვრეტები (3) გაუკეთდა რადიალურად, რომელიც დაკავშირებულია უძრავ მორგვზე ამოჭრილ ნახევარწრიულ ღართან, ეს ღარი კი – ღრუ ღერძით ვაკუუმის მილთან (5). თესლის მიკვრა ნახვრეტზე ხორციელდება ანალოგიურად სერიული დისკოსი, გამწოვი ვაკუუმით.

რადიალურ ნახვრეტებიან ექსპერიმენტულ პნევმატიკურ აპარატში თესლის (2) მიკვრა საერთო მასიდან რადიალურ ნახვრეტზე (3) ხორციელდება $P_{ვაკ}$ რადიალური გამწოვი ვაკუუმით(5) მიკრულ თესლზე მომქმედი სიმძიმის ძალა mg მოქმედებს ვერტიკალურად, თესლი მიკრულია რადიალურ ნახვრეტზე, სადაც წარმოიშვება ხახუნის ძალა გამოწვეული თესლისა და ლითონის გამომთეს დისკოზე არსებული ხახუნის კოეფიციენტის გამო. ამიტომ მიკრული თესლის შესაკავებლად რადიალურ ნახვრეტზე საჭირო ძალა ყოველთვის მცირეა წონის ძალაზე mg ხახუნის ძალის სიდიდით. იგი $F=mg \operatorname{tg}\varphi$, სადაც φ არის ხახუნის კუთხე თესლისა ფოლადის დისკოზე. ამიტომ მუშაობის პროცესში უთანაბრო ვაკუუმის შემთხვევაში ადგილი აღარ აქვს მის მოწყვეტას და ვერტიკალურად ვარდნას. მას აკავებს ხახუნის ძალა დისკოზე.



ნახ. 2.4. სერიული დისკის და რადიალურ ნახვრეტებიანი პნევმატიკური გამომთესი აპარატის სქემები.

ა) სერიული დისკი.

ბ). რადიალურ ნახვრეტებიანი

პნევმატიკური

1. დისკო; 2.თესლი;

აპარატი:

3. ნახვრეტი.

1. სათესლე ყუთი; 2. თესლი. 3. რადიალური ნახვრეტი; 4. დისკი; 5. ვაკუუმის მილი.

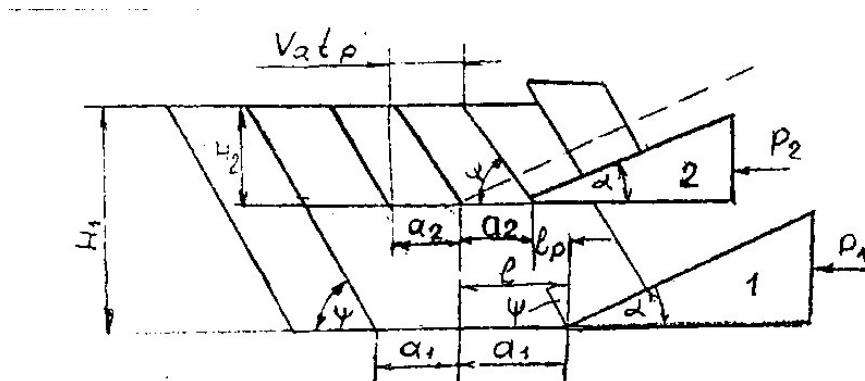
2.4. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის პასიური მუშა ორგანოების შეთანაწყობის დასაბუთება.

როგორც ჩვენში, ისე საზღვარგარეთ შესწავლის პროცესშია საკითხი ნიადაგის მექანიკური დამუშავების შემცირების შესახებ. იქმნება ახალი, უფრო პროგრესული ტექნოლოგიები და ტექნიკური საშუალებები

ნიადაგის დამუშავებისათვის, კერძოდ ღრმა, ძირითადი გაფხვიერების შეცვლა მცირე სიღრმეზე დამუშავებით [19, 74].

საქართველოს პირობებში ზონების მიხედვით ნიადაგის დამუშავების ტექნოლოგია სხვადასხვა ტექნოლოგიების რაციონალურ შეთავსებაში უნდა ვეძიოთ [20, 16]. ამ მხრივ საყურადღებოა ნიადაგის ფენობრივად დამუშავება სხვადასხვა სიღრმეზე აგრეგატის ერთი გავლით რამდენიმე პასიური მუშა ორგანოს გამოყენებით. ამ თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია ნიადაგდამამუშავებელი მუშა ორგანოების რაციონალური შეთანაწყობის დასაბუთება.

ნიადაგის ფენობრივი დამუშავების დროს აგრეგატის ერთი გავლით მიიღწევა ნიადაგის გაფხვიერების შედარებით მაღალი ხარისხი ენერჯის ნაკლები დანახარჯების პირობებში. ფენობრივი დამუშავება ხდება პასიური მუშა ორგანოების სხვადასხვა სიღრმეზე განლაგებით. მათი რაციონალური შეთანაწყობის დასაბუთებისათვის განვიხილოთ ორი სოლის ერთდროულად მუშაობის ტექნოლოგიური სქემა (ნახ. 2.5.).



ნახ. 2.5. ნიადაგის გაფხვიერების ტექნოლოგიური სქემა სხვადასხვა

სიღრმეზე განლაგებული ორი პასიური მუშა ორგანოთი.

ნიადაგში სოლის გადაადგილება ხდება ცვალებადი დატვირთვით. დასაწყისში ეს დატვირთვა ნულის ტოლია, ხოლო შემდეგ თანდათანო - ბით იზრდება. როდესაც სოლი გადაადგილდება ნიადაგში რაღაც a მანძილზე, კუმშვის წინააღმდეგობა იზრდება იმ ზღვრამდე, რომელიც საჭიროა ბელტის ელემენტის მოსახლეჩად რაღაც ირიბი ψ კუთხით, რომელიც ტოლია [39, 40]:

$$\psi = 90^\circ - \frac{\alpha + \varphi + \varphi_1}{2} \quad (2.2)$$

სადაც α არის სოლის დახრის კუთხე კვალის ძირის მიმართ;

φ - ხახუნის კუთხე ბელტსა და სოლს შორის;

φ_1 - ხახუნის შიგა კუთხე ბელტის ელემენტის ნიადაგის მასივიდან ძვრის დროს.

მასივიდან ბელტის ელემენტის მოხლეჩის შემდეგ იგი იწყებს სრიალს მოხლეჩის სიბრტეჩისა და სოლის მუშა ზედაპირის მიმართ. შემდეგ ეს პროცესი მეორდება თავიდან და მიიღება ერთმანეთის მიმართ დაძრული ბელტები.

სოლის გადაადგილება a , როცა მკუმშავი ძაბვა იზრდება მოხლეჩის ზღვრულ მნიშვნელობამდე, განისაზღვრება შემდეგი ცნობილი ფორმულით [74]:

$$a = \frac{H \cos \varphi \sin^2 \left(\frac{90^\circ - \varphi_1}{2} \right) \cdot \cos \left(\frac{\varphi + \varphi_1 - \alpha}{2} \right)}{\cos \left(\frac{\alpha + \varphi + \varphi_1}{2} \right)} \quad (2.3)$$

სადაც H ნიადაგის დამუშავების სიღრმეა.

სხვადასხვა სიმაღლეზე განლაგებული სოლების ნიადაგში გადაადგილების დროს მოხლეჩის ψ კუთხე, როგორც ფორმულიდან ჩანს, დაახლოებით ერთნაირი იქნება. დამუშავების სიღრმე ნიადაგის ერთნაირი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გამო, ხოლო მანძილი a , რომლის დროსაც ნიადაგში აღიძვრება მოხლეჩის ძაბვის ზღვრული მნიშვნელობა, დამოკიდებულია დამუშავების სიღრმეზე H . ნიადაგის დამუშავებაზე დახარჯული ენერგია იქნება მინიმალური და წარმოიქმნება მაქსიმალური რაოდენობის ბზარები მაშინ, როდესაც ქვედა და ზედა სოლების მიერ ნიადაგში წარმოქმნილი მაქსიმალური დამაბული მდგომარობა დროში ერთმანეთს დაემთხვევა [74].

2.5. ნახაზიდან ჩანს, რომ ასეთი დამთხვევისათვის საჭიროა სოლების წვერებს შორის მანძილი შეირჩეს დამოკიდებულებით:

$$l = H_1 \operatorname{ctg} \psi - H_2 \operatorname{ctg} \psi = (H_1 - H_2) \operatorname{ctg} \psi \quad (2.4)$$

სადაც H_1 და H_2 პირველი და მეორე სოლების მიერ ნიადაგის დამუშავების სიღრმეა.

სოლების წვერებს შორის მანძილის დასაბუთებისათვის დახარჯული ენერგიის შემცირების პირობიდან გამომდინარე შეიძლება გამოვიყენოთ ასეთი მიდგომა; როგორც ცნობილია, ნიადაგის დეფორმაცია ემორჩილება მაქსველის დეფორმაციის კანონს, რომლიდანაც გამომდინარეობს, რომ ბზარის წარმოშობის შემდეგ ბელტის მოსახლეჩი ელემენტი იმყოფება დამაბულ-დეფორმირებულ მდგომარეობაში [74]. რელაქსაციის დროის განმავლობაში მოხლეჩის ძაბვა დროში იცვლება შემდეგი კანონით:

$$\tau = \tau_0 \cdot e^{-\frac{t}{T_p}} \quad (2.5)$$

სადაც τ_0 არის საწყისი ძაბვა ბზარის გაჩენის მომენტში.

T_p რელაქსაციის დროა.

t დროა.

რელაქსაციის დრო T_p არის ის დრო, რომლის განმავლობაში მხები ძაბვა τ მცირდება $1=2,718$ -ჯერ τ_0 საწყის ძაბვასთან შედარებით.

რელაქსაციის დროის T_p განმავლობაში V_a სიჩქარით მოძრავი აგრეგატი გაივლის $V_a T_p$ მანძილს მაშინ, როგორც 2.5. ნახაზიდან ჩანს, სოლის წვერებს შორის მანძილი შეიძლება ვიანგარიშოთ შემდეგი ფორმულით:

$$l_p = H_1 \operatorname{ctg} \psi - H_2 \operatorname{ctg} \psi - V_a T_p = (H_1 - H_2) \operatorname{ctg} \psi - V_a T_p \quad (2.6).$$

მიღებული ფორმულები საშუალებას იძლევა დავასაბუთოთ ნიადაგის ფენობრივად დამამუშავებელი პასიური მუშა ორგანოების რაციონალური შეთანაწყობა. ზოგიერთ შემთხვევაში, გათვალისწინებული უნდა იქნეს ნიადაგის დასარევილიანებაც, რათა მუშა ორგანოები არ გამოიტენოს სარეველა მცენარეებით.

დასკვნები მეორე თავის მიხედვით:

1. დამუშავებულია სათოხნი კულტურების თესვის კომბინირებული სამანქანო ტექნოლოგია და მანქანის პრინციპული სქემა.

2. განსაზღვრულია ექსპერიმენტული სათესი მანქანის ტექნოლოგიური და საექსპლუატაციო პარამეტრები:

- ა. ნიადაგის დამუშავების სიღრმე – 0,15-0,20 მ;
- ბ. დასათესი რიგების რაოდენობა – 2;
- გ. თესვის სიღრმე – 0,04-0,06 მ;
- დ. მწკრივთაშორის მანძილი – 0,7 მ;
- ე. მოდების განი – 1,4 მ;
- ვ. მწარმოებლობა – 0,5 ჰა/სთ;
- ზ. მანქანის სამუშაო სიჩქარე – 1,8 მ/წმ.

3. დასაბუთებულია კომბინირებული სათესი მანქანის ნიადაგდამამუშავებელი სამუშაო ორგანოების შეთანაწყობის პრინციპული სქემა.

4. დამუშავებულია პნევმატიკური ტიპის ექსპერიმენტული გამომთესი აპარატი, რომელიც უზრუნველყოფს მარცვლების სრულ გამოთესვას დისკოს რადიალურ ხვრეტილებზე მათი შეკავების ხარჯზე.

თავი III. პნევმატიკური გამომთესი აპარატების მუშაობის თეორიული თავისებურებანი.

3.1. პნევმატიკური გამომთესი აპარატის ვაკუუმის სიდიდის გავლენა მარცვლების გამოთესვის სისრულეზე.

ერთეული თესლების მიკვრისა და გამოტანის პირობები შემდეგნაირია: თესლის (2) (ნახ. 3.1) მიკვრა გამომთესი დისკოს (1) ნახვრეტზე ხორციელდება შემწოვი ველის უშუალო სიახლოვეში, ანუ თესლის დაშორების სიდიდით ნახვრეტიდან მკვეთრად ეცემა ჰაერის ნაკადის სიჩქარე. განვიხილოთ ერთეული თესლების მიკვრისა და გამოტანის პირობები მთელი მასიდან შემწოვი ჰაერის ნაკადის მიერ. თესლზე მოქმედებს შემდეგი ძალები: P – ჰაერის ნაკადის მიკვრის ძალა; P_0 - თესლის მასაში ღერძული დაწოლა, რომელიც დამოკიდებულია უმთავრესად შემწოვ საკანში ჩაყრილი თესლის დონის სიმაღლეზე და ელასტიკური შემრევის მოქმედებაზე. mg – თესლის სიმძიმის ძალა;

$$P_6 = mr_{\text{დ}} \omega^2 \quad (3.1)$$

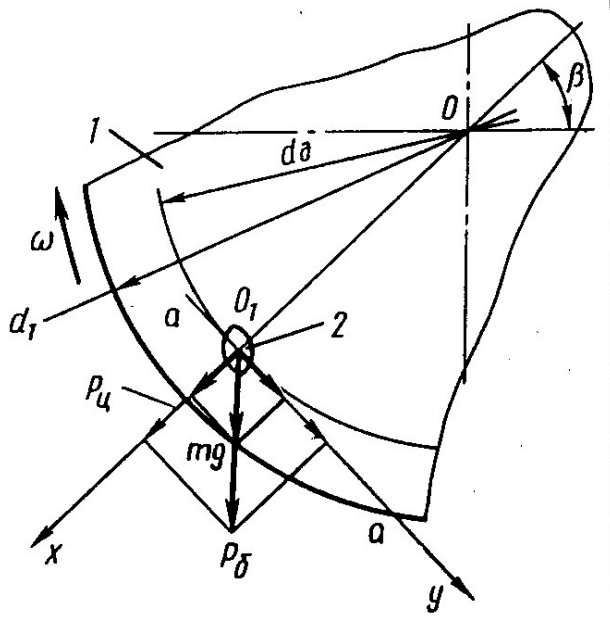
P_6 – ინერციის ცენტრიდანული ძალა. $P_{\text{გ}}$ – თესლებზე გვერდითი წნევის ძალა.

