

მაყვალა მჭედლიძე

ბოსტნეული კულტურების თესლის
ვიბრაციული კომბინირებული
დამხარისხებელი დანადგარის
დამუშავება

თბილისი 2008

მონოგრაფიაში განხილულია ბოსტნეული კულტურების თესლის დახარისხების ახალი ტექნოლოგიური პროცესის დამუშავება ვიბრაციის და მაღალი ძაბვის ელექტრული ველის კომბინაციის გამოყენებით; მოცემულია ელექტრომაგნიტური, ელექტრომექანიკური ვიბროამპრავისა და მაღალი ძაბვის ელექტრულ ველში დამხარისხებელი დანადგარები, რომელთა საშუალებითაც წარმოებს თესლის ორჯერადი დახარისხება. სათესლე მასალის გაწმენდა-დახარისხების ასეთი ტექნოლოგიური პროცესის გამოყენებით, ვიბრაციული ბუნკერით დახარისხებული თესლის დახარისხების სიზუსტე კიდევ (10-15)%-ით იზრდება. დახარისხებასთან ერთად ელექტრული ველის ზემოქმედებით ხდება თესლის ბიოლოგიური თვისებების გაზრდა.

ექსპერიმენტის სახით შექმნილი დამხარისხებელი დანადგარები, მცირე გაბარიტებისაა. იგი მნიშვნელოვან სამსახურს გაუწევს წერილფერმერულ და გლეხურ მეურნეობებს ხედასხვა ბოსტნეული კულტურების მაღალხარისხიანი თესლის მიღებისა და მის საფუძველზე უხვი მოსავლის მოყვანის საქმეში.

რედაქტორი:

რობინზონ ქსოველი
ტექნიკის მეცნიერებათა
დოქტორი, პროფესორი

რეცენზენტები:

დარეინ ორმოცაძე
ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი

ლასიკო მაისაშვილი
ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი

ნოდარ ნარიშანიძე
ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი

ISBN 5-89512-214-5

საქართველოს ილღა ჭავჭავაძის სახელობის საერთაშორისო სამეცნიერო კულტურულ საგანაშენაილებლო კავშირი „საზოგადოება ცოდნა“.

შესავალი

მეზოსტენობას საქართველოს სოფლის მეურნეობაში ერთ-ერთი მოწინავე ადგილი უჭირავს. სოფლის მეურნეობის ამ კერძო სექტორის წარმოებულ პროდუქციაზე მოთხოვნილებები ყოველდღიურად მატულობს, ვინაიდან ბოსტნეული ადამიანის კვების რაციონის ერთერთი აუცილებელი კომპონენტია; შეიქმნა ბოსტნეული კულტურების მოსაველიანობის გაზრდის აუცილებლობა, რისთვისაც უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება სოფლის მეურნეობის მიღწევების და მოწინავეთა გამოცდილების განზოგადებას და მათ დანერგვას ადგილობრივ გლეხურ და ფერმერულ მეურნეობაში. აუცილებელი გახდა მეცნიერულად დასაბუთებული ტექნოლოგიისა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოყვანის პროგრესული აგროტექნიკის გამოყენება.

ბოსტნეული კულტურების მოსაველიანობის გაზრდის ერთ-ერთი მთავარი ფაქტორია სათესლე მასალის ხარისხის გაუმჯობესება, რისთვისაც საჭიროა გამოყენებულ იქნას სრულყოფილი დამხარისხებელი დანადგარები, თესლის სტიმიულაციის ელექტროფიზიკური მეთოდები და სხვა.

ჩვენს ქვეყანაში გატარებული აგრარული რეფორმის შემდეგ სოფლად შექმნილი გლეხური და წვრილფერმერული მეურნეობებისათვის ძნელად ხელმისაწვდომი გახდა საკმაოდ დიდი გაბარიტების მქონე დამხარისხებელი საშუალებებით სარგებლობა; არსებული ვიბრომექანიკური და ჰაერის ნაკადის მოქმედების კომბინაციით მომუშავე, ელექტრომაგნიტური, ელექტრული ველით დამხარისხებელი მანქანები და აგრეთვე ხელით შრომის გამოყენებაც ვერ პასუხობენ თანამედროვე ტექნიკურ ეკონომიკურ და სასურველი კონდიციის მქონე თესლის მიღების მოთხოვნებს. ამ ამოცანის გადაწყვეტაში დიდ როლს თამაშობს საწარმოო პროცესების მექანიზაცია, ელექტრიფიკაცია და ავტომატიზაცია, რის საფუძველზეც უნდა მოხდეს სასოფლო-სამეურნეო მანქანა-დანადგარების მწარმოებლობის, ეკონომიკურობის და საიმედოობის გაზრდა; საჭიროა ახალი ტექნოლოგიური პროცესების დამუშავება და ისეთი მოწყობილობების შექმნა, რომლებიც უზრუნველყოფენ

ოპტიმალური ტექნოლოგიური პროცესების შესრულებას.

ყველასთვის ცნობილია, თუ რა დიდი მნიშვნელობა აქვს დათესვის წინ სათესლე მასალის წინასწარ მომზადებას. არსებული თესვგამწმენდი ტექნიკური საშუალებანი ყოველთვის ვერ უზრუნველყოფენ თესლის დაყვანას სასურველ კონდიციამდე. ხშირად საჭირო ხდება გაუმჯობესებული იქნას სათესლე მასალის ხარისხობრივი მანუშენებლები. როგორცაა: აღმოცენების უნარი, გაღივების ენერჯია, აბსოლუტური მასა გრამებში და ა.შ.

ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით მიზნად დავისახეთ სათესლე მასალების ხარისხის გაუმჯობესების ახალი ტექნოლოგიური პროცესების დანერგვა, მცირე გაბარიტების, კომპაქტური და იოლად გადასატანი დამხარისხებლების შექმნა. ვფიქრობთ, რომ ყოველივე ამის მიღწევა შესაძლებელი გახდება სათესლე მასალის კომბინირებული - ვიბრაციული და მაღალი ძაბვის ელექტრული ველით დახარისხების მეთოდის გამოყენებით [93];

ვიბრაციული მეთოდების გამოყენებისას თესლი ხარისხდება გეომეტრიული ზომების მიხედვით, ხოლო შემდგომ ეტაპზე, ელექტრული ველის გამოყენებით - კუთრი წონის მიხედვით.

ელექტრული ველის მოქმედების შედეგად თესლიდან გამოიყოფა გარეშე მინარეები, შემუშავებული და წერილი მარცვლები, რომლებიც ამცირებენ თესლის კონდიციას [61].

აქედან გამომდინარე, ჩვენს მიერ დამუშავებული და ექსპერიმენტის სახით დამზადებული მცირეგაბარიტებიანი კომბინირებული დანადგარები საშუალებას გვაძლევენ დასახარისხებელი სათესლე მასალიდან გამოვყოთ მაღალხარისხოვანი თესლი, რაც მოსავლიანობის ამაღლებისა და პროდუქციის თვითღირებულების შემცირების აუცილებელი ფაქტორი იქნება.

თავი 1. ბოსტნეული კულტურების თესლის დამხარისხებელი დანადგარების თეორიული და კონსტრუქციული გადაწყვეტა

ბოსტნეული კულტურების სათესლე მასალის დახარისხების პროცესის შესწავლისა და ანალიზის შედეგად დამუშავდა ელექტრომაგნიტური, ელექტრომექანიკური ვიბრაციული და მაღალი ძაბვის ელექტრული ველით დამხარისხებელი დანადგარების თეორიული და კონსტრუქციული მასალები. შეიქმნა მათი ლაბორატორიული საცდელი ნიმუშები; ჩატარდა სხვადასხვა ბოსტნეული კულტურების თესლის დახარისხების ფართო ექსპერიმენტები, როგორც ცალკეულ ელექტრომექანიკურ და ელექტრომაგნიტურ ვიბრაციულ დამხარისხებლებზე, ისე კომბინირებულ დანადგარებზე, რომელიც ითვალისწინებდა ერთდროულ დახარისხებას ვიბრაციული და ელექტროგვირგვინის გამოყენებით. ექსპერიმენტების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ თესლის ორჯერადი დამხარისხებელი დანადგარი საშუალებას იძლევა ვიბრობუნკერით დახარისხებული თესლის დახარისხება კიდევ 10-15 % - ით გაიზარდოს. მეცნიერული სიახლის თვალსაზრისით შეიქმნა ელექტრომაგნიტური ვიბროამგზნებით მომუშავე ვიბრაციული ბუნკერი მექანიკური რხევების მისაღებად, რომლის გამოყენებაც შესაძლებელია სოფლის მეურნეობის, მედიცინის, ქიმიის და მრეწველობის სხვადასხვა სფეროში. მისი კონსტრუქცია დაცულია “საქპატენტის” მიერ გამოგონებაზე პატენტით P 3903 , 2006 წელი.