თესლი შეკავდება ნახვრეტზე ხახუნის ძალის გავლენით, რომელიც წარმოიშვება მიკვრისა და ღერძული წნევის მოქმედებით, ანუ

$$F = (P + P_0) \operatorname{tg} \varphi_1 \quad (3.2)$$

სადაც φ_1 არის დისკზე თესლის ხახუნის კოეფიციენტი.

დანარჩენი მოქმედი ძალები ეწინააღმდეგებიან თესლის მთელი მასიდან ერთეული მარცვლის გამოტანას, აძლევს რა ტოლქმედს ω -ს მიმართულების შემხვედრად.



სურ. 3.1. დისკოთი თესლების მასიდან ერთეული მარცვლის მიკვრისა და გამოტანის სქემა.

1 – დისკო; 2- მარცვალი.

დასაწყისში კოორდინატები შევირჩიოთ O_1 წერტილში, ანუ d_1 დიამეტრის დისკზე თესლის მიკვრის წერტილში. გავატაროთ კოორდინატთა ღერძები: O_1Z ღერძი მიმართულია მიკვრის ძალის მოქმედების ხაზზე (ნახაზის სიბრტყის პერპენდიკულარულად), ხოლო O_1Y ღერძი $a-a$ ხაზზე. დავაგეგმილოთ X და Y ღერძებზე მოქმედი ძალები და ვიპოვოთ ტოლქმედი:

$$P_x = P_\delta + mg \sin \beta + P_\sigma \sin \beta \operatorname{tg} \varphi$$

$$P_y = mg \cos \beta + P_\sigma \cos \beta \operatorname{tg} \varphi \quad (3.3)$$

სადაც φ არის თესლების შინაგანი ხახუნის კუთხე.

(3.3) განტოლებიდან სიმცირის გამო გამოვრიცხოთ $P_{\sigma} \sin \beta \operatorname{tg} \varphi$ მდგენელი ძალა, რომელიც უკუქმედებისაა; ასევე ღერძული ძალა P_0 რომელიც იჭერს თესლს ნახვრეტზე. მაშინ წარმოშობილი ძალების ტოლქმედი ტოლია:

$$R = \sqrt{P_x^2 + P_y^2} = \sqrt{P_y^2 + 2P_y mg \sin \beta + m^2 g^2 \sin^2 \beta + m^2 g^2 \cos^2 \beta + 2P_{\sigma} mg \cos^2 \beta \operatorname{tg} \varphi + P_{\sigma}^2 \cos^2 \beta \operatorname{tg}^2 \varphi} \quad (3.4)$$

გამარტივების შემდეგ მიიღება

$$R = \sqrt{P_y^2 + m^2 g^2 + 2P_y mg \sin \beta + P_{\sigma} \cos^2 \beta \operatorname{tg} \varphi (2mg + P_{\sigma} \operatorname{tg} \varphi)} \quad (3.5)$$

თესლების მთლიანი მასიდან ერთეული მარცვლის მიკვრისა და გამოტანის პირობები ზოგადი სახით შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:

$$P \operatorname{tg} \varphi_1 \geq R \quad (3.6)$$

ხოლო მიკვრის ძალის რიცხვითი მნიშვნელობა ზოგადი სახით იქნება:

$$P \geq \sqrt{P_y^2 m^2 g^2 + 2P_y mg \sin \beta + P_{\sigma} \cos^2 \beta \operatorname{tg} \varphi (2mg + P_{\sigma} \operatorname{tg} \varphi)} / \operatorname{tg} \varphi_1 \quad (3.7)$$

როცა $\beta = 0$, გამოსახულება (3.7) მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$P \geq \sqrt{P_y^2 + m^2 g^2 + P_{\sigma} \operatorname{tg} \varphi (2mg + P_{\sigma} \operatorname{tg} \varphi)} / \operatorname{tg} \varphi_1 \quad (3.8)$$

СУПН-8 სათესის გამომთესი აპარატის მაქსიმალური წნევა P_{σ} წარმოიშვება მაშინ, როდესაც ყველაზე მაღალია თესლების დონე მისაკრავი მარცვლის თავზე, რომელიც შეესაბამება $\beta = 45^{\circ}$ კუთხეს. პნევმატიკური გამომთესი აპარატების კვლევის შედეგების ანალიზმა ცხადყო, რომ შემწოვ საკანში ჩაყრილი თესლის დონე მნიშვნელოვნად მოქმედებს თესლის მიკვრისა და გამოტანის ეფექტზე მთლიანი მასიდან [41].

განვიხილოთ პნევმატიკური აპარატის მუშაობის რეჟიმი და კონსტრუქციული ელემენტები. თესლის მიკვრის ძალა მიკვრის ნახვრეტის ფართისა S და გაუხშობის ΔP მნიშვნელობათა გათვალისწინებით, შეიძლება გამოვსახოთ ფორმულით:

$$P=K\Delta PS \tag{3.9}$$

სადაც K არის პროპორციულობის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს სხვადასხვა ფაქტორების ჯამურ მოქმედებას და განისაზღვრება ექსპერიმენტულად. ლ.ს.ზენინის მონაცემებით [41] ეს კოეფიციენტები შეადგენს: შაქრის ჭარხალზე - 0,33 . . .1,15; სიმინდზე – 0,35 . . . 1,35;

ნახვრეტის ფართობს S პოულობენ ა. ა. ბუდაგოვის [42] კვლევის შედეგების მონაცემებით, დიამეტრის მნიშვნელობა

$$d=(0,6\dots0,7)b_{\infty} \tag{3.10}$$

სადაც d არის მიკვრის ნახვრეტის დიამეტრი,

b_{∞} - თესლების საშუალო სიგანე.

პნევმატიკური აპარატის მუშაობის რეჟიმებსა და მთლიანად სათესის, ასევე აპარატის კონსტრუქციულ პარამეტრებს შორის არსებობს განსაზღვრული კავშირი. მაგალითად, თესლების მიწოდება წამში Q'_{∞} გამომთესი დისკით შეადგენს

$$Q'_{\infty}=U/(d+\Delta l), \tag{3.11}$$

სადაც U არის ნახვრეტის ცენტრის მიმართ დისკის წრიული სიჩქარე;

Δl – ნახვრეტებს შორის ზღუდარი.

მაგრამ $d+\Delta l=l_{\text{უკ}}$ არის დისკზე ნახვრეტის ბიჯი. მარცვლის ნორმალური მიკვრისა და გამოტანისათვის აუცილებელია, რომ

$$l_{\text{უჯ}} \geq 2l_{\text{მაქს}} \quad (3.12)$$

სადაც $l_{\text{მაქს}}$ არის თესლის მაქსიმალური სიგრძევი ზომა.

$Q'_{\text{წმ}}$ თესლების წამური მიწოდების გამოსახვა სათესის სამუშაო სიჩქარისა $V_{\text{ა}}$ და პუნქტირის ბიჯის $l_{\text{თ}}$ (თესლებს შორის მანძილი გრძივად მწკრივში) გათვალისწინებით

$$Q'_{\text{წმ}} = V_{\text{ა}} / l_{\text{თ}} \quad (3.13)$$

პუნქტირის ბიჯი $l_{\text{თ}}$, შეიძლება ვიანგარიშოთ ფორმულის

$$Q_{\text{თ}} = \frac{10^4 Z_c}{b l_c} \quad (3.14)$$

გათვალისწინებით

$$l_{\text{თ}} = \frac{10^4 Z_c}{Q_c b}, \quad (3.15)$$

სადაც, Z_c არის დისკზე ხვრეტილების რიცხვი;

$Q'_{\text{წმ}}$ – თესლების წამური მიწოდება;

b - მწკრივთაშორის მანძილი.

თუ ზემოთ აღნიშნული (3.11) და (3.13) ფორმულების მარჯვენა მხარეებს გავუტოლებთ, მივიღებთ:

$$U = \frac{V_m (d + \Delta l)}{l t} \quad (3.16)$$

მაგრამ თავის მხრივ $U = \pi d_1 n / 60$. მაშინ (3.16) ფორმულით ვიპოვით გამწოვი დისკის დიამეტრს ნახვრეტის ცენტრების მიმართ:

$$d_{\text{დ}} = \frac{60 V_m (d + \Delta l)}{\pi n l_c} \quad (3.17)$$

დისკის მთლიანი დიამეტრი

$$d_1 = d_{\text{დ}} + (3.4) l_{\text{მაქს}} \quad (3.18)$$

ნახვრეტების რიცხვი $Z_{\text{დ}}$ გამომთეს დისკზე

$$Z_{\text{დ}} = \pi d_{\text{დ}} / (d + \Delta l) \quad (3.19)$$

ვენტილატორისათვის საჭირო ჰაერის მთლიანი ხარჯი Q განისაზღვრება ფორმულით:

$$Q = K_{\text{მოკ}} V_{35} S Z_3 Z \quad (3.20)$$

სადაც $K_{\text{მოკ}}$ არის თესლის მიკვრის კოეფიციენტი $K_{\text{მოკ}} = 0,55 \dots 0,72$ (იგი არის თესლმიკრულ ნახვრეტზე ჰაერის სიჩქარის დამოკიდებულება თესლის გარეშე ჰაერის სიჩქარესთან);

V_{35} - დისკის ნახვრეტში ჰაერის ნაკადის სიჩქარე;

Z_3 - ვაკუუმის საკანში ერთდროულად მყოფი დისკის უჯრედების რიცხვი;

Z - აპარატების რიცხვი.

S - ნახვრეტის ფართობი.

დისკის ნახვრეტში (თესლის გარეშე) ჰაერის ნაკადის სიჩქარე V_{35} , როცა ცნობილია ΔP გაუხშობის სიდიდე, სათესის საჰაერო სისტემაში, იქნება:

$$V_{35} = \alpha \sqrt{2\Delta P / \rho}, \quad (3.21)$$

სადაც α არის ნახვრეტის აეროდინამიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტი, $\alpha = 0,70 \dots 0,72$ როცა ნახვრეტის დიამეტრი 0,8. . 3,0 მმ-ია. ρ - ჰაერის სიმკვრივე.

პრაქტიკაში ΔP გაუხშობის სიდიდეს ირჩევენ ისე, რომ თესლის ნახვრეტზე მიკვრის ძალა 10-ჯერ მეტი იყოს თესლის სიმძიმეზე.

დამოკიდებულება P/mg შაქრის ჭარხლისათვის ტოლია 125-ის, სიმინდისათვის – 32,2; აბუსალათინისათვის – 27,5 [42].

დასკვნები III თავის მიხედვით:

1. თეორიულად განისაზღვრა ვაკუუმის სიდიდის გავლენა მარცვლის გამოთესვის სისრულეზე.
2. გაანალიზდა ერთეული თესლების მიკვრისა და გამოტანის პირობები, აგრეთვე დისკოს მუშაობის პროცესი და თეორიული საფუძვლები გამომთესი დისკოს პარამეტრების სრულყოფისათვის.
3. გაანალიზდა თესლის გამოთესვაზე მოქმედი ჯამური და მთელი მასიდან ერთეული მარცვლის გამომტანი საწინააღმდეგო ძალები.

თავი IV. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის გამომთესი აპარატის კვლევის შედეგები.

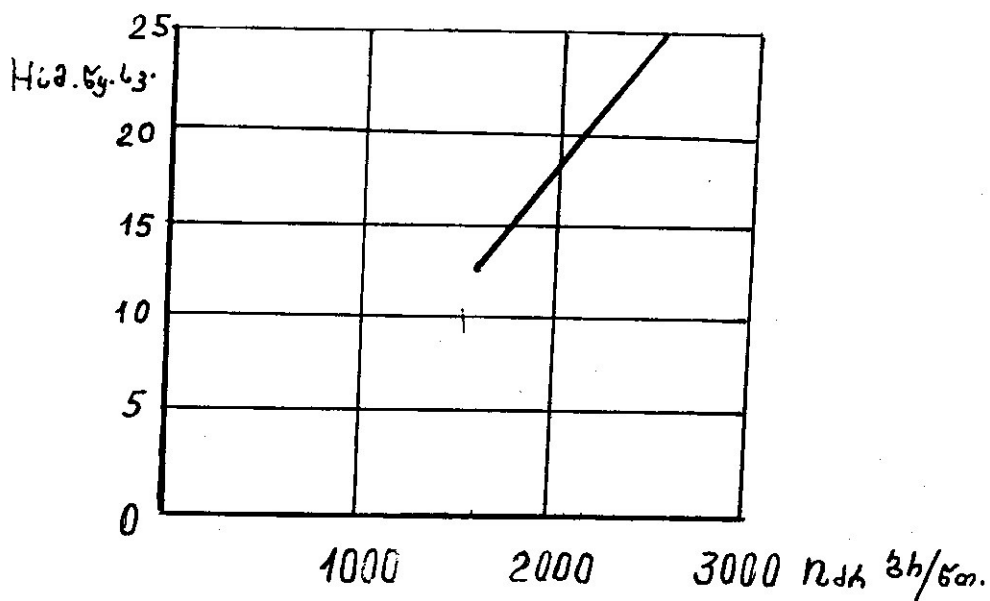
4.1. პნევმატიკური ტიპის გამომთესი აპარატის ლაბორატორიული კვლევის შედეგები.

მცირე კონტურიან ნაკვეთებზე დიდი გაბარიტებისა და წონის მანქანების გამოყენება, ბუნებრივია, ამცირებს აღნიშნული მანქანების საექსლუატაციო მაჩვენებლებს, რაც პირდაპირ კავშირშია მიღებული

პროდუქციის თვითღირებულების გაზრდასთან. აღნიშნულის გამო დღეისათვის დიდი მოთხოვნილებაა მცირე კონტურიან ნაკვეთებზე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანისათვის მუშაუნარიან ტექნიკურ საშუალებებზე. ცნობილია, რომ სათოხნი კულტურების პუნქტირული თესვისთვის ყველა მეთოდთან შედარებით უპირატესობა ენიჭება პნევმატიკურ პრინციპზე მომუშავე სათესებს. მაგრამ ასეთი სათესები ტექნიკურად ძალიან რთულია და ხშირ შემთხვევაში ვერ უზრუნველყოფს ვაკუუმის საჭირო სიდიდეს, რის გამოც თესვის სისრულე 90%-ს არ აღემატება. მცირე მოდების განიან პნევმატიკურ პრინციპზე მომუშავე სათესის განხორციელებისათვის საშუალება გვეძლევა ჰაერის ვაკუუმის საჭირო სიდიდის მიღება მოვახდინოთ სხვა ტექნიკური საშუალებების გამოყენებით, როგორცაა ექვეტორი. ცდებმა გვიჩვენა, რომ უნივერსალურ შემსხურებელ-გამომკვებ “პოუ” მანქანაზე [60] გამოყენებული ექვეტორი, როცა ის დაყენებულია ტ-25ა მარკის ტრაქტორის [60] ნამწვი აირების გამოსაბოლქვ მილზე, ძრავას 2500 ბრ/წთ დროს, იძლევა ჰაერის ვაკუუმს $0,25 \cdot 10^{-4}$ მპა-ის სიდიდის ტოლს, რაც საკმარისია სიმინდის მარცვლების გამოთესვის პროცესის შესრულებისათვის. ტ-25ა მარკის ტრაქტორის ძრავას ბრუნთა რიცხვთან დამოკიდებულებით ბვაკუუმის სიდიდეების მნიშვნელობები წარმოდგენილია ნახაზზე 4.1.

მცირე კონტურიან ნაკვეთებზე სათოხნი კულტურების თესვისათვის (სიმინდი, მზესუმზირა, სოია, ლობიო) მცირე მოდების განიან პნევმატიკურ პრინციპზე მომუშავე პუნქტირული სათესის

განხორციელებისათვის ჩვენს მიერ შერჩეული იქნა ტ-25ა მარკის ტრაქტორი, რომელზედაც კომპლექტება კონ-2,8 კულტივატორის [29] ორი სექცია. კულტივატორის სექციაზე მაგრდება მცირე მოცულობის სათესი ყუთი (3) (ნახ. 2.1.-ა). დასათესი კულტურის გამოთესვა ხდება სათესლე ყუთში მოთავსებული ვერტიკალურად დაყენებული დისკის საშუალებით



ნახ. 4.1. ჰაერის ვაკუუმის მნიშვნელობები ტ-25ა მარკის ტრაქტორის ძრავის ბრუნვით სიხშირესთან დამოკიდებულებით.

(4), რომელსაც გააჩნია რადიალური ხვრეტილები. აღნიშნულ ხვრეტილებზე ხდება ექვტორიდან მიღებული ჰაერის ვაკუუმის მიწოდება, რის საშუალებითაც მიმდინარეობს გამოსათესი თესლების მიკვრა აღნიშნულ ნახვრეტებზე. გამომთესი დისკოს აძვრა ხორციელდება კულტივატორის სექციის მაკოპირებელი თვლიდან ჯაჭვური გადაცემით

(10). გამომთესი დისკო მუშაობს ზედა გამოთესვაზე, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს თესლის მექანიკურ დაზიანებას. იმისათვის, რომ თესლი მექანიკურად არ დაზიანდეს, გამომთესი ფანჯარა (7) დახურულია დრეკადი ელემენტით. ფანჯრის გაღება ხდება გამოსათესი მარცვლის ზემოქმედებით (დანართი 1).

ექსპტორიდან მიღებული ვაკუუმი რეზინის მილით (15) უკავშირდება ხვრეტილიდან უძრავ ლილვს (5) (ფოტო 1). იმ შემთხვევაში, როდესაც ლილვის ხვრეტილი ემთხვევა გამომთესი დისკოს რადიალურ ხვრეტილებს, ჰაერის საშუალებით ხდება გამოსათესი თესლის მიკვრა დისკოს ნახვრეტებზე. დისკოს შემობრუნების შემდეგ ხდება მასზე არსებული ხვრეტილის დაფარვა გამომთესი დისკოს მორგვის ზედაპირით, რაც იწვევს ვაკუუმის “მოხსნას”, რის შემდეგაც გამოთესილი მარცვალი ვარდება თესლგამტარ მილში. კვლავამხსნელის მიერ (12) გახსნილ კვალში მოთავსებულ თესლზე მიწის მიყრა ხორციელდება (13, 14) მიწის მიმყრელებით. მწკრივში ჩათესილ თესლებს შორის მანძილის შეცვლისათვის საჭიროა შეიცვალოს წამყვანი (2) ან ამყოლი (6) კბილანა. დათესილ მწკრივებს შორის მანძილი შესაძლებელია ვცვალოთ ძელზე დაკიდებული კულტივატორის სექციების გადაადგილებით 0,4. . . 0,8 მ-ის ზღვრებში.

ზემოთ აღწერილ პნევმატიკურ პრინციპზე მომუშავე გამომთესი აპარატის ლაბორატორიულ პირობებში გამოცდა მოხდა სიმინდის, ლობიოსა და მზესუმზირას თესლებისათვის. ექსპტორით მიღებული ვაკუუმის სიდიდის შეცვლა ხდებოდა ტ-25ა მარკის ტრაქტორის ძრავას

მუხლანა ლილვის ბრუნვის სიხშირის ცვალებადობით, იზომებოდა წყლის სვეტის წნევიანი ხელსაწყოთი.

გამოთესილი დისკოს სხვადასვა რეჟიმზე მუშაობის დროს გამოთესვის სისრულე $q\%$ ისაზღვრებოდა ფორმულით:

$$q = \frac{q_{np} 100}{q_T} \quad (4.1)$$

სადაც q_T არის გამომთესი დისკოს ერთი შემობრუნების დროს გამოთესილი თესლის თეორიული რაოდენობა;

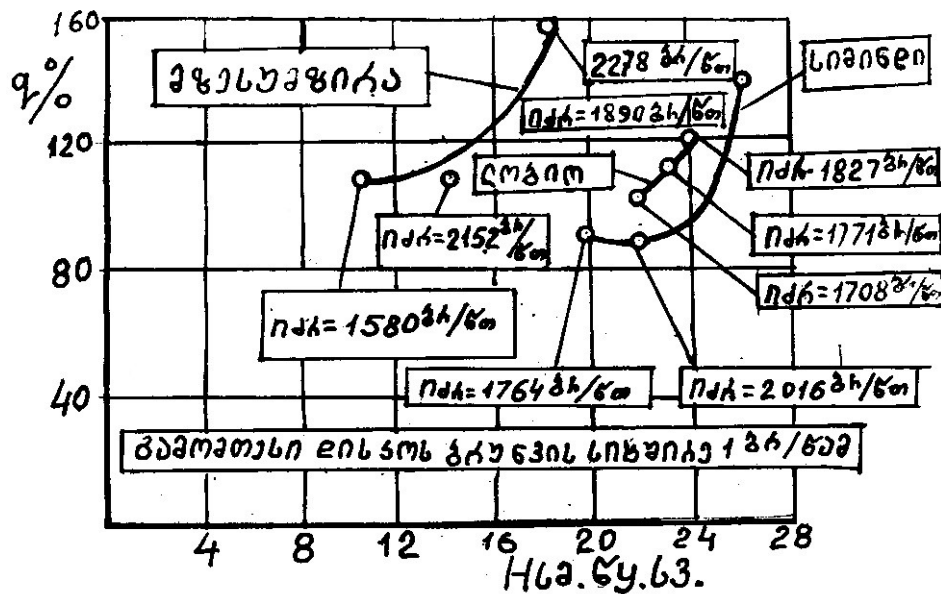
q_{np} - დისკოს ერთი შემობრუნების დროს გამოთესილი თესლის პრაქტიკული რაოდენობა.

ცდებით მიღებული შედეგები მოცემულია 4.2 ნახაზზე წარმოდგენილ დიაგრამაზე.

როგორც ნახაზზე (4.2) წარმოდგენილი დიაგრამიდან ჩანს, რაც უფრო იზრდება ვაკუუმის სიდიდე, გამოთესვის სისრულე მატულობს და ხშირ შემთხვევაში 100%-ზე მეტია. მაგალითად, მზესუმზირასათვის. იმ შემთხვევაში, როდესაც თესლის მასა იზრდება (ლობიოს თესლი) გამოთესვის სისრულე კლებულობს და იგი 98-102%-ს შეადგენს ვაკუუმის 0,20. . . 0,24 $\cdot 10^{-4}$ მპა წნევის დროს. გამოთესვის სისრულე სიმინდის შემთხვევაში ჰაერის ვაკუუმის 0,20-0,24 $\cdot 10^{-4}$ მპა სიდიდის დროს 85. . .140%-ის ტოლია.

ლაბორატორიული ცდები ტარდებოდა გამომთეს დისკოზე ექვსი რადიალური ხვრეტილით, თითოეული 0,003 მ-იანი სიდიდის დიამეტრით. მათ შორის 3 ხვრეტილი იმყოფება 180^0 -ის გარშემოწერილობის ღარში ჰაერის

ვაკუუმის ქვეშ. ჩატარებულმა ლაბორატორიულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ ზოგ შემთხვევაში, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, გამოთესვის სისრულე 100%-ზე მეტია, რაც გამოწვეულია ხვრეტილებზე ერთზე მეტი გამოსათესი თესლის მიკვრით. აღნიშნულის გამო, მაგალითად სიმინდის მარცვლისათვის, როგორც ცდები გვიჩვენებს, ვაკუუმის სიდიდე (H) მიზანშეწონილია ტოლი იყოს $0,24 \cdot 10^{-4}$ მპა სიდიდის, რის დროსაც გამოთესვის სისრულე (q) 105%-ია. ლაბორატორიულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ ვაკუუმი საჭირო სიდიდეს აკმაყოფილებს ჩვენს მიერ შერჩეული ექვეტორი ორ რიგიანი სათესი მანქანის განხორციელების შემთხვევაში.



ნახ. 4.2. პნევმატიკური გამოთესი აპარატის ლაბორატორიული კვლევის შედეგების შესაბამისი გრაფიკები.

ვაკუუმის სიდიდის (H) და გამოთესვის სისრულის (q) ემპირიული დამოკიდებულების დამყარებისათვის ვირჩევთ განტოლებას:

$$Y=a.x^n \quad (4.2)$$

ჩვენს შემთხვევაში $X=H$ და $Y=q$. აღნიშნული სიდიდეებისათვის ექსპერიმენტული მონაცემებიდან ვირჩევთ ციფრობრივ მონაცემებს (ცხრილი 4.1).

ცხრილი 4.1

X_H –ისა და q -ს ექსპერიმენტული სიდიდეები.

1	X ($H \cdot 10^{-4}$ მმ.)	Y (q%)
1	20	90
2	22	98
3	24	105
4	26	140

მე-3 ცხრილისა და (4.1) ფორმულის საფუძველზე ვადგენთ განტოლებათა სისტემას:

$$90 = a \cdot 20^n \quad (4.3)$$

$$140 = a \cdot 26^n \quad (4.4)$$

(4.3) ტოლობიდან ვსაზღვრავთ კოეფიციენტს:

$$a = \frac{90}{20^n} \quad (4.5)$$

(4.5) ტოლობის (4.4) –ში ჩასმით ვღებულობთ:

$$140 = \frac{90}{20^n} 26^n = 90 \left(\frac{26}{20} \right)^n = 90 \cdot 1,3^n \quad (4.6)$$

გალოგარიტმების შედეგად ვღებულობთ:

$$\lg 140 = \lg 90 + n \lg 1,3 \quad (4.7)$$

$$\text{აქედან } 2,11 = 1,95 + n \cdot 0,11 \quad (4.8)$$

$$\text{საიდანაც } n = \frac{0,19}{0,11} = 1,72 \quad (4.9)$$

n სიდიდის საშუალებით (4.3) და (4.4) ფორმულებით შესაძლებელია განვსაზღვროთ ემპირიული მუდმივები (a). მაგალითად სიმინდისათვის:

$$a = \frac{90}{20^{1,72}} = 0,56 \quad (4.10)$$

(4.3) და (4.4) ფორმულებში a და n მუდმივი კოეფიციენტების რიცხობრივი სიდიდეების განსაზღვრა საშუალებას გვაძლევს ანალიზური მეთოდით დავადგინოთ ჰაერის ვაკუუმის საჭირო სიდიდე და შესაბამისი გამოთესვის სისრულე მოცემული კულტურისათვის, რაც იდენტურია ჩვენს შემთხვევაში ექსპერიმენტებით მიღებული სიდიდეებისა.

ამრიგად, ჩვენს მიერ ჩატარებული ცდები გვიჩვენებს, რომ მცირე მოდების განის პნევმატიკურ პრინციპზე მომუშავე სათესის განხორციელებისათვის ჰაერის ვაკუუმის საჭირო სიდიდის მისაღებად შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს ექვეტორი, რაც მნიშვნელოვნად

ამარტივებს პუნქტირული თესვისათვის სათოხნი კულტურების სათესი მანქანის შექმნას.

4.2. სათოხნი კულტურების ნათესის ოპტიმალური სიხშირის განსაზღვრა.

ნიადაგდამამუშავებელი და სამშენებლო მანქანების კათედრაზე დამუშავებული სიმინდის (მზესუმზირა, ლობიო) კომბინირებული პნევმატიკური ექსპერიმენტული მანქანა საველე პირობებში გამოცდილი იქნა აგრარული უნივერსიტეტის საცდელი ნაკვეთის ფართობზე (სოფ. ზურგოვანი) (ფოტო 2). იგი წარმოადგენს სერიული წარმოების მწკრივთაშორისების დამამუშავებელი კულტივატორის კონ-2,8-ის მოდერნიზებას ისე, რომ შესაძლებელია ამ ექსპერიმენტული პნევმატიკური, კომბინირებული სათესი მანქანის ერთი გავლით ნაწვერალსა და მზრალზე, ნიადაგის წინაწასწარი დამუშავების გარეშე სიმინდის (მზესუმზირა, ლობიო და სხვ.) მწკრივად თესვა (ფოტო 3).