საქართველო
ინველექციური საქართველოს ეროვნული სანბანი «საქავაზენბი»

პატენტი

P 3903

გაუმჯობესება:

ვიბრაციული დამხარისხებელი დანადგარი

კავშირის მფლობელი:

რობიზონ ქსოვრული, შაველა მკელდიძე,
ნუგზარ ქსოვრული, ედიშერ შიღელიაშვილი

ავტორი:

რობიზონ ქსოვრული, შაველა მკელდიძე,
ნუგზარ ქსოვრული, ედიშერ შიღელიაშვილი

ძალაშია:

2005 06 17 - დან



წ. კახიანი

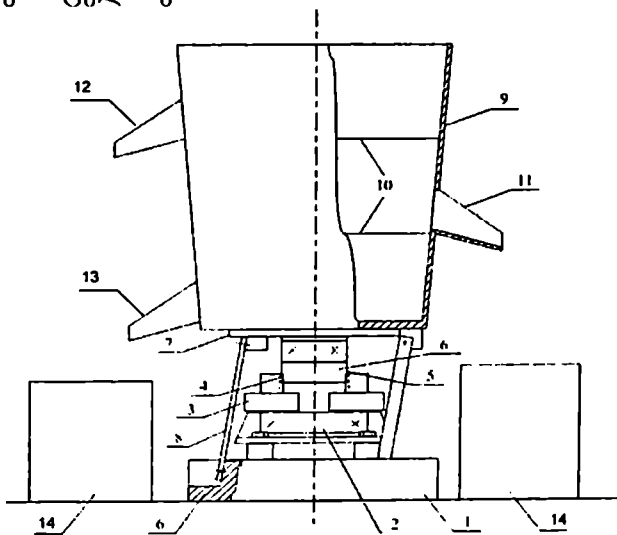
ლევონ კახიანი
ინველექციური დირექტორი

თბილისი

1.1. ელექტრომაგნიტული ელექტრომაგნიტური და ელექტრომაქანიკური ვიბრაციული დამხარისხებელი დანადგარების ტექნიკური შესრულების დასაბუთება და აღწერა.

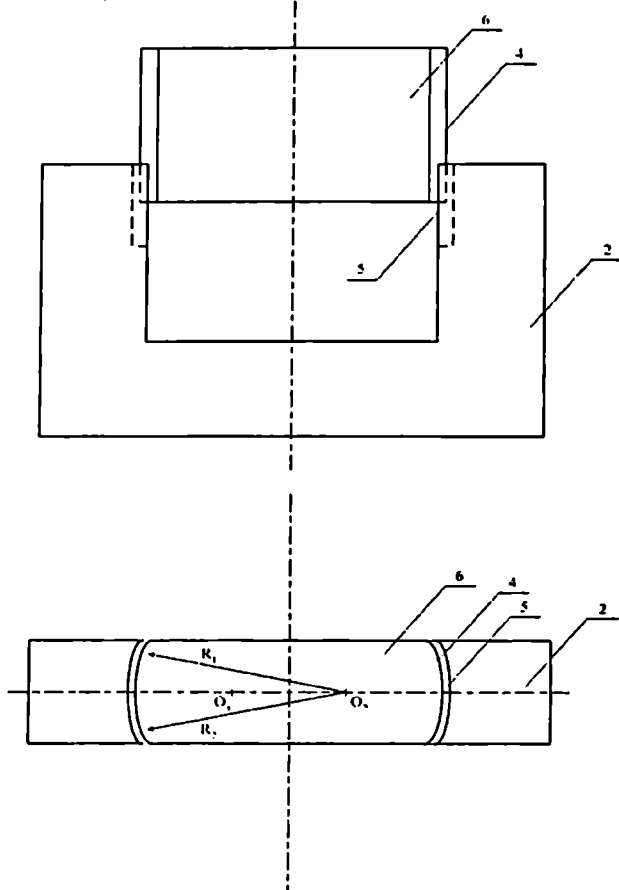
ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული დანადგარი წარმოადგენს დამხარისხებელ ბუნეერს, რომლის ამძრავი მექანიზმია ელექტრომაგნიტური ვიბროდამგზნები [96] და დრეკადი სისტემა.

ელექტრომაგნიტური აღმგზნები სტატორი შესრულებულია Π-ს მაგვარი მაგნიტოგამტარით, რომლის ღუზის და სტატორის პოლუსების სიმრუდე წრეხაზზე მდებარეობს სურ.1.2. ღუზის პოლუსებს შეუძლია სტატორის პოლუსებთან გადაადგილება და შემობრუნება შეჯახების გარეშე. ღუზის და სტატორის პოლუსებს შორის საჰაერო ღრეწოს გაანინია მინიმალური სიდიდე და იგი მუდმივ სიდიდეს წარმოადგენს. მაგნიტის მიზიდვის ძალის სიდიდე დამოკიდებულია არა მარტო ღრეწოს სიდიდეზე, არამედ მათი პოლუსების ზედაპირის ფართობის გადაფარვის ცვლაზე.



სურ. 1.1. ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული დამხარისხებელი დანადგარის საერთო ხედი

ვიბროალმგზნების ასეთი კონსტრუქციული შესრულება იძლევა ვიბრაციული ბუნკერის რეზონანსულ რეჟიმში $\omega = \omega_0$ მუშაობის შესაძლებლობას, რაც იწვევს მოთხოვნილი ძალის შემცირებას. შედეგად, იზრდება დანადგარის ენერგეტიკული მაჩვენებლები – მარგი ქმედების კოეფიციენტი და სიმძლავრის კოეფიციენტი; იზრდება დანადგარის ეკონომიკური ეფექტიანობა.



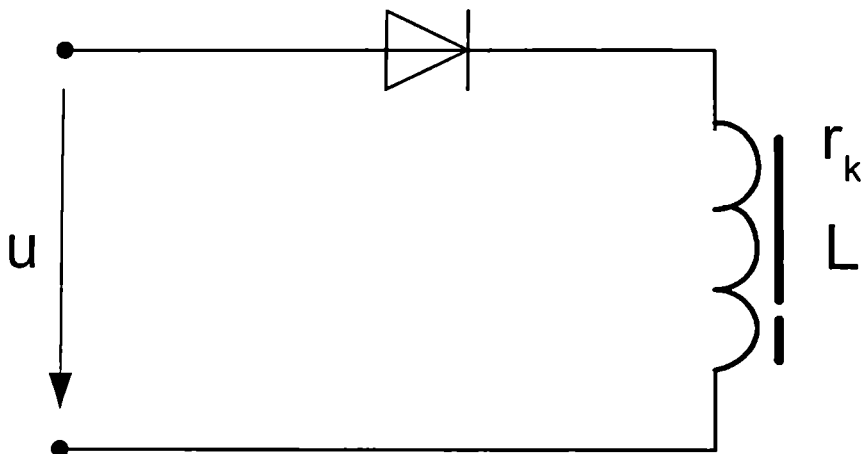
სურ.1.2 ელექტმაგნიტური აღმგზნები

ამგზნების მოქმედების კოეფიციენტი შემდეგია: ელექტრომაგნიტის კოჭაში გამავალი დენის აღმზნები ძალის მოქმედებით გამოწვეული მაგნიტური ნაკადი იმოქმედებს ღუზაზე იმ ძალით, რომელიც პროპორციულია ღუზისა და სტატორის პოლუსებს შორის არსებული მაგნიტური საჰაერო ღრეოსი.

ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული ბუნკერი (სურ. 1.1) შედგება: სადგარისაგან 1, რომელიც ხისტად არის დაკავშირებული სტატორთან 2, რომლის ღეროებზე მოთავსებულია ორი მიმდევრულ-თანხვედრილად შეერთებული გრაგნილები, რომლებიც კვებას ღებულობენ ცვლადი დენის ძაბვის წყაროდან V დიოდის დახმარებით. სტატორის და ღუზის პოლუსები 4, 5 დაკავშირებული არიან მაგნიტურად საჰაერო ღრეოსი $\delta_0 = \cos \omega t$ დახმარებით ისე, რომ ღუზას შეუძლია სტატორის მიმართ შემობრუნება. თავის მხრივ, ღუზა 6 ხისტად არის დაკავშირებული ბუნკერის დისკოს 7 ძირზე, რომელიც სამი საყრდენი იდენტური ღრეკადი რესორით 8 დაკავშირებულია სადგართან, რომელთა დახრის კუთხე პორიზონტის მიმართ არის β . ვიბროაღმზნების მუშაობა ასეთი დახრილი რესორებით საშუალებას იძლევა ბუნკერის 9 რხევა, რომელიც ხისტადაა დამაგრებული დისკოზე ეაწარმოთ ორ სიბრტყეში, პორიზონტალურ xy და ვერტიკალურ z სიბრტყეებში, რაც ჯამში ხრახნულ მოძრაობას იძლევა.

ვიბროდანადგარის მუშაობის პრინციპი შემდეგია: ცვლადი ძაბვის მიწოდების დროს სტატორის 2 გრაგნილებში 3 (სურ. 1.1) გაივლის V დიოდის დახმარებით ერთი ნახევარპერიოდისანი ცვლადი დენი და შესაბამის მაგნიტურ კონტურში წარმოქმნის ცვლად მაგნიტურ Φ ნაკადს, რომელიც შეიკვრება მაგნიტურ კონტურში და ღუზა 6-ის მიზიდვა მოხდება ელექტრომაგნიტის მიზიდვის ძალით ზემოდან ქვემოთ მცირე შემობრუნებით. დროის ერთ მონაკვეთში ღრეკადი რესორების სისტემა მოძრაობს ზემოდან ქვემოთ. დენის მეორე პერიოდში V დიოდი არ გაატარებს დენს. ამ დროს $F=0$, ამიტომ ღრეკადი სისტემის რესორები ქვემოდან ზემოთ იმოძრავენ. შესაბამისად ღუზაც იმოძრაებს ქვემოდან ზემოთ მცირე შემობრუნებით და უბრუნდება საწყის მდებარეობას. მოხდება ღუზის (ბუნკერის) რხევის ერთი პერიოდი, მეორე და

ა.შ. პერიოდები. დენის გავლა გრაგნილებში გამოიწვევს ღუზის მიზიდვას, დენის არ გავლა კი - ღუზის განზიდვას და ასე პარმონიულად დაიწყებს ბუნკერი როტორთან ერთად რხევას ცვლადი დენის სიხშირით [97].



სურ. 1. 3.

სურ. 1.3 - ზე ნაჩვენებია ელექტრომაგნიტური ვიბრობუნკერის ელექტრული აღმგზნების კვების სქემა, რომელიც შედგება სტატორის დეროებზე (სურ1.1) მოთავსებული ელექტრული კოჭებისაგან. ერთდროულად მიმდინარეობს შეუქცევადი პროცესები ელექტრული ენერგიის

სითბოთი გარდაქმნის $I^2 r_k$ და მაგნიტური ენერგიის $\frac{LI^2}{2}$

მექანიკურ ენერგიად (ღუზისა და ბუნკერის რხევა) გარდასაქმნელად.

სურ. 1.5. წრედის r, L ელემენტებში ერთი და იგივე დენი გაედინება, ამიტომ კირკზოფის მეორე კანონის თანახმად ვწერთ:

$$U = ir + L \frac{di}{dt} \quad (1)$$

სადაც $(0+\varphi) < i < (\pi+\varphi),$

$$\text{ხოლო } L = \frac{L_{\min} + L_{\max}}{2} \quad [36]$$

$$L_{\min} < L < L_{\max}$$

ძაბვა წრედში იცვლება სინუსოიდალურად

$$U = U_m \sin \omega t \quad (2)$$

ელექტრომაგნიტური ვიბროაღმგზნების წრედში მუდმივად მიმდინარეობს V დიოდის დახმარებით და ღუზის სტატორთან მდებარეობის პარამეტრების ცვლით გამოწვეული ჩართვა - გამორთვის პროცესები, რომელიც შეიძლება ჩავთვალოთ მყისიერად (1) ფორმულის ამონახსნი იქნება ჯამის სახით:

$$i = i_{\text{დ}} + i_{\text{თავ.}}, \quad (3)$$

სადაც დამყარებული დენი

$$i_{\text{დ}} = \frac{U_m}{Z} \sin(\omega t + \varphi) \quad (0 + \varphi) \leq i \leq (\pi + \varphi), \quad (4)$$

ხოლო თავისუფალი დენი კი -

$$i_{\text{თავ.}} = e^{-\frac{r}{L}t}$$

$$Z = \sqrt{r^2 + (\omega L)^2} \quad \text{სრული წინაღობა, [ომ].}$$

$$\varphi = \arctg \frac{\omega L}{r}; \quad - \text{ ძერის კუთხეა მოდებულ ძაბვასა}$$

და წრედში გამავალ დენს შორის $\varphi = -\psi_i$;

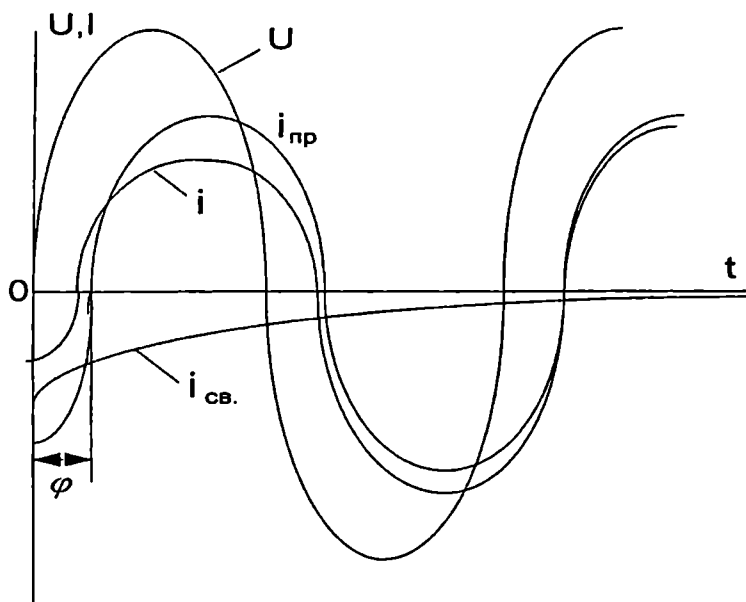
განსახილველ წრედში, როცა $t = 0$ დენისათვის, ფორმულა (3) -დან გვაქვს:

$$0 = \frac{U_m}{Z} \sin \varphi + A \quad \text{და} \quad A = -\frac{U_m}{Z} \sin \varphi = -\frac{U_m}{Z} \sin(-\psi_i) \quad (5)$$

საბოლოოდ წრედში დენის ძალისათვის ვღებულობთ:

$$i = \frac{U_m}{Z} \sin(\omega t + \varphi) - \frac{U_m}{Z} \sin \varphi \cdot e^{-\frac{r}{L}t}, \quad (6)$$

სადაც $\tau = \frac{L}{r}$ - წრედში დენის ცვლილების [გარ-
 დამავალი პროცესი] დროის მუდმივაა.



სურ. 14 წრედში დენის ცვლილების გრაფიკი

სურ. 14.-ზე მოცემულია ვიბროაღმგზნების წრედში დენის ცვლილება.

თუ ვიბრობუნკერის აღმგზნებ ძალას აქვს ჰარმონიული ფორმა, ხოლო კონსტრუქციას გააჩნია ბლანტი ხახუნის წინაღობა, მაშინ იძულებითი რხევის ძირითადი განტოლება ასე დაიწერება:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2n\frac{dx}{dt} + \omega_0^2x = \frac{F_m \sin \omega t}{m}, \quad (7)$$

სადაც x - დამხარისხებელი ბუნკერის გადაადგილებაა [მ].

$n = \frac{\gamma \omega_0}{2\pi}$ - რხევადი სისტემის სიბლანტის მას-ასიათებელი კოეფიციენტი [წმ⁻¹];

$$\gamma = \ln\left(\frac{A_1}{A_1 + 1}\right) - \text{ჩაკრობის კოეფიციენტის}$$

ლოგარითმული დეკრემენტია;

$A_1 - i$ რიგის პერიოდის რხევის ამპლიტუდა [მ];

m რხევადი სისტემის მასა [კგ];
 (1.7) განტოლების ამონახსნს აქვს შემდეგი სახე:

$$x = A \sin(\omega t - \beta),$$

სადაც $A = \frac{x_{cm}}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + \frac{4\omega^2 n^2}{\omega_0^4}}}$ იძულებითი

რხევის ამპლიტუდა [მ], რომელზეც მოქმედებს პარმონიული მიზიდვის ძალა F_{zm} [ნ];

C - სიხისტე [ნ/მ];

$\beta = \arctg 2\omega n / (\omega_0^2 - \omega^2)$ ძერის კუთხეა, მომქმედ მიზიდვის ძალასა და გადაადგილებას შორის; მოცემული შემთხვევისათვის დინამიურობის კოეფიციენტი იქნება:

$$b = \frac{A}{x} = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + \frac{4\omega^2 n^2}{\omega_0^4}}}$$

რომლის სიდიდე b დამოკიდებულია იძულებითი და რხევადი სისტემის საკუთარი სიხშირეების $\frac{\omega}{\omega_0}$

შეფარდებასთან.

რხევით მოძრაობაში მოსულ ბუნკერში (სურ. 1.1) ვიბროტრანსპორტიორის საშუალებით ხდება დასახარისხებელი თესლის მიწოდება. ბუნკერში, ძირიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე, მოთავსებულია სხვადასხვა ზომის ხერელებიანი ცხაეები 10, რომელთა ცვლა წარმოებს სხვადასხვა ბოსტნეული კულტურების თესლების გეომეტრიული ზომების მიხედვით. სათესლე მასალის დახარისხება მიმდინარეობს

ფრაქციებად. ბუნკერს აქვს ნარჩენების (დიდი და მცირე მოცულობის მინარევები) გამოსასვლელი ღარები 12, 13 და დახარისხებული მასალის გამოსასვლელი ღარი 11, საიდანაც გამოსული მასალა იყრება შესაბამის მიმღებ ყუთებში 14.

ვიბროალმგზნების მონაცემებია:

ხვიათა რიცხვი $n = 400$;

სადენი დიამეტრით $d = 0,001\text{მ}$;

ვიბროალმგზნების სიმძლავრე $p = 150\text{ვტ}$;

მაგნიტური სისტემის საპაერო ღრენო $\delta = 0,0002\text{მ}$;

მექანიკური რხევის სიხშირე $f = 50\text{ჰც}$, დენის სახე (კვლადი);

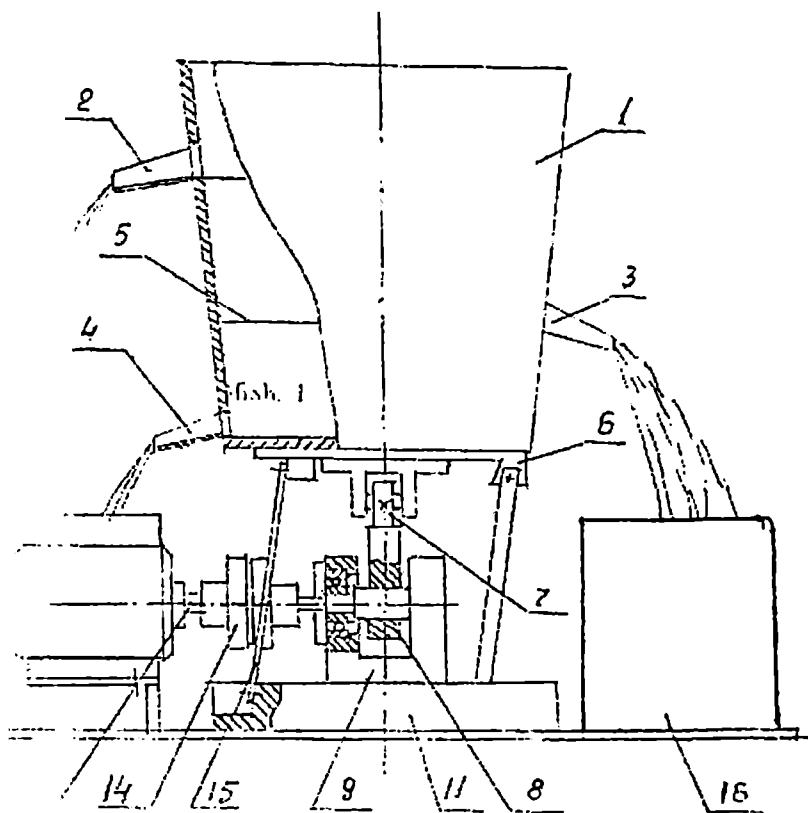
ვიბრატორის ელექტრული კვების წყაროს ძაბვა $U = 120-220\text{ვ}$
ქსელის სიხშირე $f = 50\text{ჰც}$.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, შექმნილია აგრეთვე ელექტრომექანიკური ვიბრაციული ბუნკერი; რომლის ძირითადი კვანძებია: რხევადი სისტემა (ბუნკერი), დრეკადი სისტემა (რესორები) და ამძრავი მექანიზმი. (სურ. 1.5)

ამძრავის ხასიათის მიხედვით იგი წარმოადგენს ექსცენტრული ამძრავი მექანიზმით მომუშავე მანქანას. ამძრავი მექანიზმის მომქმედი ამღზნები ძალის $F(t)$ საშუალებით ხორციელდება დანადგარის მუშა ორგანოების მოძრაობა და შესაბამისად ტექნოლოგიური პროცესის წარმოება.

დამხარისხებელი დანადგარი წარმოადგენს ელექტრომექანიკურ ვიბრაციულ ბუნკერს, რომლის საშუალებითაც მიმდინარეობს თესლის უწყვეტი დახარისხება [95]. დახარისხება მიმდინარეობს ცალკეულ ფრაქციებად.

დანადგარი შედგება ბუნკერისაგან 1, რომელიც ხისტადაა დამაგრებული ვიბროალმგზნების მოძრავ დისკოზე 6. დისკი მოძრაობაში მოდის საკისრის 7, დამჭერი მექანიზმის 9 და მასთან შეხებაში მყოფი მუშტას 8 საშუალებით. მუშტა მექანიზმს (7, 8) მოძრაობა გადაეცემა ელექტრო ძრავიდან ($N = 150\text{ვტ}$) 12. ბუნკერი და დგარი 11 დაკავშირებულია ერთმანეთთან სამსაყრდენიანი დრეკადი სისტემის 15 დახმარებით, რომლებიც ჰორიზონტალურ სიბრტყესთან დახრილნი არიან β კუთხით.

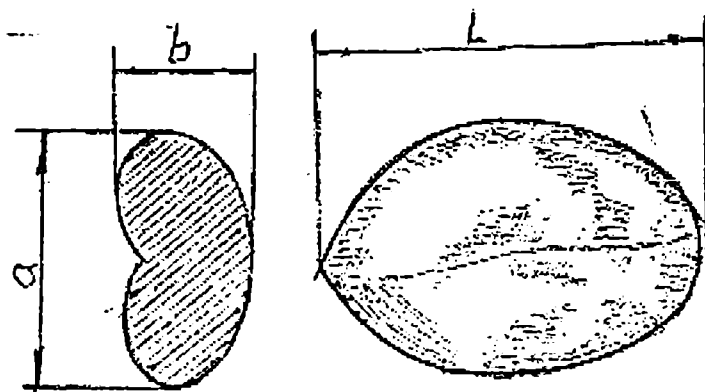


სურ.1.5.ელექტრომექანიკური ვიბრაციული დამხარისხებელი
დანადგარის საერთო ხედი

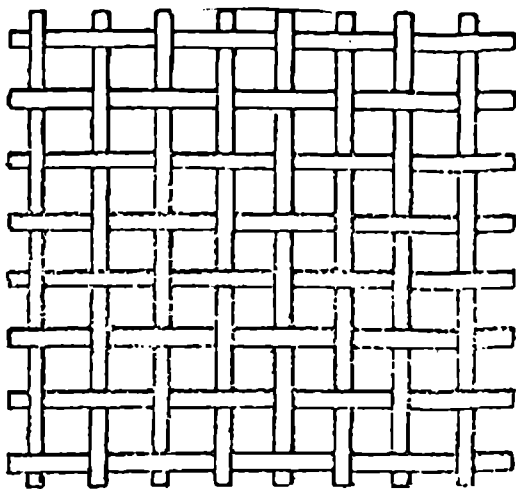
ბუნკერის კუთხით დახრილი დრეკადი სისტემა (რესორები) ერთდროულად ასრულებს როგორც ვერტიკალურად უკუქცევით წინსვლით, ასევე პორიზონტალურ კუთხითრხევად მოძრაობას, რაც საბოლოო ჯამში ბუნკერის რხევად მოძრაობას გვაძლევს. მუშტას პროფილი ისეა შერჩეული, რომ ბუნკერის რხევა პარმონიული იყოს.