ამ მიზნით მოხდა მწკრივთაშორისების დამამუშავებელი კულტივატორის კონ-2,8-ის [15] მოდერნიზება ისე, რომ კომბინირებულად, ერთი გავლით შესაძლებელი ყოფილიყო სიმინდის ჩასათესი ზოლების გაფხვიერება 0,10-0,12 მ-ის სიღრმეზე ნიადაგის ფენობრივად დამუშავების ახალი მეთოდით, ისრისებური თათებით და ამ გაფხვიერებულ ზოლში ერთდროულად 0,05-0,07 მ-ის სიღრმეზე სიმინდის (მზესუმზირა, ლობიო და სხვ.) ჩათესვა 0,7 მ-ის მწკრივთაშორისებით. მწკრივთა შორის

დარჩენილი ზოლების დამუშავება კი გათვალისწინებულია ისრისებური უნივერსალური თათების გამოყენებით 0,05-0,07 მ-ის სიღრმეზე.

სიმინდის გამომთეს აპარატებად გამოყენებულ იქნა მოდერნიზებული პნევმატური გამომთესი აპარატები. გამომთესი დისკოს ბრუნვა განხორციელებულია სექციის საყრდენი თვლიდან კბილანურ-ჯაჭვური გადაცემის საშუალებით.

გამოცდის მიზანს წარმოადგენდა საველე პირობებში შეგვემოწმებინა ასეთი კომბინირებული სათესი მანქანის მუშაუნარიანობა და დაგვედგინა ზოგიერთი აგროტექნიკური მონაცემი.

კომბინირებული მანქანის საველე პირობებში გამოცდის მეთოდისა და წინასწარ იქნა შედგენილი [69, 11, 62, 68, 67].

ნაკვეთი დამუშავებული იყო მზრალად, გვიან შემოდგომაზე. საცდელი ნაკვეთის ტენიანობა განსაზღვრული იქნა ნიადაგის სინჯის აწონვის მეთოდით [4, 5]. სინჯები აღებული იქნა ფენობრივად ნაკვეთის დიაგნოსტიკური მიმართულებით, ხოლო ნიადაგის სიმკვრივე კი – ფენების მიხედვით რევიაკინის სისტემის სიმკვრივემზომი ხელსაწყოთი [4], ყოველი 0,05 მ-ის ინტერვალით. ნიადაგის ტენიანობისა და სიმკვრივის მონაცემები ნიადაგის ფენების სიღრმეების მიხედვით მოცემულია ცხრილ 4.2-ში.

საველე ექსპერიმენტების დაწყებამდე შერჩეულ საცდელ ნაკვეთზე მონიშნულ იქნა სამი დანაყოფი თითოეული 30 მ სიგრძის. დანაყოფებს შორის მანძილი იყო 10 მ. ნაკვეთის ორივე ბოლოში დატოვებული იქნა აგრეგატის მობრუნებისათვის საჭირო ზოლი.

კომბინირებული ექსპერიმენტული სათესი მანქანის სამუშაო ორგანოების ჩათესვის სიღრმე და გამომთესი აპარატების დაყენება გამომთესვის ნორმაზე მოვახდინეთ უშუალოდ ნაკვეთში ცდების დაწყებამდე.

ცნობილა, რომ განსაკუთრებით აუცილებელია აღმოსავლეთ საქართველოს ნიადაგებისათვის მზრალად ხვნა. ასეთი ნიადაგები მთელი წლის განმავლობაში ახდენენ ტენის დაგროვებას ატმოსფერული ნალექების ხარჯზე და ყინვების შედეგად ბელტები მთლიანად იშლება.

მზრალად დამუშავებასა და თესვისთვის მომზადებას ახდენენ ადრე გაზაფხულზე, რისთვისაც აუცილებელია მთელი რიგი ტექნოლოგიური ოპერაციების ჩატარება (გადახვანა, კულტივაცია ან დისკობიანი აოშვა, დაფარცხვა, მოტკეპნა), რის შედეგაც მიმდინარეობს თესვა.

აღნიშნული ახალი ტექნოლოგიის ვარგისიანობის დასადგენად საველე ცდები ჩატარდა ზემოთ აღნიშნულ ნაკვეთზე.

საველე ცდის პერიოდში ექსპერიმენტული კომბინირებული მანქანა მუშაობდა დამაკმაყოფილებლად. იგი დააგრეგატებული იყო ტრაქტორ ტ-25-ზე და მუშაობდა მეორე გადაცემაზე ($V=5,4$ კმ/სთ= $1,8$ მ/წმ).

ცხრილი 4.2

ნიადაგის ტენიანობისა და სიმკვრივის მონაცემები

ცდების ჩატარების ადგილი	ცდების ჩატარების დრო	ნიადაგის სინჯის აღების სიღრმე (ა) ფენე ბის მიხედვით, მ	ნიადაგის ტენიანობა (A), %		ნიადაგის სიკვრივი - ვე(P), კგ/მ ² (ნ/მ ²)	
			ფენების მიხედვით	საშუალოდ ნაკვეთზე	ფენების მიხედვით	საშუალოდ ნაკვეთზე
სას.სამ. უნივერსიტეტის საცდელი ნაკვეთი, სოფ. ზურგო - ვანი	2005 წლის მაისი	0 – 0,05 0,05 – -0, 10 0,10 – -0,15 0,15 - – 0,20 0,20 – -0,25	36,4 36,8 37,4 38,7 40,2	37,5	10,5/105 11,2/112 12,0/120 15,0/150 16,4/164	13,08/ /130,8

ცდის ჩატარების დროს საცდელი ნაკვეთის საშუალო ტენიანობა 0-0,25 მ სიღრმეზე შეადგენდა საშუალოდ 37,9%-ს. ნიადაგის სიმკვრივე იმავე სიღრმეზე კი ტოლი იყო 130,8 ნ./მ².

ასევე შემოწმებული იქნა ტექნოლოგიური პროცესის ხარისხი და მანქანის მუშაუნარიანობა (ცხრილი 4.3).

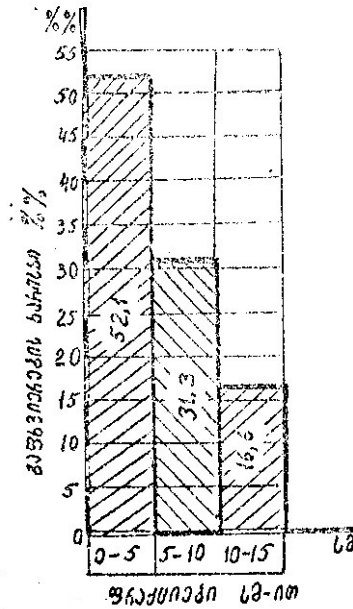
როგორც ცხრილი 4.3-დან ჩანს 0-0,05 მ-ის სიღრმეზე დამუშავებულ ნიადაგში გორბების რაოდენობა ტოლია 54,2%-ის, ხოლო 0,10 მ და მეტ სიღრმეზე გორბების რაოდენობა საშუალოდ 38,5-9,3%-ია. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ კომბინირებული მანქანის სამუშაო ორგანოების მიერ დამუშავებული ჩასათესი ზოლის გაფხვიერების ხარისხი აკმაყოფილებს ნიადაგის მომზადების აგროტექნიკურ მოთხოვნებს. აღნიშნული ცხრილის მონაცემები გრაფიკულად გამოსახულია 4.3. ნახაზზე.

ცხრილი 4.3

ტექნოლოგიური პროცესის ხარისხი და მანქანის მუშაუნარიანობა

დამუშავების სახე	ცდის ჩატარების ადგილი	ნიადაგის დამუშავების სიღრმე (ა), მ		ნიადაგის საშუალო ტენიანობა(A), %	ნიადაგის საშუალო სიმკვრივე (ρ) კგ/სმ ³ (ნ/მ ³)	დამუშავებული ნიადაგის ზოლის გაფხვიერების ხარისხი, %		
		ისრისებრი თათი	ჩამთესი			0--0,05 მ	0,05—0,10 მ	>0,10 მ
კომბინ. დამუშავება-თესვა	სოფ. ზურგოვანი	0,075	0,062	37,9	13,08/130,8	54,2	38,5	9,3

ცდის შედეგად დადგენილი იქნა აგრეთვე, რომ მუშაობის პროცესში სამუშაო ორგანოებზე ნიადაგის მიკვრას და სამუშაო ორგანოებით ნიადაგის გამოჭედვას ადგილი არ ჰქონია. დამუშავებული ნიადაგის ზედაპირის თხემიანობა მცირეა და საშუალოდ უდრის 0,02-0,03 მ-ს, ხოლო ნიადაგის აფუების ხარისხი უდრის 26-30%-ს.



ნახ. 4.3. ნიადაგის გაფხვიერების ხარისხის მაჩვენებლი.

კომბინირებული ექსპერიმენტული პნევმატიკური მანქანით ერთდროულად მიმდინარეობდა სიმინდის მწკრივად თესვა. მანქანის მუშაობის აგროტექნიკური შეფასების მიზნით შესწავლილი იქნა ჩამთესვის მუშაობის ხარისხი, რაც თავის მხრივ ითვალისწინებს მთელი რიგი საკითხების შესწავლას, როგორცაა:

1. თესლის ჩათესვის სიღრმის თანაბრობის ანუ ჩამთესვის სვლის სიღრმის მდგრადობის გამოკვლევა;
2. თესლის განაწილება მწკრივში სითანაბრეზე ყოველ გრძივ მეტრზე.

ცხრილი 4.4

თესლის განაწილების საშუალო მნიშვნელობები ჩათესვის

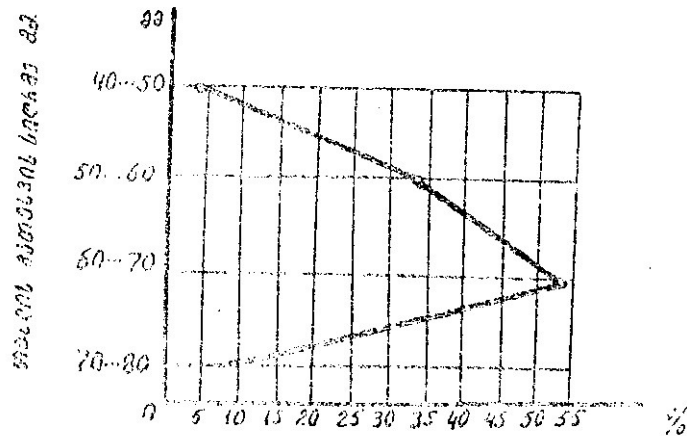
სიღრმის ჰორიზონტების მიხედვით

თესლის ჩათესვის სიღრმის ჰორიზონტი, მ	ჩამთესვის ნომ- რები და ჩათესილი თესლების რაოდე - ნობა, ცალი		გაზომვის რაოდენობა, ცალი	ჩათესვის ფენების მიხედვით ჩათესილი თესლების რაოდენობა, %	ჩათესვის ბირთვში ჩათესილი თესლების რაოდენო- ბა, %
	1	2			
1	2	3	4	5	6
0,04-0,05	3	4	14	3,90	
0,05-0,06	29	31	119	33,05	
0,06-0,07	50	45	193	53,63	86,68
0,07-0,05	8	10	34	9,42	
სულ	90	90	360	100,0	

ჩათესვის სიღრმის ჰორიზონტების მიხედვით თესლის განაწილების საშუალო მნიშვნელობები, თითოეული ჩამთესვისათვის ცალ-ცალკე მოცემულია ცხრილ 4.4-ში.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, თესლის ჩათესვის ჰორიზონტალურ სიღრმეს წარმოადგენს 0,04 მ, მაქსიმალურ სიღრმეს კი – 0,08 მ. ჩათესვის ბირთვის ცენტრის სიდიდე და ჩათესვის ბირთვში ჩათესილი თესლის რაოდენობა ტოლია და უდრის 86,68%, რაც ჩამთესვის დამაკმაყოფილებელი მუშაობის მაჩვენებელად უნდა ჩაითვალოს.

4.4 ცხრილის მონაცემები გრაფიკულად გამოსახულია ნახაზზე 4.4.



ნახ. 4.4. თესლის განაწილება ჩათესვის სიღრმის მიხედვით.

ჩატარებული საველე ცდების მონაცემების საშუალო მნიშვნელობების თანახმად ნათესის ყოველ გრძივ მეტრზე აღმოცენდა 4-5 მცენარე, რაც ჰექტარზე საშუალოდ 56 000 მცენარეს შეადგენს. მცენარეთა ასეთი რაოდენობა სამარცვლე სიმინდის ნათესისათვის დამაკმაყოფილებელია.

მწკრივში მცენარეთა ღერძული გადახრა საშუალოდ არ აღემატება 0,02-0,03 მ-ს. კომბინირებული მანქანით ნათესი სიმინდის მწკრივთშორისის დამუშავება ჩატარდა ორჯერ. სიმინდის ნათესი განვითარდა ნორმალურად. მცენარის საშუალო სიმაღლემ შეადგინა 2,4-2,5 მ. სიმინდის საშუალო-საჰექტრო მოსავლიანობამ შეადგინა 40 ც/ჰა, საკონტროლო ნაკვეთის მოსავლიანობამ კი – 39 ც/ჰა, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ მოდერნიზებული კომბინირებული პნევმატური სათესი მანქანის გამოყენება მიზანშეწონილია სიმინდის (მზესუმზირა) თესვისა და მისი მოვლითი სამუშაოების ჩატარების მიზნით.

ჩატარებული საველე-ლაბორატორიული სამუშაოების შედეგების ანალიზით შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

1. კომბინირებული მანქანის სამუშაო ორგანოების მიერ დამუშავებული ნიადაგის გაფხვიერების ხარისხი აკმაყოფილებს თესვისწინა დამუშავებისადმი წაყენებულ აგროტექნიკურ მოთხოვნებს.
2. ჩათესები დამაკმაყოფილებლად მუშაობენ. ჩათესვის ძირითად ბირთვში ჩათესილი თესლის რაოდენობა საშუალოდ უდრის 85-90%, ჩათესვის მინიმალური სიღრმეა 0,04 მ, ხოლო მაქსიმალური კი არ აღემატება 0,08 მ-ს.
3. ყოველ გრძივ მეტრზე თესლის განაწილების მონაცემები დამაკმაყოფილებელია და საშუალოდ უდრის 3-4 მცენარეს, რაც 1 ჰა-ზე საშუალოდ უზრუნველყოფს 50-56 ათას მცენარეს.
4. კომბინირებული მანქანის მუშაობისას სამუშაო ორგანოების გამოჭედვას და მასზე ნიადაგის მიკვრას ადგილი არ ჰქონია
5. ექსპერიმენტული კომბინირებული მანქანის გამოყენება უზრუნველყოფს ნაკვეთზე აგრეგატის გავლათა რაოდენობის 2-3 გავლით შემცირებას, რაც გარდა ეკონომიკური ეფექტიანობისა ნიადაგის ნაყოფიერების შენარჩუნების გარანტიცაა.