ბოსტნეული კულტურების სათესლე მასალის დახარისხების პროცესი შემდეგნაირად მიმდინარეობს: ვიბრობუნკერში დასახარისხებელი სათესლე მასალის თანაბარი მიწოდება წარმოებს მის ზემო ნაწილში მოთავსებული ხვიმირიდან ვიბრაციული ტრანსპორტიორის საშუალებით. დასახარისხებელი თესლი მიეწოდება ვიბრობუნკერს, რომელშიც ბუნკერის ძირიდან სხვადასხვა მანძილზე სხვადასხვა ზომის ხვრელებიანი ორი ცხავია მოთავსებული.

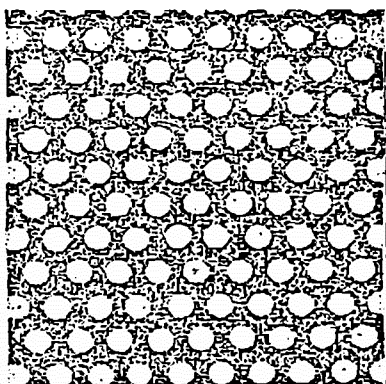
სათესლე მასალის დახარისხება, რომელთა მარცვლები ერთმანეთისაგან განსახვევებიან სიგრძის, სიგანისა და ფორმის მიხედვით (სურ. 1.6.) მიმდინარეობს მრგვალი, კვადრატული, სამკუთხა და წაგრძელებული ფორმის ხვრელებიანი საცვლეული ცხავეების საშუალებით.



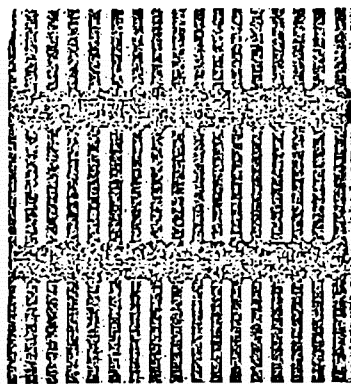
სურ.1.6



[ა]



[ბ]



[გ]

სურ. 1.7. (ა,ბ,გ) ცხავეები:

ბუნკერის ზედა ცხავე წარმოადგენს მავთულის კვადრა ტულ ხვრელებიან ბადეს და მისი საშუალებით ხდება სათესლე

სათესლე მასალიდან მსხვილი მინარეების გამოყოფა, (სურ. 1.7ა.) ხოლო ქვედა ცხავის 5 შერჩევა ხდება სხვადასხვა ბოსტნეული კულტურების თესლების ზომების (სიგრძე, სიგანე) და ფორმის მიხედვით.

ძირითადად გამოიყენება მრგვალი და წაგრძელებული ფორმის ხერელებიანი ცხაეები [28]. (სურ.1.7.ბ,გ).

მრგვალ ხერელებიანი ცხაებით ხდება თესლების სიგანის მიხედვით და წაგრძელებულ ხერელებიანი ცხაებით სისქის მიხედვით დახარისხება.

მრგვალ ხერელებიანი ცხავის ხერელების დიამეტრის ზომები მმ-ში: 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2,0; 2,1; 2,2; 2,3; 2,5; 2,7; 3,0; 3,3; 3,7; 4,0; 4,3; 4,5; 4,7; 5,0; 5,3; 5,6; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 9,0; 10; 12; 14; 15 მმ.

წაგრძელებულ ხერელებიანი ცხავის ხერელების სიგანე მმ-ში: 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 2,0; 2,1; 2,2; 2,5; 2,7; 3,0; 3,3; 3,5; 3,7; 4,0; 4,5; 5,0; 5,6; 6,0; 7,1; 8,0; 9,0; 10.

ვიბროსეპარაციის პროცესის დროს სათესლე მასალის სეპარაციის ეფექტურობა დამოკიდებულია დანადგარის ვიბრაციული მოძრაობის რეჟიმების სწორ შერჩევაზე. ვიბრობუნკერის საშუალებით დახარისხების ტექნოლოგიური პროცესების ძირითად მახასიათებლებს წარმოადგენს მისი რხევის სიხშირე და რხევის ამპლიტუდა.

ვიბრაციის რხევის ამპლიტუდის ოპტიმალურ მნიშვნელობად შეიძლება მივიღოთ მსხვილმარცვლოვანი თესლებისათვის ამპლიტუდის მცირე სიდიდე.

ვიბრობუნკერის რხევის სიხშირის შერჩევისას ჩატარებული ექსპერიმენტების საფუძველზე ჩანს, რომ მისი ზედმეტად გადიდებით დახარისხების პროცესის ეფექტურობა მცირდება, რაც განპირობებულია თესლის მარცვლების მოძრაობის სიჩქარის გაზრდით და ცხაეში დაუხარისხებელი თესლის სწრაფი გასვლით.

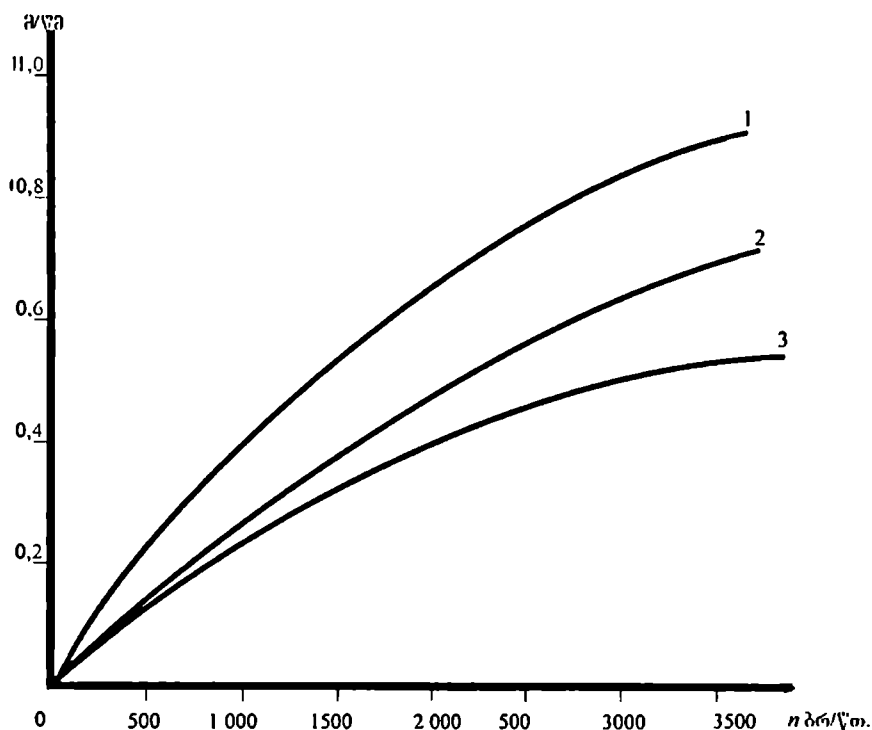
თესლის მარცვლის გადაადგილების სიჩქარე პირდაპირ პროპორციულ დამოკიდებულებაშია ბუნკერის რხევის სიხშირესთან, რაც გამოისახება ფორმულით:

$$v = k n \quad [მ/წმ] \quad (8)$$

სადაც: n – ბუნკერის რხევის სიხშირეა, რხევ/წთ;

k—თესლის სიმსხოსი და ხეედრითი წონის დამოკიდებულების კოეფიციენტი [89].

სურათზე 1.8. მოცემულია მარცვლის v სიჩქარესა და ეიბრობუნკერის რხევის სიხშირეს შორის დამოკიდებულების მრუდი.



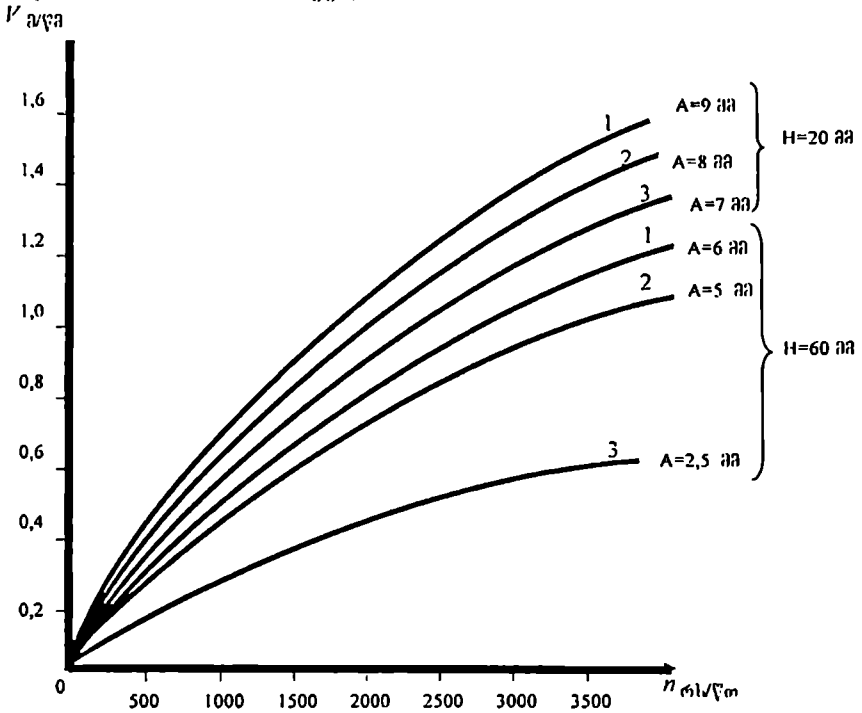
სურ. 1.8. მარცვლის მოძრაობის სიჩქარესა და ეიბრობუნკერის რხევის სიხშირეს შორის დამოკიდებულების მახასიათებელი მრუდები სხვადასხვა თესლისათვის.

1. ხახვი, 2. ისპანახი, 3. სუფრის ჭარხალი.

გრაფიკის ანალიზის საფუძველზე ჩანს, რომ დახარისხების პროცესში ეიბრაციის რხევის სიხშირის მატებისას მსხვილმარცვლოვანი ბოსტნეული კულტურების თესლების

გადაადგილების სინქარე შედარებით ნაკლებად იზრდება, ვიდრე წერილმარცვლოვანი კულტურების თესლებისა.

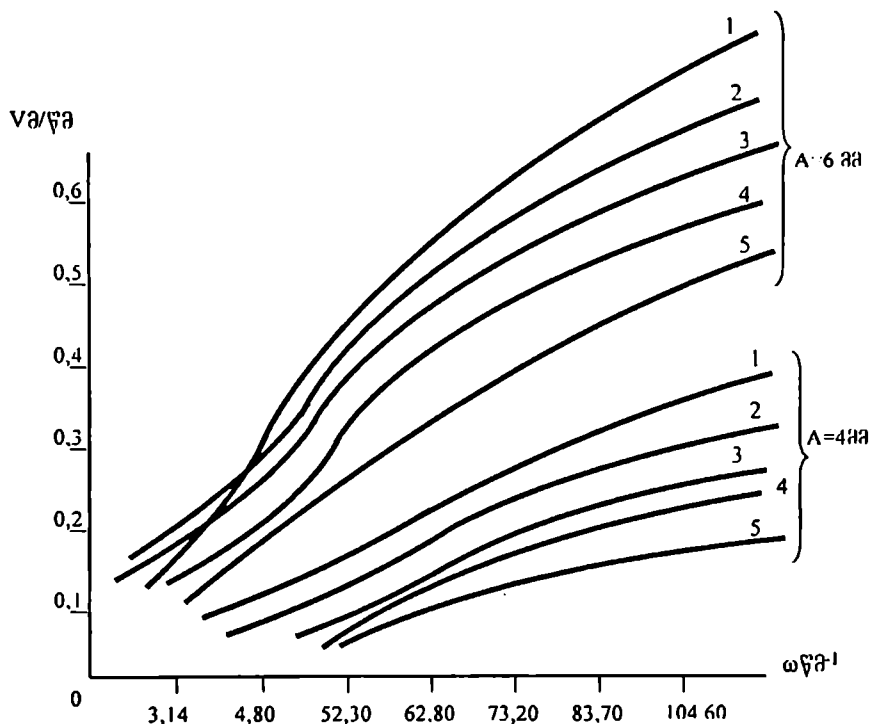
ბუნკერის რხევის ოპტიმალური მნიშვნელობები ხახვის $n=1850$ რხევ/წთ, ისპანახის $n=1300$ რხევ/წთ, სუფრის ჭარხლის $n=1200$ რხევ/წთ.



სურ.1.9. ხახვის თესლის გადაადგილების სინქარის დამოკიდებულება რხევის სიხშირიდან გამომდინარე სხვადასხვა მაჩვენებლების მიხედვით.

სურათზე 1.9 მოცემულია ღარიდან გამოსული ხახვის თესლის სინქარის დამოკიდებულება რხევის სიხშირესა და ამპლიტუდაზე. კვლევის ექსპერიმენტული მონაცემებიდან ჩანს, რომ დასახარისხებელი მასალის ფენის სისქის ცვლილება გავლენას

ახდენს ტრანსპორტირების სინქარეზე; ფენის სისქის გაზრდა ამცირებს ვიბროტრანსპორტირების სინქარეს.



სურ. 1.10 თესლების გადაადგილების სინქარის დამოკიდებულება ვიბრობუნკერის რხევის კუთხურ სიხშირეზე სხვადასხვა ამპლიტულის შემთხვევაში

ბოსტნეული კულტურების თესლის ფიზიკომექანიკური თვისებები გაველენას ახდენს მის ვიბროტრანსპორტირების სინქარეზე. დანადგარის მუშაობის სხვადასხვა რეჟიმისათვის სხვადასხვა სახის თესლის დახარისხებისას ამ თვისებების გამოვლინება სხვადასხვაა.

სურათ1.10-ზე მოცემულია ბოსტნეული კულტურების: 1.კამა, 2.ხახვი, 3.ბადრიჯანი, 4.ისპანახი, 5.ჭარხალი, ერთმანეთისაგან განსხვავებული ფიზიკომექანიკური თვისებების მქონე

თესლების ტრანსპორტირების სინქარის დამოკიდებულება ვიბრობუნკერის რხევის კუთხურ სიხშირეზე და მის რხევის ამპლიტუდაზე.

გრაფიკიდან ნათლად ჩანს, რომ წერილმარცვლოვანი ბოსტნეული კულტურების თესლების ვიბრაციული გადაადგილების სინქარე მატულობს მსხვილმარცვლოვანთან შედარებით რხევის სიხშირის მატებასთან დაკავშირებით, რხევის ამპლიტუდის სიდიდის ზრდის პირობებში.

12. ვიბრაციული დამხარისხებელი მოწყობილობის ანბარიში

ვიბრაციული ბუნკერული მოწყობილობის მწარმოებლობა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ვიბროსეპარირებადი მასალის მოძრაობის სინქარეზე [66, 67, 23]. მისი თეორიული მწარმოებლობა იანგარიშება ფორმულით:

$$\Pi_{\text{თ}} = a \frac{60}{T_a} V_{\text{საშ}} , \quad (9)$$

სადაც a - ბუნკერში ერთდროულად მოთავსებული თესლის რაოდენობაა. T_a - მუშა ციკლი წმ-ში.