დასკვნები IV თავის მიხედვით:

1. დადგენილი იქნა პნევმატიკური ტიპის გამომთესი აპარატის მაჩვენებლები:

ა. დისკოს დიამეტრი	– 0,2 მ
ბ. დისკოზე ხვრეტილების რაოდენობა	– 2-22 ც
გ. დისკოს ხვრეტილების დიამეტრი	– 0,004 მ
დ. დისკოს სისქე	– 0,1 მ
ე. ვაკუუმის სამუშაო წნევის სიდიდე	– 0,20-0,26.10 ⁻⁴ მპა

2. განსაზღვრული იქნა აგროტექნიკური მაჩვენებლები ლაბორატორიულ და საველე პირობებში, კერძოდ:

ა. ნიადაგის ტენიანობა	– 37,9%
ბ. ნიადაგის სიმკვრივე	– 130 ნ/მ ²
გ. გაფხვიერების ხარისხი ნიადაგის სხვადასხვა სიღრმეზე	– 54,2-9,3%
დ. ჩათესვის სიღრმე	– 0,04-0,08 მ
ე. ჩათესვის ბირთვში თესლების რაოდენობა	– 86,68%
ვ. აღმონაცენის რაოდენობა გრძივ მეტრზე	– 4-5 ც
ზ. მცენარეთა ღერძული გადახრა	– 0,02-0,03 მ
თ. მცენარეთა რაოდენობა ჰექტარზე	– 56 000 ც
ი. მოსავლიანობა	– 40 ც/ჰა

თავი V. დამუშავებული სათოხნი კულტურების
კომბინირებული სათესი მანქანის საექსპლუატაციო და
ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების განსაზღვრა.

5.1. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის
ენერგეტიკული შეფასება.

სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანა ერთი
გავლით ახდენს სათესი ზოლის გაფხვიერებას, სათოხნი კულტურების
თესვას და ფარცვას. მანქანა აგრეგატირდება 6 კნ კლასის ტ-25ა მარკის
ტრაქტორზე. აღნიშნული აგრეგატის შეფასებისათვის აუცილებელია
განისაზღვროს მისი ენერგეტიკული მაჩვენებლები. კერძოდ:

ტრაქტორის ძრავის ეფექტური სიმძლავრე:

$$N_{ეფ} = N_{გად} \pm N_{აღმ} \pm N_{ინერც} + N_{ჰაერ} + N_{კაკ} + N_{მ.ა.ლ.} + N_{ბუქს} + N_{ეფექტ} \quad (5.1)$$

სადაც $N_{გად}$ არის ტრაქტორის გადაგორებაზე დახარჯული სიმძლავრე,

კვტ.

$N_{აღმ}$ არის აღმართის დასაძლევად საჭირო სიმძლავრე, კვტ.

$N_{ინერც}$ არის ინერციის ძალების დასაძლევად საჭირო სიმძლავრე, კვტ.

$N_{ჰაერ}$ არის ჰაერის წინაღობის დასაძლევად საჭირო სიმძლავრე, კვტ.

$N_{ვაკ}$ არის ტრაქტორის კაკვზე მოსული წინაღობის ძალის დასაძლევად საჭირო სიმძლავრე, კვტ.

$N_{მ.ა.ლ.}$ ტრაქტორის ძალმრთმევე ლილვზე მოსული მახრუნი მომენტის დასაძლევად საჭირო სიმძლავრე, კვტ.

$N_{ბუქს}$ ბუქსაობის დაძლევაზე საჭირო სიმძლავრე, კვტ.

$N_{ეჟექტორ}$ ეჟექტორის მუშაობისას დახარჯული სიმძლავრე, კვტ.

ტრაქტორის გადაადგილებაზე დახარჯული სიმძლავრე $N_{გად}$ განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით [11, 6]:

$$N_{გად} = \frac{G \cdot f \cdot V_{გად}}{750 \cdot 1,36} \quad (5.2)$$

სადაც G არის ტრაქტორის წონა ძალა, $G = 20200$ ნ.

f – გადაგორების წინაღობის კოეფიციენტი, $f = 0,12 \dots 0,18$.

$V_{გად}$ – ტრაქტორის გადაადგილების სამუშაო სიჩქარე, $V_{გად} = 1,8$ მ/წმ.

ტრაქტორის გადაგორებაზე დახარჯული სიმძლავრე შეადგენს $N_{გად} = 5,34$ კვტ.

აღმართის დასაძლევად საჭირო სიმძლავრე $N_{აღმ}$ მხედველობაში არაა მისაღები, საველე ცდების ვაკე პირობებში ჩატარების გამო. $N_{აღმ} = 0$.

ინერციის ძალების დაძლევაზე საჭირო სიმძლავრე $N_{ინერც}$ თავს იჩენს მხოლოდ აგრეგატის დაძვრის მომენტში, ასევე აგრეგატის სამუშაო სიჩქარე $N_{საშ}=6,4$ კმ/სთ-ია, მივიღოთ $N_{ინერც}=0$.

ჰაერის წინაღობის ძალის დასაძლევად საჭირო სიმძლავრეც გადაადგილების დაბალი სიჩქარის გამო უტოლდება ნულს. $N_{ჰაერ.}=0$;

ტრაქტორის კაკვზე მოსული წინაღობის ძალის დასაძლევად სიმძლავრე $N_{კაკვ}$ განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$N_{კაკვ}=N_1+N_2+N_3 \quad (5.3)$$

სადაც N_1 არის ჩასათესი ზოლის ფენობრივ გაფხვიერებაზე პასიური სამუშაო ორგანოებით - დახარჯული სიმძლავრე, კვტ.

N_2 არის სათესის წევის წინაღობის ძალის დაძლევაზე დახარჯული სიმძლავრე, კვტ.

N_3 არის ჯაჭვებიანი სათრეველა-ფარცხის წევის წინაღობის ძალის და პასიური მარცხენა და მარჯვენა მიწის შემომყრელების წევის ძალის დასაძლევად საჭირო სიმძლავრე, კვტ.

ჩასათესი ზოლის გაფხვიერებაზე – პასიური სამუშაო ორგანოებით-სამუშაო ორგანოს წარმოადგენს ორი ისრისებური უნივერსალური თათი $b=0,22$ მ მოდების განით და დამუშავების სიღრმით $a_1=0,07-0,09$ მ, $a_2=0,18-0,20$ მ.

ასევე კომბინირებულ სათეს მანქანაში მწკრივთაშორის დარჩენილ ფართობს ვამუშავებთ იგივე უნივერსალური თათებით $b=0,27$ მ-ს, თითოეულ სექციაში ორი ცალი პასიური მარცხენა და მარჯვენა მიწის

შემომყრელები ახდენენ ჩათესილი კვალის დაფარვას 0,01. . . 0,03 მ სიღრმის ნიადაგის ფენით, $b=0,10$ მ სიგანეზე.

აღნიშნული პროცესი ჯამში შეიძლება განხილული იქნას როგორც კულტივატორით შესრულებული სამუშაო პროცესი, ამიტომ ვსარგებლობთ მასზე არსებული მონაცემებით [4].

კულტივატორის წვევის წინაღობის ძალის დაძლევაზე დახარჯული სიმძლავრე N_1 განისაზღვრება ფორმულით:

$$N_1 = \frac{\rho \cdot B \cdot V_{\text{გად}}}{750 \cdot 1,36} \quad (5.4)$$

სადაც ρ არის კუთრი წინაღობა, რომელიც გამოხატავს მოდების განის ერთ მეტრზე მოსულ წინაღობას $\rho=1800-2300$ ნ/მ.

B არის ჯამური მოდების განი-კვლის გახსნით და მწკრივთაშო – რისების დამუშავებით.

$V_{\text{გად}}$ არის აგრეგატის გადაადგილების სიჩქარე მ/წმ. $V_{\text{გად}}=1,8$ მ/წმ.

(5.4) ფორმულის გაანგარიშებით $N_1 = 5$ კვტ.

რაც შეეხება $N_{\text{აღმ}}$, $N_{\text{ინერც}}$ და $N_{\text{ჰაერ}}$ – აღნიშნული სიმძლავრეები სიმცირის გამო შეიძლება ნულს გავუტოლოთ.

$N_{\text{ძაღ}}$ ნულის ტოლად ჩაითვლება, რადგან აქტიური სამუშაო ორგანოები არაა კონსტრუქციაში.

კომბინირებული სათესის წვევის წინაღობის ძალის დაძლევისათვის საჭირო სიმძლავრე N_2 განისაზღვრება ფორმულით:

$$N_2 = \frac{P_{\text{სათ}} \cdot V_{\text{გად}}}{750 \cdot 1,36} \quad (5.5)$$

სადაც $P_{სათ}$ არის სათესი მანქანის წნევის წინაღობა, რომელიც განისაზღვრება შემდეგნაირად [4]:

$$P_{სათ} = \frac{f \cdot G_{თვლ} + \rho \cdot n}{1 - \varepsilon} \quad (5.6)$$

სადაც f არის გადაგორების წინაღობის კოეფიციენტი, $f=0,15$

$G_{თვლ}$ – მანქანის თვლებზე მოსული დაწოლა. $G_{თვლ}=2400$ ნ.

ρ – ერთი ჩამთესის საშუალო წნევის წინაღობა. $\rho = 50$ ნ.

n – ჩათესების რაოდენობა. $n=2$.

ε – ჩამთესი წევის წინაღობის კოეფიციენტი. $\varepsilon=0,08-0,1$.

(5.6) ფორმულის მიხედვით სათესის წევის წინაღობის ძალა $P=510$ ნ.

(5.5) ფორმულით განისაზღვრება სათესის წევის ძალის წინაღობის დაძლევაზე საჭირო სიმძლავრე, $N_2 = 0,9$ კვტ.

აღნიშნულ კონსტრუქციაში ფარცხვა აერთიანებს ჩათესილ კვალზე მიწის შემოყრას $0,02...0,03$ მ სიღრმეზე მარცხენა და მარჯვენა შემომყრელებით და ნიადაგის შემდგომ გაფხვიერებას ჯაჭვებიანი სათერეველათი $0,3$ მ სიგანით, ორი მწკრივის რაოდენობით.

ექსპერიმენტულად მიღებულია, რომ ერთი მიწის შემომყრელზე $0,02...0,03$ მ სიღრმით მიწის შემოყრაზე $\rho = 4 \div 5$ ნ, მონაწილეობს ოთხი შემომყრელი $n=4$. $P_{მეგ} = \rho \cdot n = 20$ ნ. ჯაჭვურ სათერეველაზე $b=0,3$ მ $\cdot 2=0,6$ მ. $P_{სათრ} = \rho \cdot b = 30$ ნ. $P_{გ} = 50$ ნ.

(5.5) ფორმულის მეშვეობით ფარცხვაზე დახარჯული ჯამური სიმძლავრე $N_3=0,9$ კვტ.

ტრაქტორის კაკვზე მოსული წინაღობის ძალის დასაძლევად საჭირო სიმძლავრე $N_{კაკ} = 6,8$ კვტ.

აგრეგატის თეორიულ და ნამდვილ სიჩქარეებს შორის სხვაობა (მ/წმ)
ტოლია $V_0 - V_6 = 2,025 - 1,8 = 0,225$ მ/წმ.

ბუქსაობაზე დახარჯული სიმძლავრე ტოლია

$$N_{\text{ბუქს}} = \frac{P_{\text{ჯამ}} \cdot (V_0 - V_6)}{750 \cdot 1,36} \quad (5.7)$$

$N_{\text{ბუქს}} = 0,4$ კვტ-ს.

$N_{\text{ეფექტ}}$ არის ეფექტორის მუშაობაზე დახარჯული სიმძლავრე. ჰიდრავლიკის კანონები შეიძლება გამოყენებული იქნას ვენტილაციების, დაბალი წნევის მილსადენების და სხვა პნევმატიკურ სამუშაო პროცესში [46].

აღნიშნულ კანონებს ექვემდებარება ვაკუუმური ეფექტორები. მათი მ.ქ.კ. ცვალებადობს 30-45% ზღვრებში, რომლებიც მარტივია და ეფექტური, საჭირო სიმძლავრეც უმნიშვნელოა, ამიტომ მ.ქ.კ.-ის აღნიშნული ზღვრებიც დამაკმაყოფილებელია [47]. აქედან გამომდინარე იგი მხედველობაში არაა მისაღები.

სიმძლავრის ჯამური ბალანსი $N = N_{\text{კაკ}} + N_{\text{ბუქს}} = 7,2$ კვტ.

ტ-25ა ტრაქტორის ძრავას ეფექტური სიმძლავრე $N_{\text{ეფ}} = 18,0$ კვტ. სიმძლავრის მარაგი აქედან გამომდინარე რჩება 10,8 კვტ ანუ 60 % [66].

5.2. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის მწარმოებლობის განსაზღვრა.

ექსპერიმენტული კონბინირებული პნევმატიკური სათესი მანქანის საექსპლუატაციო მაჩვენებლებიდან მწარმოებლობა განისაზღვრა საველე პირობებში შემდეგი მეთოდით: წამზომით იზომებოდა მუშაობის დრო

(≈30 წთ) თესვის პროცესში, რის შემდეგაც დათესილი ფართობის სიგრძე და მწარმოებლობა განაზღვრულ იქნა შემდეგი ფორმულით:

$$W_{\text{სთ}}=0,36B\frac{\ell}{t}\text{ ჰა/სთ} \quad (5.8)$$

სადაც B არის ექსპერიმენტული კომბინირებული სათესი მანქანის მოდების განი, მ.

ℓ დათესილი ფართობის სიგრძე, მ.

t სათესის მუშაობის დრო, წთ.

ცდები ტარდებოდა სამჯერადი განმეორებით. საბოლოო შედეგები დგინდებოდა ცდის საშუალო არითმეტიკულის მეთოდით [70, 28].

$$W_{\text{სთ}} = 0,5 \text{ ჰა/სთ.}$$

5.3 სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის ეკონომიკური ეფექტურობის განსაზღვრა.

სასოფლო-სამეურნეო მანქანის ეკონომიკური ეფექტურობის განსაზღვრის მეთოდიკაში საბაზრო-ეკონომიკური ურთიერთობის პირობებში სიახლის ძირითად ელემენტებს წარმოადგენს: ეკონომიკური ეფექტურობის ახალი კრიტერიუმები, რომლებიც ძირითადად მოგების გაზრდაზე არის ორიენტირებული. კერძოდ, აბსოლუტურად წმინდა მოგების განსაზღვრა და საექსპლუატაციო დანახარჯების გამოთვლის მეთოდების დაზუსტება, რომელშიც დამატებით შედის კრედიტის პროცენტი, გადასახადები და დაზღვევა [48, 44, 50].

ეკონომიკურ ეფექტურობას განსაზღვრავენ ახალი ტექნიკური საშუალების შექმნის, სრულყოფისა და დანერგვის ყველა ეტაპზე: დაპროექტებისას, ექსპერიმენტული ნიმუშის შექმნისას და შემოწმებისას, სახელმწიფო გამოცდებისას და წარმოებაში დანერგვის პროცესში.

სამუშაოების (ეტაპების) სტადიისაგან დამოკიდებულებით განსაზღვრავენ შემდეგი სახის ეკონომიკურ ეფექტს:

- პროგნოზირებულს – ტექნიკურ-ეკონომიკური დანახარჯების ეტაპზე;
- საპროექტოს – საწყისი პირობებისა და ტექნიკური დავალების ფორმირების სტადიაში, სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოების ჩატარების დროს;
- გეგმიურს – ახალი ტექნიკის გამოცდის და გამოყენების ბიზნეს-გეგმის შედგენისას;
- ფაქტიურს – ახალი ტექნიკის დანერგვის სტადიაში შედეგების მიხედვით.

მანქანის ეკონომიკური ეფექტი უნდა დადგინდეს შემდეგი თანმიმდევრობით:

პირველ რიგში ადგენენ ობიექტს ეკონომიკური შეფასებისათვის – ენერგეტიკულ საშუალებას, ტექნოლოგიურ მანქანას, მანქანათა სისტემას და ა. შ. შემდეგ განსაზღვრავენ ჩასატარებელი ეკონომიკური ანგარიშის მიზანს და ამოცანებს. შემდგომ ირჩევენ ეკონომიკური ანალიზის სუბიექტს – მეურნეობრიობის რომელიმე ორგანიზაციულ ფორმას, ადგენენ შერჩეული სუბიექტის ეკონომიკურ მახასიათებლებს – მიწის სავარგულების საერთო ფართობს, ფართობს ერთწლიანი კულტურების

ქვეშ, მათ მოსავლიანობას და პროდუქტიულობას, მატერიალური რესურსების (სათესი მასალების, საკვების, სასუქების, შხამქიმიკატების და სხვა) ხარჯს, პროდუქციის სარეალიზაციო და შესასყიდ ფასებს; ადგენენ მანქანათა გამოყენების პირობებს – ნაკვეთების ფართობებს, კონფიგურაციას, დახრილობას, ზღვის დონიდან სიმაღლეს, საქცევის სიგრძეს, ქვიანობის ხარისხს, ნიადაგის ხვედრით წინააღმდეგობას და ა.შ. ანგარიშობენ პროდუქციის თვითღირებულებას (საწარმოო დანახარჯებს დამატებული დანახარჯები სხვადასხვა სახის გადასახადებზე, კრედიტებზე და სხვა); განსაზღვრავენ ეკონომიკური ეფექტურობის მაჩვენებლებს ახალი და საბაზრო ვარიანტისათვის და მიღებული შედეგების მიხედვით ირჩევენ ყველაზე უფრო ეფექტურ ვარიანტს;

მანქანის კომპლექსური შეფასების ბოლო ეტაპს წარმოადგენს ეკონომიკური შეფასება, რასაც წინ უსწრებს ტექნიკური, ტექნოლოგიური, ერგონომიკული და ეკოლოგიური შეფასების ჩატარება.

ახალი მანქანის ეკონომიკური ეფექტიანობა განისაზღვრება მათი გავლენის მიხედვით წარმოების შედეგებზე, რომლებიც უმთავრესად წარმოადგენს მოგების ნაზარდს კულტურების მოსავლიანობის, პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებას, სამუშაო ძალის დანახარჯების და პროდუქციის თვითღირებულების შემცირების ხარჯზე.

ეკონომიკური შეფასებისას განსაზღვრავენ ტექნიკის აბსოლუტურ და შედარებით ეფექტურობას. აბსოლუტური ეფექტურობა გვიჩვენებს ახალი მანქანისა გამოყენების მიზნშეწონილობას, ხოლო შედარებითი –

საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ახალი მანქანის რომელი ვარიანტი არის ეფექტური საბაზისო ვარიანტთან შედარებით.

შედარებითი ეკონომიკური ეფექტურობის შეფასებისას არჩევენ ძირითად და დამატებით მაჩვენებლებს: ტექნიკური საშუალებების და ტექნოლოგიების ეკონომიკური ეფექტურობის ძირითად მაჩვენებლებს წარმოადგენს მოგებები; აბსოლუტური, საბალანსო ან წმინდა, ფარდობითი მოგების ნორმა, ე.ი. მიღებული მოგების შეფარდება პროდუქციის თვითღირებულებასთან, %.

შედარებითი ეკონომიკური ეფექტურობის განსაზღვრისას ძირითად მაჩვენებელს წარმოადგენს საბალანსო მოგების ნაზრდი ან პროდუქციის წარმოებაზე დანახარჯების (თვითღირებულების) შემცირება.

სასოფლო-სამეურნეო წარმოების საბოლოო შედეგის ეკონომიკური შეფასება (მოგების ნაზარდი ან პროდუქციის თვითღირებულების შემცირება) საშუალებას იძლევა გამოვლინდეს და დაინერგოს ეფექტური მანქანათა სისტემები. ახალი მანქანების დანერგვა, მიუხედავად მათი მაღალ ეფექტურობისა საბაზისოსთან შედარებით, არ ჩაითვლება მიზანშეწონილად, თუ მათი გამოყენება არ ზრდის მოგებას, არ ამცირებს პროდუქციის თვითღირებულებას [10].

მანქანის ეფექტურობის დამატებით მაჩვენებლებს განეკუთვნება: ღირებულებითი, შრომითი, მატერიალური, ენერგეტიკული, ხარისხობრივი და სხვა. ტექნიკური, ტექნოლოგიური და ორგანიზაციული ღონისძიებების ეფექტურობას განსაზღვრავენ ეკონომიკური ეფექტის (წლიური, მანქანის მუშაობის ვადის ან ღონისძიებების ჩატარების

პერიოდის) მიხედვით, რომელიც მიიღება საკუთრების სხვადასხვა ფორმის საწარმოების მიერ.

5.4 სათბოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის საექსპლუატაციო და ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების განსაზღვრა.

ტექნოლოგიური მანქანის საექსპლუატაციო დანახარჯები წარმოადგენს მემცენარეობის პროდუქტების თვითღირებულების ერთ-ერთ მთავარ მდგენელს. საექსპლუატაციო დანახარჯები წელიწადში შესრულებლი მექანიზებული სამუშაოების სახისა და მოცულობის მიხედვით, ე.ი. წლიური დატვირთვის მიხედვით იყოფა მუდმივ და ცვლად დანახარჯებად. მუდმივ დანახარჯებს მიეკუთვნება ის დანახარჯები, რომლებიც არ არის დამოკიდებული მექანიზებული სამუშაოს მოცულობის შეცვლაზე (წლიურ დატვირთვაზე). მათ მიეკუთვნება: საამორტიზაციო დანახარჯები, დანახარჯები შენობის შენახვაზე, დაზღვევაზე, გადასახადებსა და სხვა. ხოლო ცვლად დანახარჯებს კი – დანახარჯები, რომლებიც იცვლება მოცულობის პირდაპირპროპორციულად (წლიური დატვირთვის მისედავით); ასეთებია, დანახარჯები ტექნიკურ მომსახურებასა და რემონტზე, სათბობსა და ენერჯიაზე, დამხმარე მასალებსა და შრომის ანაზღაურებაზე, დანარიცხები სოციალურ საჭიროებებზე და ა.შ. საექსპლუატაციო დანახარჯებს მექანიზებული სამუშაოს შესრულებაზე ანგარიშობენ მანქანა-ტრაქტორთა აგრეგატისათვის

და მანქანათა სისტემისათვის. ამისათვის განსაზღვრავენ საწყის დანახარჯებს თვითოეული მანქანის ექსპლუატაციაზე, რომელიც შედის აგრეგატში (ტრაქტორი, ტექნოლოგიური მანქანა, გადაბმულა) და შემდგომ მათ აჯამებენ. ამის შემდეგ დანახარჯების ანგარიშს ატარებენ მექანიზებული სამუშაოს ერთეულზე, მანქანა, სთ, ფიზიკური ან ეტალონური ჰექტარი, აღებული ტონა, დამზადებული და გადაზიდული პროდუქცია, წარმოებული პროდუქციის ფიზიკური ერთეული.

ტექნოლოგიური და სატრაქტორო აგრეგატების მუშაობისას ფულადი სახსრების ხვედრითი საექსპლუატაციო დანახარჯები იანგარიშება ფორმულით [48, 49]:

$$S_{\text{ხვედრ}} = S_{\text{ამ}} + S_{\text{საწვ.საზ.}} + S_{\text{შრ.ანაზღ.}} \quad (5.9)$$

სადაც $S_{\text{ამ}}$, $S_{\text{საწვ.საზ.}}$ და $S_{\text{შრ.ანაზღ.}}$ არის შესაბამისად არის ფულადი სახსრების საექსპლუატაციო დანახარჯები აგრეგატის ამორტიზაციაზე, საწვავ-საზეთ მასალებსა და ოპერატორის შრომის ანაზღაურებაზე.

აგრეგატის ამორტიზაციაზე საექსპლუატაციო დანახარჯები $S_{\text{ამ}}$ განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$S_{\text{ამ}} = \frac{B_{\text{ტრ}} \cdot a_{\text{ტრ}}}{100 \cdot T_{\text{ტრ}} \cdot W_{\text{თ}}} + \frac{B_{\text{მანქ}} \cdot a_{\text{მანქ}}}{100 \cdot T_{\text{მანქ}} \cdot W_{\text{სთ}}} \quad (5.10)$$

სადაც $B_{\text{ტრ}}$ და $B_{\text{მანქ}}$ არის შესაბამისად ტრაქტორისა და მანქანის

საბალანსო ღირებულება, ლარი;

$a_{\text{ტრ}}$ და $a_{\text{მანქ}}$ არის კოეფიციენტები, რომლებიც

ითვალისწინებს

ტრაქტორისა და მანქანის ცვეთაზე, ტექნიკურ მომსახურე რებასა და რემონტზე წლიურ საამორტიზაციო დანარიცხ

ებს მათი საბალანსო ღირებულებიდან %-ში.

$T_{ტრ.}$ და $T_{მანქ.}$ არის ტრაქტორისა და მანქანის წლიური ნორმატიული დატვირთვა, ძრ.სთ.

$W_{სთ}$ არის აგრეგატის საათური მწარმოებლობა, ჰა/სთ.

საწვავ-საზეთ მასალებზე დანახარჯები $S_{საწვ.საზ}$ განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$S_{საწვ.საზ} = \frac{N_{g} \cdot g_{g} \cdot K_{ძრ.} \cdot C_{ცაწ}}{W_{სთ}} \quad (5.11)$$

სადაც N_{g} არის ძრავის ნომინალური ეფექტური სიმძლავრე, კვტ.

g_{g} არის საწვავის ხარჯის ინდიკატორული ნორმა, გ.კვტ/სთ.

$K_{ძრ.}$ არის ძრავის დატვირთვის ხარისხი.

$C_{ცაწ}$ არის საწვავის კომპლექსური საბაზრო ღირებულება, ლარი.

დანახარჯები ოპერატორის შრომის ანაზღაურებაზე $S_{შრ.ანაზ}$ განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$S_{შრ.ანაზ} = \frac{f_{მექ} \cdot K_{სირო} + K_{დამ} \cdot n}{W_{სთ}} \quad (5.12)$$

სადაც $f_{მექ}$ არის მექანიზატორის სახელშეკრულებო სატარიფო განაკვეთი, ლარი/სთ.

$K_{სირო}$ არის სამუშაოს სირთულის კოეფიციენტი;

$K_{დამ}$ არის მუშების დამატებითი ანაზღაურების ზომა (პრემიის სახით დამატულ პერიოდში შესრულებული სამუშაოს მიხედვით), %.

n არის მომსახურე პერსონალის რაოდენობა;

ტრაქტორის საბალანსო ღირებულება $B_{ტრ}$ განისაზღვრება ფორმულით:

$$B_{ტრ} = C_{ტრ} \left(1 + \frac{H_{მზ}}{100} \right) \left(1 + \frac{H_{სზ}}{100} \right) + C_{სზ} + C_{ტრანს} \quad (5.13)$$

სადაც $C_{ტრ}$ არის ტრაქტორის საქარხნო ფასი, ლარი.

$H_{მზ}$ არის მომარაგება-გასაღების დანამატი, %.

$H_{სზ}$ არის სახელმწიფო გადასახადი, %.

$C_{სზ}$ არის დანახარჯები სამშენებლო-სამონტაჟო და აწყობა-გაშვების სამუშაოებზე, ლარი.

$C_{ტრანს}$ არის ტექნიკის ტრანსპორტირებაზე დანახარჯები, ლარი.

ანალოგიურად განისაზღვრება კომბინირებული მანქანის საბალანსო ღირებულება.

ტექნოლოგიური პროცესების შესრულებისას ფულადი სახსრების პირდაპირი საწარმოო დანახარჯები იანგარიშება ფორმულით:

$$S_{საწარ} = S_{ხვ} + U_{მასალ} \cdot C_{მასალ} \quad (5.14)$$

სადაც $S_{ხვ}$ არის ხვედრითი საექსპლუატაციო დანახარჯები, ლარი.

$U_{მასალ}$ არის მასალების (სასუქების, თესლის და ა.შ.) შეტანის ნორმა, კგ/ჰა.

$C_{მასალ}$ არის მასალების საცალო ფასი, ლ/კგ.