დასახარისხებელი მასალის საშუალო სინქარე განისაზღვრება მისი ΔS მიკროგადაადგილებით T_j კინემატიკური ციკლის განმავლობაში. იგი დანადგარის მუშა ორგანოს რხევის ერთი პერიოდის ტოლია.

$$V_{\text{საშ}} = \frac{\Delta X}{T_j} \quad [\text{მ/წმ}] \quad (10)$$

სადაც: $T_1 = \frac{1}{f}$

f - რხევის სიხშირეა პერცენტში. მაშინ დანადგარის მუშა და კინემატიკურ ციკლებს შორის დამოკიდებულება გამოიხატება ფორმულით:

$$T_{\text{მუშ}} = \frac{l}{V_{\text{საშ}}} = \frac{lT_K}{\Delta X} = kT_J = \frac{k}{f} \quad [\text{წმ}] \quad (11)$$

სადაც $k = \frac{l_m}{\Delta X}$

l_m ნაწილაკის სიგრძეა მ-ში. თუ თესლი სფერული ფორმისაა, მაშინ ნაწილაკის სიგრძე მისი დიამეტრის ტოლი იქნება.

ტექნოლოგიური ციკლი გამოითვლება ფორმულით

$$T_{\text{ბმ}} = \frac{L}{V_{\text{საშ}}} = \frac{LT_J}{\Delta X} = \gamma T_J, \quad (12)$$

სადაც $\gamma = \frac{L}{\Delta X}$ [მ.]

L - ნაწილაკის გადაადგილების მანძილი მ-ში.

თუ მხედველობაში მივიღებთ დამოკიდებულებას T_a და T_J -ს შორის, მაშინ მივიღებთ:

$$T_{\text{ბმ}} = \gamma T_J = \frac{\gamma}{K} T_{\text{მუშ}} = \rho T_{\text{მუშ}}. \quad (13)$$

სადაც $\rho = \frac{L}{l}$.

X და ρ სიდიდეები პრაქტიკულად, ყოველთვის ერთზე მეტია. აქედან გამომდინარე

$$T_{\text{მუშ}} = kT_J = \frac{T_{\text{ბმ}}}{\rho} \quad (14)$$

დანადგარის თეორიული მწარმოებლობა გამოითვლება ფორმულით:

$$\Pi_{\text{თ}} = \frac{60}{T_a} = \frac{60}{kT} = \frac{60\Delta X}{lT_J} = \frac{60L}{lT_{\text{ბმ}}} = \frac{60}{l} \frac{V_{\text{საშ}}}{l} \quad (15)$$

ბუნკერის გაბარიტული ზომების ანგარიში დამოკიდებულია ჩატვირთული მასალის თითოეული ნაწილაკის ზომაზე და მისი ჩატვირთვის ციკლის ხანგრძლივობაზე. ბუნკერის შიგა დიამეტრი გამოითვლება ფორმულით:

$$D_{\text{შ}} = \sqrt{\frac{(1,5 \div 2) \Pi_{\text{გ}} n w T_{\text{შ}}}{H_1}} \quad [მ], \quad (16)$$

სადაც $\Pi_{\text{გ}}$ - დანადგარის ნამდვილი მწარმოებლობა.
 n - ფრაქციების რაოდენობა.
 w - ჩასატვირთი სათესლე მასალის მოცულობა.
 $T_{\text{შ}}$ ბუნკერის ხელახალი შევსების ციკლის ხანგრძლივობა.

H_1 ბუნკერის იმ ნაწილის სიმაღლე, სადაც თავსდება დასახარისხებელი მასა, $H_1 = \frac{H}{3}$; [მ]

ბუნკერის კედლის სისქე $\Delta = (2-3)10^{-3}$; [მ]

ბუნკერის გარე დიამეტრიც იანგარიშება ფორმულით

$$D_{\text{გ}} = D_{\text{შ}} + 2 \quad (17)$$

დრეკადი სისტემის სიხისტის განსაზღვრა დამოკიდებულია დანადგარის მუშა ნაწილის ბუნკერის საკუთარ რხევის სიხშირეზე, მის ოპტიმალურ რეჟიმზე, მუშაობის პირობებზე [24].

ბუნკერის საკუთარი რხევის სიხშირე გამოითვლება ფორმულით:

$$\omega_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C}{M}} \quad [1/\text{წმ}] \quad (18)$$

სადაც C დრეკადი ელემენტების რესორების სიხისტა [კგ/წმ²].

M დანადგარის მოძრავი აქტიური ნაწილის მასა კგ-ში.

ვიბროალმგზნების მოძრავი ნაწილი (ბუნკერი) დამაგრებულია დრეკადი სისტემის ჰორიზონტისადმი იდენტურად დახრილ სამ რესორზე. (რესორების კვეთი -

მრგვალი). ისინი კი თავის მხრივ, მეორე ბოლოთი მაგრდება დგარზე.

სურ. 1.11.-ზე მოცემულია ვიბრაციული ბუნკერის დინამიკური სქემა. მისი დრეკადი სისტემა უზრუნველყოფს ბუნკერის რხევით ხრახნულ მოძრაობას; მოძრაობის მიმართულება ჰორიზონტისადმი დახრილია β კუთხით.

β კუთხე განისაზღვრება ფორმულით:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{(1 + \mu)r_0 S}{(1 + \mu)r_c} \quad (19)$$

სადაც $S = \sin \theta \operatorname{tg}$

$$\mu = \frac{I_B}{I_H} \quad \mu = \frac{m_B}{m_H},$$

სადაც - m_B, m_H, I_B, I_H - შესაბამისად ბუნკერის და დგარის მასა და ინერციის მომენტებია.

r - ბუნკერის ძირზე დრეკადი სისტემის რესორების დამაგრების წრის რადიუსია;

r_0 რესორების დგართან წრეზე დამაგრების რადიუსია;

φ - რესორის ვერტიკალთან დახრის კუთხე;

φ კუთხე მოცემული β კუთხის შემთხვევაში იანგარიშება ფორმულით:

$$\sin^4 \varphi - 4 \left[\left(\frac{1 + \mu}{1 + \mu'} \cdot \frac{r_c}{r_0} \operatorname{tg} \beta \right)^2 + 1 \right] \rho^2 \sin^2 \varphi + 4 \left(\frac{1 + \mu}{1 + \mu'} \cdot \frac{r_c}{r_0} \operatorname{tg} \beta \right)^2 \rho^2 = 0 \quad (20)$$

სიდიდე $Z = \frac{\varpi}{\omega_0}$, რომელიც მინიმალური მოთხოვნილი ძალის

პირობებში უზრუნველყოფს დანადგარის მუშაობის სტაბილურობას. შეირჩევა 0.95 - 0.98 საზღვრებში.

ω_0 -საკუთარი რხევის სიხშირეა.

დრეკადი სისტემის სიხისტე $C = \frac{\varpi^2}{Z^2} M$,

სადაც M აქტიური სისტემის მასაა.

$$M = \frac{m_B S^2}{1 + \mu} + \frac{I_B}{r_0^2 (1 + \mu)} \quad [\text{კბ}] \quad (21)$$

დრეკადი სისტემის რესორების მინიმალური სიგრძე შეირჩევა

ფორმულა
$$l_{\min} = 2 \sqrt{\frac{40,5 A_0^4 \sin^4 \beta K_2 E^3 M \omega^2}{[\sigma_{-1}]^4 I^4 S^4 i Z^2 K_1}} \quad [\text{მ}] \quad (22)$$

სადაც
$$k_1 = \gamma \frac{\sin^2 \theta}{\cos^2 \varphi} + \frac{\gamma^3}{3} \cos^2 \theta - \frac{\gamma - 0,63}{3 \rho^2} \cdot \frac{G}{E} \cos^2 \varphi$$