მოცემული კულტურის მოყვანისათვის საჭირო საწარმოო დანახარჯები იანგარიშება ფორმულით:

$$S_{კულტ} = \sum S_i \quad (5.15)$$

სადაც S_i არის მოცემული კულტურის მოყვანისათვის i ნორ - მის პროცესის შესრულებაზე ფულადი სახსრების ხვედრითი საწარმოო დანახარჯები, ლარი.

სოციალურ საქიროებაზე დანარიცხების საერთო ჯამი იანგარიშება ფორმულით:

$$C_{სოც} = \frac{C_{წლ} \cdot K_{სოც}}{100} \quad (5.16)$$

სადაც $C_{წლ}$ არის მექანიზატორის შრომის წლიური ანაზღაურების ფონდი, ლარი.

$K_{სოც}$ არის სოციალური საქიროებისათვის დანარიცხების ნორმატივი, %.

სოციალური საქიროებისათვის დანარიცხები შეიცავს სოციალურ დაზღვევას, შრომითი დასაქმების სახელმწიფო ფონდში გადასახადს, საპენსიო ფონდს, სამედიცინო დაზღვევის ფონდის გადასახადებს, ლარი.

ტექნიკის დაზღვევაზე საერთო დანახარჯები წლის განმავლობაში იანგარიშება ფორმულით:

$$C_{დაზღ} = \frac{B \cdot h_{დაზღ}}{100} \quad (5.17)$$

სადაც B არის ტექნიკის საბალანსო ღირებულება, ლარი

$h_{დაზღ}$ არის დაზღვევის ნორმა წელიწადში, %.

აბსოლუტური მოგება განისაზღვრება ფორმულით:

$$P_{აბს} = C - S \quad (5.18)$$

სადაც C არის წარმოებული პროდუქციის ღირებულებები სარეალიზაციო ფასებში, ლარი.

S არის წარმოებული პროდუქციის (სამუშაოების) თვითღირებულება, რომელშიაც შედის ცალკეულ ოპერაციებზე ტექნოლოგიური აგრეგატებისა და სატრანსპორტოსაშუალებების ხვედრითი- დაყ

ვანილი საექსლუატაციო დანახარჯები, სასუქების, შხამ-ქიმიკატების, სათესლე მასალების ღირებულება და სხვა სახის არასაწარმოო გადასახადები.

მოგების ნორმა განისაზღვრება ფორმულით:

$$H = \frac{P_{\text{აბს}}}{S} 100 \quad (5.19)$$

მიღებული სიდიდის მნიშვნელობა არ უნდა იყოს კაპიტალდაბანდე

ბის ეფექტურობის კოეფიციენტზე ნაკლები, რომელსაც ადგენს ცენტრალური სახელმწიფო ბანკი, სადაც ასახულია დაწესებული საპროცენტო განაკვეთი. მოგება და შესაბამისად დანახარჯები (კაპიტალდაბანდება და საბრუნავი საშუალებები) განისაზღვრება როგორც საერთოდ სოფლის მეურნეობისათვის, ასევე ცალკეული დარგებისათვის, რეგიონებისათვის და ცალკეული მეურნეობებისათვის ახალ ტექნიკაზე მოთხოვნების მოცულობის გათვალისწინებით [10].

წმინდა მოგება წარმოადგენს აბსოლუტური მოგების ნაწილს, რომელსაც აკლდება სხვადასხვა საბიუჯეტო გადასახადები და რომლებიც არ შედის პროდუქციის თვითღირებულებაში.

$$P_{\text{წმ}} = P_{\text{აბს}} - (C_{\text{სოც}} + C_{\text{დაზღ}} + C_{\text{დამ}}) \quad (5.20)$$

სადაც $C_{\text{დამ}}$ არის სხვადასხვა სახის არასაწარმოო საბიუჯეტო გადასახადების ჯამი, ტექნიკის დაზღვევისა და სოციალური საჭიროების გადასახადის გარდა.

ახალი ტექნიკის დანერგვის შედეგად მიღებული დამატებითი კაპიტალდაბანდების ამოგების ვადა

$$T_0 = \frac{\Delta K_0}{\Delta P_{\text{საერთო}}} \quad (5.21)$$

სადაც ΔK_0 არის დამატებითი კაპიტალდაბანდება, ლარი.
 $\Delta P_{\text{საერთო}}$ არის წლიური საერთო მოგების ნაზრდი, რომელიც მიღებულია ახალი ტექნიკის გამოყენების შედეგად, ლარი/წლ.

5.5 ეკონომიკური შეფასების საინფორმაციო ბაზა.

ახალი ტექნოლოგიური მანქანების შექმნისას ექსპერიმენტული მანქანები უნდა შედარდეს საუკეთესო არსებულ სამამულო და უცხოურ მოდელებს. მათი ეკონომიკური ეფექტურობის განსაზღვრისას სახელმწიფო გამოცდების დროს მათ მაჩვენებლებს ადარებენ მისი დაპროექტებისას მიღებულ ტექნიკურ დავალებაში არსებულ მაჩვენებლებს.

ტექნიკის შემფასებელი ძირითადი ტექნიკურ-ეკონომიკური პარამეტრების შესახებ ინფორმაციის მიღების წყაროები შემდეგია: მწარმოებლობის, საწვავი და საზეთი მასალების ხარჯის, საიმედოობის და ა.შ. ნორმატიული ბაზა, მანქანათა საგამოცდო სადგურების მონაცემები ახალი ტექნიკის გამოცდაზე. მეურნეობებში წინასწარი გამოცდების შედეგები, ქარხანა დამამზადებლის მონაცემები.

დანახარჯების ღირებულებითი შეფასებისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნას მსოფლიო ბაზრის პროგნოზირებული და

საანგარიშო ფასები, რომელიც მოქმედებს ქვეყანაში განსაზღვრული დროის განმავლობაში. ისინი ითვლება, როგორც მუდმივები ნებისმიერი პროდუქციისათვის ან რესურსისათვის მთელ საანგარიშო პერიოდში.

ტექნიკის ეკონომიკური ეფექტურობის განსაზღვრის შემდგომ განსაზღვრავენ ფასების ზღვრულ დონეს, რომლისთვისაც სასოფლო-სამეურნეო საწარმოს შეუძლია ეკონომიკური ეფექტის მიღება. ამისათვის ატარებენ ეკონომიკური ეფექტურობის ანგარიშის რამდენიმე ვარიანტს სხვადასხვა ფასებისათვის.

მაჩვენებელი - „მაქსიმალური მოგება“ – წარმოადგენს ძირითად კრიტერიუმს საუკეთესო ვარიანტის შესარჩევად. ეკონომიკური ეფექტურობის განსაზღვრისათვის ძირილადი ინფორმაცია მოცემულია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგიურ რუკებში.

სპეციალიზებული მანქანების ეკონომიკური შეფასებისას, თუ არ შეინიშნება მოსავლიანობისა და პროდუქციის ხარისხის ზრდა, ეკონომიკურ ეფექტურობას ანგარიშობენ საექსპლუატაციო დანახარჯების შემცირების მიხედვით.

მემცენარეობაში ტექნიკის ეკონომიკური ეფექტურობის განსაზღვრისას, როგორც წესი, საანგარიშო პერიოდად მიღებულია წელიწადი, ხოლო აუცილებლობის შემთხვევაში მოგება განისაზღვრება პროდუქციის წარმოების გეგმიური თვითღირებულების, მემცენარეობის სასაქონლო პროდუქციის მოცულობების ღირებულებების და მათი რეალიზაციის ფასების საფუძველზე.

5.6 ეკონომიკური ეფექტურობის ძირითადი მაჩვენებლების განსაზღვრა.

მოცემული მეთოდით გაანგარიშებული იქნა ექსპერიმენტული პნევმატიკური კომბინირებული სათოხნი კულტურების სათესი მანქანის ძირითადი საექსპლუატაციო და ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები, რომლებიც მოცემულია ცხრილში 5.1.

მოცემული მეთოდით გაანგარიშებული იქნა ფულადი სახსრების ხვედრითი საწარმოო დანახარჯები არსებული ტექნოლოგიით სიმინდისათვის, რომელმაც შეადგინა შესაბამისად $S_{სიმ} = 648$ ლარი/ჰა.

ცხრილი 5.1

სათოხნი კულტურების ექპერიმენტული პნევმატიკური სათესი მანქანის ძირითადი საექსპლოატაციო და ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები

ექპერიმენტული პნევმატიკური სათესი მანქანის ძირითადი საექსპლოატაციო და ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების დასახელება	სათოხნი კულტურების პასიურ მუშა ორგანო - ებიანი კომბინირებული სათესი აგრეგატი
1. საათური მწარმოებლობა, ჰა/სთ	0,5
2. საწვავის ხვედრითი ხარჯი, კგ/ჰა	9,5
3. შრომის ხვედრითი ხარჯი, კაც.სთ/ჰა	2,0
4. ტრაქტორის ღირებულება, ლარი	11 500
5. მანქანის ღირებულება, ლარი	450
6. საამორტიზაციო დანახარჯები, ლარი/ჰა	
7. ხარჯები შრომის ანაზღაურებაზე, ლარი/ჰა	7,0
8. დანახარჯები საწვავ-საზეთ მასალებზე, ლარი/ჰა	5,0
9. ხვედრითი საექსპლოატაციო დანახარჯები, ლარი/ჰა	10,65
10. ხვედრითი საწარმოო დანახარჯები, ლარი/ჰა	22,65
	117,65

ცხრილი 5.2

დაგეგმარებული სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის ეკონომიკური ეფექტურობის მაჩვენებლები.

1	მაჩვენებლების	განზო -	საბაზო ვარიანტი მტზ-80+	ექსპერიმენ	მოგება,

	დასახელება	მიღება	+კპნ-4გ. სუპნ-6. 4-ბზტ-1,0	ტული ვარიანტი	ლარი
1.	მანქანის ფასი	ლარი	300+600+ +100= =1000	450	550
2.	საექსპლუატაციო დანახარჯები	ლარი/ჰა	26,1	22,65	3,45
3.	მოსავლიანობის ზრ დით მიღებული ეკო ნომიკური ეფექტი	ლარი/ჰა	39 ც/ჰა	40 ც/ჰა	27
4.	ხვედრითი საწარ - მოო დანახარჯები	ლარი/ჰა	648	636,3	11,7
5.	წლიური ეკონომი - კური ეფექტი	ლარი			1872
6.	წმინდა მოგება	ლარი/ჰა			1235,7
7.	კაპიტალდაბანდების ამოგების ვადა	წელი			0,36

დასკვნები V თავის მიხედვით:

1. განისაზღვრა დამუშავებული კომბინირებული სათესი მანქანის მუშაობის ჯამური სიმძლავრე, რომელიც შეადგენს 7,2 კვტ-ს.
2. ექსპერიმენტული გზით განისაზღვრა დამუშავებული კომბინირებული სათესი მანქანის საათური მწარმოებლობა, რომელიც შეადგენს 0,5 ჰა/სთ.
3. დამუშავებული კომბინირებული სათესი მანქანის გამოყენებით მოსალოდნელი წლიური ეკონომიკური ეფექტი შეადგენს 1872 ლარს წელიწადში ერთ აგრეგატზე.

ძირითადი დასკვნები და რეკომენდაციები

1. სათოხნი კულტურების თესვისა და მოვლა-მოყვანის თანამედროვე სამანქანო ტექნოლოგიების ანალიზის საფუძველზე მიზანშეწონი - ლად მიგვაჩნია, რომ დამუშავდეს კომბინირებული სათესი მანქანის პრინციპული სქემა, რომელიც უზრუნველყოფს სათეს ზოლში ნია - დაგის გაფხვიერებას და მარცვლების თესვას პნევმატიკური ტიპის გამომთესი აპარატის საშუალებით.
2. დამუშავებულია სათოხნი კულტურების თესვის კომბინირებული სამანქანო ტექნოლოგია და მანქანის პრინციპული სქემა.
3. განსაზღვრულია ექსპერიმენტული სათესი მანქანის ტექნოლოგიური და საექსპლუატაციო პარამეტრები:
 - ა. ნიადაგის დამუშავების სიღრმე – 0,15-0,20 მ;
 - ბ. დასათესი რიგების რაოდენობა – 2;
 - გ. თესვის სიღრმე – 0,04-0,06 მ;
 - დ. მწკრივთაშორის მანძილი – 0,7 მ;
 - ე. მოდების განი – 1,4 მ;
 - ვ. მწარმოებლობა – 0,5 ჰა/სთ;
 - ზ. მანქანის სამუშაო სიჩქარე – 1,8 მ/წმ.
4. დასაბუთებულია კომბინირებული სათესი მანქანის ნიადაგდამამუ-

შავებელი სამუშაო ორგანოების შეთანაწყობის პრინციპული სქემა.

5. დამუშავებულია პნევმატიკური ტიპის ექსპერიმენტული გამომთესი

აპარატი, რომელიც უზრუნველყოფს მარცვლების სრულ გამოთეს - ვას დისკოს რადიალურ ხვრეტილებზე მათი შეკავების ხარჯზე.

6. თეორიულად განისაზღვრა ვაკუუმის სიდიდის გავლენა მარცვლის გამოთესვის სისრულეზე.

7. დადგენილი იქნა პნევმატიკური ტიპის გამომთესი აპარატის მაჩვენებლები:

- ა. დისკოს დიამეტრი – 0,2 მ
- ბ. დისკოზე ხვრეტილების რაოდენობა – 2-22 ც
- გ. დისკოს ხვრეტილების დიამეტრი – 0,004 მ
- დ. დისკოს სისქე – 0,1 მ
- ვ. ვაკუუმის სამუშაო წნევა – 0,20-0,26.10⁻⁴ მპა

8. განსაზღვრულია აგროტექნიკური მაჩვენებლები ლაბორატორი – ულ და საველე პირობებში, კერძოდ:

- ა. ნიადაგის ტენიანობა – 37,9%
- ბ. ნიადაგის სიმკვრივე – 130 ნ/მ²
- გ. გაფხვიერების ხარისხი ნიადაგის სხვადასხვა სიღრმეზე – 54,2-9,3%
- დ. ჩათესვის სიღრმე – 0,04-0,08 მ
- ე. ჩათესვის ბირთვში თესლების რაოდენობა – 86,68%
- ვ. აღმონაცენის რაოდენობა გრძივ მეტრზე – 4-5 ც

ზ. მცენარეთა ღერძული გადახრა	– 0,02-0,03 მ
თ. მცენარეთა რაოდენობა ჰექტარზე	– 56 000 ც
ი. მოსავლიანობა	– 40 ც/ჰა

9. განისაზღვრა დამუშავებული კომბინირებული სათესი მანქანის მუშაობის ჯამური სიმძლავრე, რომელიც შეადგენს 7,2 კვტ-ს.
10. ექსპერიმენტული გზით განისაზღვრა დამუშავებული კომბინირებული სათესი მანქანის საათური მწარმოებლობა, რომელიც შეადგენს 0,5 ჰა/სთ.
11. დამუშავებული კომბინირებული სათესი მანქანის გამოყენებით მოსალოდნელი წლიური ეკონომიკური ეფექტი შედაგენს 1872 ლარს წელიწადში ერთ აგრეგატზე.

ლიტერატურა

1. მახარობლიძე რ. საქართველოს აგროსამრეწველო კომპლექსის საინჟინრო სფეროს მომავალი. თბილისი, 1997.
2. მახარობლიძე რ. საქართველოს აგროსამრეწველო სექტორის საინჟინრო ტექნოლოგიური სისტემის სტაბილიზაციისა და განვითარების ამოცანები. საქ. სმმესკი, სამეცნიერო შრომათა კრებულში, თბილისი, 2001.
3. მახარობლიძე რ., იაშვილი თ. სოფლის მეურნეობის წარმოების მექანიზაციის განვითარების თანამედროვე მსოფლიო ტენდენციები. თბილისი, 2000.
4. გუგუშვილი მ. სასოფლო-სამეურნეო მანქანები. I ნაწილი. “განათლება”, თბილისი, 1979, 323 გვ.
5. გ. ტალახაძე. ნიადგმცოდნეობის პრაქტიკული. თბილისი. 1956.
6. მშვილდაძე ო. ტრაქტორები და ავტომობილები, თბილისი, 2000, 170 გვ.
7. გეგელიძე გ., შაფაქიძე ე. სასოფლო-სამეურნეო მანქანები, თბილისი, 1999.
8. გეგელიძე გ., შაფაქიძე ე., ო. თედორაძე. სასოფლო-სამეურნეო მანქანები, თბილისი, 2002. 138 გვ.
9. ქარჩავა ო. მანქანათა სისტემების ოპტიმიზაცია მეურნეობის მრავალფორმიანობის პირობებში. თბილისი, 1996.
10. საქართველოს საგადასახადო კოდექსი, თბილისი, 2002.
11. დოლიძე ე., ს. ჩოჩია, ლ. მშვილდაძე “სასოფლო-სამეურნეო მანქანა იარაღები”. განათლება, თბილისი, 1969.

12. მაისურაძე ო.ნ., ე.დ. შაფაქიძე, ი.ი. ძმანაშვილი. პნევმატური ტიპის გამომთესი აპარატის ლაბორატორიული გამოკვლევის შედეგები. სსსი, სამეცნიერო შრომები, თბილისი, 1983. გვ. 117-121.
13. ქერტყოვეი ლ.ფ., ი.ი. ძმანაშვილი. სიმინდის ექპერიმენტული სათესი კომბინირებული მანქანის საველე-ლაბორატორიული გამოცდის შედეგები. სსსი, სამეცნიერო შრომები, თბილისი, 1988. გვ. 10-16.
14. ნატროშვილი დ., ი. ძმანაშვილი, ნ. ზანგალაძე. სათოხნი კულტურების თესვის ტექნოლოგიისა და ტექნიკური საშუალებების გამოკვლევა-დამუშავება. სსაუ, სამეცნიერო შრომები, თბილისი, 1998-1999. გვ. 53-56.
15. გეგელიძე გ.ი., ი.ი. ძმანაშვილი. მცირე კონტურიან ნაკვეთებზე ერთწლიანი სათოხნი კულტურების პუნქტირული თესვისათვის ტექნიკური საშუალებების შერჩევა-დამუშავება. სსაუ, სამეცნიერო შრომათა კრებული, XIX, თბილისი, 2002. გვ. 137-141.
16. ნატროშვილი დ., კ. ლაშხი, ჯ. ჭელიძე, ი. ძმანაშვილი. ნიადაგის ფენობრივად დამამუშავებელი პასიური მუშა ორგანოების რაციონალური შეთანაწყობის დასაბუთება. სსაუ, სამეცნიერო შრომათა კრებული, XXXI, თბილისი, 2005. გვ. 152-153.
17. ნატროშვილი დ., ი. ძმანაშვილი, ნ. ზანგალაძე. სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი მანქანის გამომთესი აპარატის კვლევა. სსაუ, სამეცნიერო შრომათა კრებული, XXXVII, თბილისი, 2006. გვ.
18. საათაშვილი ი., პ. ნასყიდაშვილი, პ. ლიპარტელიანი. სიმინდის ჰეტეროზისული ჰიბრიდების სელექცია საქართველოში. თბილისი. “არეალი” 2004.

19. ნატროშვილი დ. მარცვლელი კულტურების თესვის სამანქანო ტექნოლოგიებისა და კომბინირებულ მანქანათა კომპლექსის დამუშავება-სრულყოფა მცირეკონტურიანი ნაკვეთებისათვის. ავტორეფერატი ტექნ. მეცნ. დოქტ. სამეცნ. ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი, 2003. 45 გვ.
20. ლაშხი კ. ნიადაგის ფენობრივად დამუშავების ტექნოლოგიისა და სამუშაო ორგანოს შერჩევა-დასაბუთება. ავტორეფერატი ტექნ. მეცნ. კანდიდატის სამეცნ. ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი. 2005. 19 გვ.
21. ქარქაშაძე ნ., ჰ. გიორგაძე, ე. გუგავა, ნ. ჩიხრაძე, ლ. გეგენავა. ბუნებისმეტყველების ეკონომიკა. თბილისი, 2003. 319 გვ.
22. აფხაიძე ა., კ. ლეჟავა. სოფლის მეურნეობის მანქანები და იარაღები. I ნაწილი „ტექნიკა და შრომა“, თბილისი, 1948, 590 გვ.
23. აფხაიძე ა., კ. ლეჟავა. სოფლის მეურნეობის მანქანები, I ნაწილი. თბილისი. „განათლება“, 1974 წელი. 378 გვ.
24. შხვაცაბაია გ.ი., ქემოკლიძე გ.გ., ოშორიძე მ.ს. სასოფლო-სამეურნეო მანქანა – იარაღები. II ნაწილი. თბილისი. სსი. 1960. 615 გვ.
25. შხვაცაბაია გ.ი., ოშორიძე მ.ს. სასოფლო-სამეურნეო მანქანა – იარაღები. II ნაწილი. თბილისი. სსი. 1971. 378 გვ.
26. შხვაცაბაია ზ.გ., ბეჟანიშვილი გ.ნ. სოფლის მეურნეობის მანქანები. II ნაწილი. თბილისი, განათლება. 1982. 468 გვ.
27. შალამბერიძე გ., ბ. ბასილაშვილი, ო. ქარჩავა. მანქან-ტრაქტორთა პარკის ექსპლუატაცია. მეთოდური მითითება. თბილისი. სსი. 1990. 185 გვ.

- 28.კომარისტოვი ვ., ნ. დუნაი. სასოფლო-სამეურნეო მანქანები. თბილისი, განათლება. 1985. 597 გვ.
- 29.გეგელიძე გ., ი. ძმანაშვილი, ს. რამაზაშვილი. მცირე მოდების განიანი კულტივატორის გამოყენების ზოგიერთი საკითხისათვის. საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი სასოფლო-სამეურნეო წარმოების მექანიზაციისა და ელექტროფოკაციის ტექნიკური სამუშაოების სრულყოფის საკითხები. ნაწილი I. თბილისი. 1995. გვ. 26-30.
- 30.ქემელაშვილი გრ. ნ. მორთულაძე, ე. გეგლიაშვილი. თესლმცოდნეობის საფუძვლები. თბილისი. 1982. 63 გვ.
- 31.Рамазашвмлм Ю., Датунашвмлм Г., Эсакия А., Натрошвмлм Д. Использование разрядно-импельмной технологии в агропромышленных отраслях. Груз.АУ, Научные труды, Тбилиси, 1993, ст.73-75.
- 32.Погорельый В.А. и др. Сельскохозяйствкнная техника и технология будущего.Киев, “Урожай”, 1988.
- 33.Маковкцей О.А. Влияние густоты и равномерности размещенмя растений на продуктивность сахарной свеклы при малых нормах высева семян в условиях Правобережной Лесостепи УССР. Автореф. дис. ... канд. с-х наук.- Киев, 1975. 23 с.
- 34.Савич П.В. Технологические основы механизированного формирования насаждений сахарной свеклы. Автореф. дис. ...д-ра техн. наук.- Киев, 1975. 35 с.
- 35.Шабранский В.А. Исследование и совершенствование процесса точного посева сахарной свеклы дражированными семенамы. Автореф. дис. ...канд. техн. наук.- К., 1980. 23 с.

36. Чичкин В.П. Овощные сеялки и комбинированные агрегаты: (Теория, конструкция, расчет). – Кишинев, Штииница, 1984. с.450.
37. Бузенков Г.М., Ма С.А. Машины для посева сельскохозяйственных культур. Москва. Машиностроение, 1976. 271 с.
38. Горячкин В.П. Соб. соч. Т.1, Машиностроение, М. 1965. 720- с.
39. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов. М. Высшая школа. 1978. 441 с.
40. Листопад Г.Е., Демидов Г.К., Зонов Б.Д. и др., Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М. Агропромиздат. 1976. 751 с.
41. Листопад Г.Е., Демидов Г.К., Зонов Б.Д. и др., Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М. Агропромиздат. 1986. 687 с.
42. Иванов Н.Я., Н.М. Шаров. Механизация полеводства в США. М., Колос. 1973. 207 с.
43. Родичев В.А., Родичева Г.И. Тракторы и автомобили. Москва, Высшая школа, 1982,
44. Гуревич А.М., Е. М. Сорокин. Тракторы и автомобили. Москва. Колос. Гуревич, 1979.
45. Клецкин М.И. и др., Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Москва, Машиностроение. т. I, 1967, 583 ст.
46. Клецкин М.И. и др., Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Москва, Машиностроение. т. IV, 1969, 680 ст.
47. Шпылко А.В. Экономическая эффективность механизации сельскохозяйственного производства. Российская Академия сельскохозяйственных наук. Москва, 2001.
48. Тихомиров М.И. и др. Техническое нормирование в сельском хозяйстве. М. Колос, 1969. 432 ст.

49. Отчеты Церованского МИС-а Техническое нормирование полевых механизированных работ, 1986 -1990.
50. Сельско-хозяйственная техника. Катлог, часть I, М., 1981
51. Басин В.С. и др., Машины для точного посева порашных культур конструирование и расчет. Киев, Техника, 1987. 151 с.
52. Коренев Г.В., П.И. Подгорный, С.Н. Щербак. Растениеводство с основами селекции и семеноводства. М. Агропромиздат, 1990. 575 с.
53. Веденяпин Г.В., Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных. Колос. М., 1967.
54. Методика оценки качественных показателей технологического процесса сельскохозяйственных машин. М., 1968.
55. Карпенко А.Н., А.А. Зеленев., В.М. Халанский. Сельско-хозяйственные машины. М., Колос. 1979. 472 с.
56. Краснощеков Н.В. Машины для защиты почв от ветровой эрозии. М., Россельхозиздат. 1977. 223 с.
57. Надршин Т.К. Механизация рекультивации нарушенных земель. М., Россельхозиздат. 1979. 91 с.
58. Иванов Ю.И., Т.К. Надршин. По пути комплексной механизации. М., Россельхозиздат. 1978. с. 141.
59. Техническая записка сеялок СПС-4 (б; 8). Механическое предприятие “Чахлеу – пятря нямц”. 1977. 40 с.
60. Сеялка универсальная навесная СУПН-8. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. “Союзпочвомаш”, Кировоград, 1983. 35 с.
61. Любимов А.М., З.И. Воцкий, Б.С. Ставицкий. Практикум по сельскохозяйственным машинам. М., Колос. 1971. 206 с.
62. Кузнецов В.М., Сухов Ю.И. Справочник молодого механизатора овощевода. М., Высшая Школа, 1979. 247 с.

63. Чичкин В. П. Овощные сеялки и комбинированные агрегаты (теория, конструкция, расчет).-Кишинев, Штиинца, 1984. 450 с.
64. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ПОУ. Министерство тракторного и сельско-хозяйственного машиностроения. Львов. 1980ю 94 с.
65. Техническое описание и инструкция по эксплуатации трактора Т-25А. Производственное объединение Владимирский тракторный завод. Владимир. 1988. 193 с.
66. Комаристов И.Е., Л.А. Одинцов. Практикум по сельскохозяйственным машинам. Ыцсква. Колос. 1978. 271 ст.
67. Венчиков Н.А., И.Е. Попов, Е.И. Куцеко, М.Ф. Пиронков. Механизация обработки почвыю Колос. Москва. 1972.272 с.
68. Турбин Б.Г., А.Б.Лурье, С.М. Григорьев, Э.М. Иванович, С.В. Мельников. Сельскохозяйственные машины. Теория и технологический расчет. Машиностроение. Ленинград, 1967. 583.
69. Фере Н.Э., В.З.Бубнов, А.В. Еленев. Пособие по эксплуатации машино-тракторного парка. М., Колос. 1978. 255 с.
70. Коротких Э. В. Пневматический посев риса в переувлажненную почву приморского края. Автореферат дисс. канд. тех. н. Саратов, 1988.
71. Доспехов Б. А., Васильев И.П., туликов А.Б. Практикум по земледелию. М. Колос. 1977ю 362 с.
72. Зерновые, бобовые и масличные культуры. Издательство стандартов. М., 1976. 388 с.
73. Махароблидзе Р.М. Методв теории удара и реологии в земледельческой механике. Интеллект, Тбилиси, 2006, 312 с.
74. Allmaras R.R., J.M. Kraft and D.E. Miller. Effects of Soil Compaction and Incorporated Crop Residue on Root Health. Ann.Rev.Phytopatol. 1988. 26:219-43.

75. Применение чизельной обработки почвы. Москва. В.О.” Агропромиздат “.
1988. 13 ст.