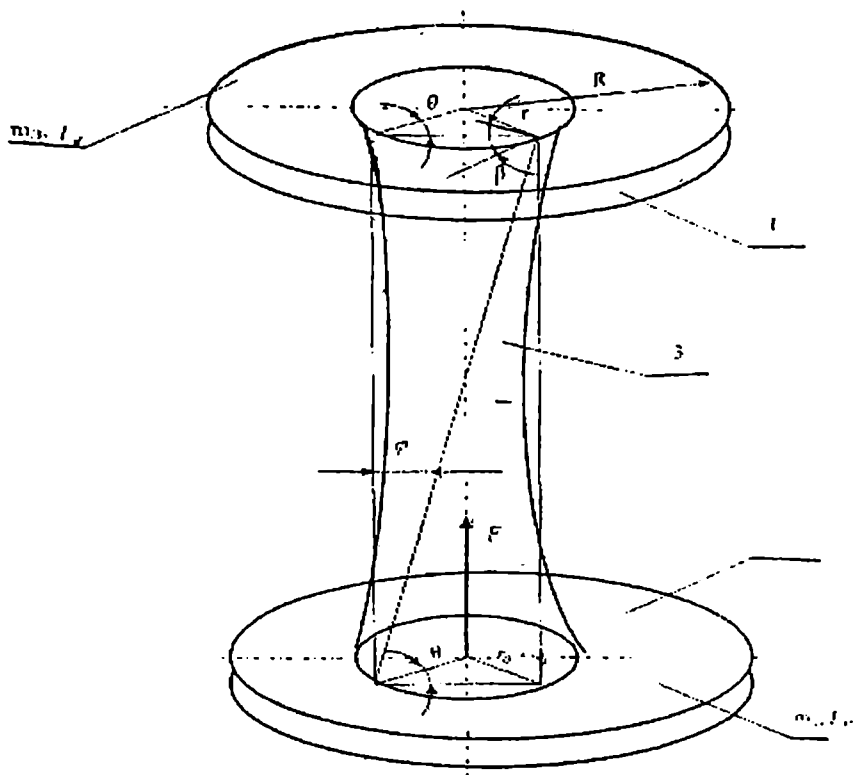
$$k_2 = \rho$$

$$A_0 = \frac{V(1 + \mu)}{\omega K_c \cos(\beta - \alpha)} \quad [\text{მ}]$$

θ კუთხე, რომელიც მიღებულია რადიუსსა და რესორის ჰორიზონტალურ გეგმილს შორის.

დრეკადი სისტემის რხევის A_0 ამპლიტუდის დროს წარმოშობილი დაძაბულობისას სისტემის სიმტკიცე არ უნდა აღემატებოდეს სიმეტრიული ციკლური დატვირთვის [σ] მნიშვნელობას. რესორების სიგრძის l_{\min} შერჩევისას გამოიანგარიშება მათი სიგანე:

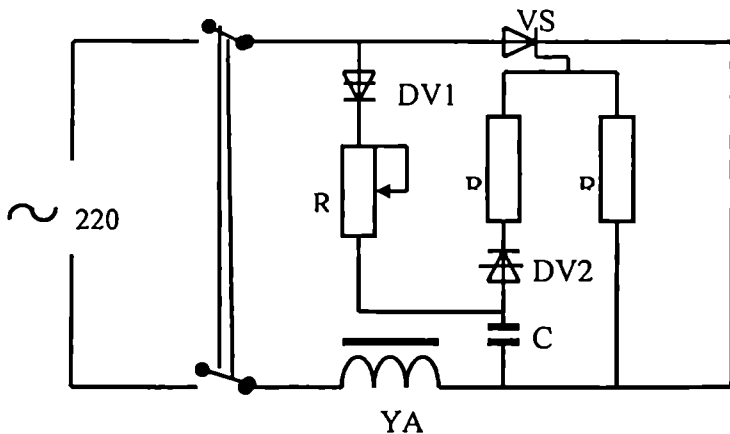
$$b = \sqrt[4]{\frac{\omega^2 M l^3}{E i z^2 K_1}} \quad [\text{მ}] \quad (23)$$



სურ. 1.11. ვიბრაციული ბუნკერის დინამიკური სქემა. 1 - ვიბრობუნკერის აქტიური მასა m_b , 2 - ვიბრობუნკერი რეაქტიული მასა m_h , 3 - დრეკადი სისტემა

ზემოთ მოყვანილი ვიბრაციული დანადგარების მუშა რეჟიმების ეფექტურად მართვისათვის შემუშავებულია მართვის თირისტული სქემა, რომლითაც ვარეგულირებთ თირისტორის გაღების კუთხეს და ვიბროამგზნებთა კოჭაში დენის გავლის ხანგრძლივობას (სურ. 1.12). სქემა მუშაობს შემდეგნაირად: ამრთველის ამოქმედებით კონდენსატორის C ფირფიტებზე დენი დაიწყებს წანაცვლებას, დამუხტვის იმპულსი დინისტორის VD2 საშუალებით გადაეცემა VS თირისტორის

მართვის ელექტროდს. ამ დროს მიმდინარეობს თირისტორის გადართვა მცირე გამტარობიდან მაღალი გამტარობის მდგომარეობაში. შესაბამისად დენი იწყებს გადინებას ელექტრომაგნიტური ვიბროამპრავის კოჭაში YA. ძაბვის რეგულირება თირისტორის მართვის ელექტროდ'ზე, რაც შეიძლება განიმარტოს, როგორც დენის გავლის გაღების კუთხის რეგულირება, ხორციელდება ცვლადი რეზისტორით R1. კონდენსატორის მუხტის მიღება იწვევს თირისტორში დენის შემცირებას და მის ნაკეტილ მდგომარეობაში გადასვლას. ამ შემთხვევაში დენი თირისტორს და კოჭას არ მიეწოდება.



სურ. 1.12. ერთტაქტიანი ელექტრომაგნიტური ვიბროამპრავის კვების სქემა

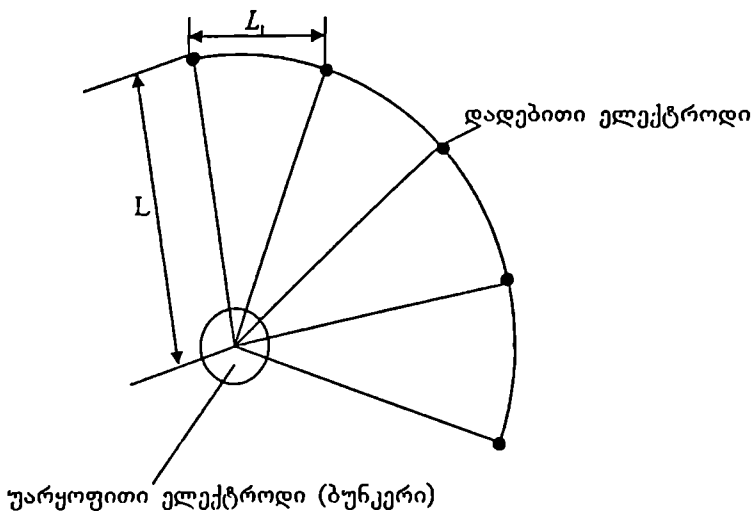
13. თესლის კომბინირებული დამხარისხებელი დანადგარის კონსტრუქციული ანალიზი.

ელექტრომექანიკური და ელექტრომაგნიტური მეთოდებით მომუშავე დანადგარების მიერ დახარისხებული ბოსტნეული კულტურების თესლის დახარისხების ხარისხის გაუმჯობესების და მის მაღალ კონდენციამდე აყვანის მიზნით ვაწარმოებთ მაღალი ძაბვის ელექტრულ ველში თესლის დამატებით დახარისხებას [17]. ამ მიზნით შევქმენით კომბინირებული დანადგარები:

- 1) ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული ბუნკერისა და მაღალი ძაბვის ელექტრული ველის წარმომქმნელი დანადგარის კომბინაცია. (სურ. 1.14)
- 2) ელექტრომექანიკური ვიბრაციული ბუნკერისა და მაღალი ძაბვის ელექტრული ველის წარმომქმნელი დანადგარის კომბინაცია. (სურ. 1.15)

ვიბრაციული ბუნკერის მიერ დახარისხებული თესლის შემდგომი მეორადი დახარისხება ხორციელდება ელექტრული ველით [93]. ბუნკერი წარმოადგენს უარყოფით ელექტროდს (იგი დამიწებულია). ბუნკერიდან გამოსული უარყოფითად დამუხტული თესლი ხვდება მაღალი ძაბვის ელექტრულ ველში, რომელიც წარმოიქმნება მაღალი ძაბვის დენის წყაროს მეშვეობით [99]. ბუნკერი 1 (სურ.1.15) მაღალი ძაბვის დენის წყაროს უარყოფით ელექტროდია, ხოლო დადებითად დამუხტული ელექტროდები, რომელთა დიამეტრი $d=(1..2)$ მმ-ია განლაგებულნი არიან ბუნკერის ღარის 3 მიმართ L მანძილზე წრიულად, ურთიერთშორის L_1 მანძილის დაშორებით (სურ.1.13). L და L_1 მანძილების ცვლილება შეიძლება მოხდეს სხვადასხვა ბოსტნეული კულტურების თესლების დახარისხების მიხედვით.

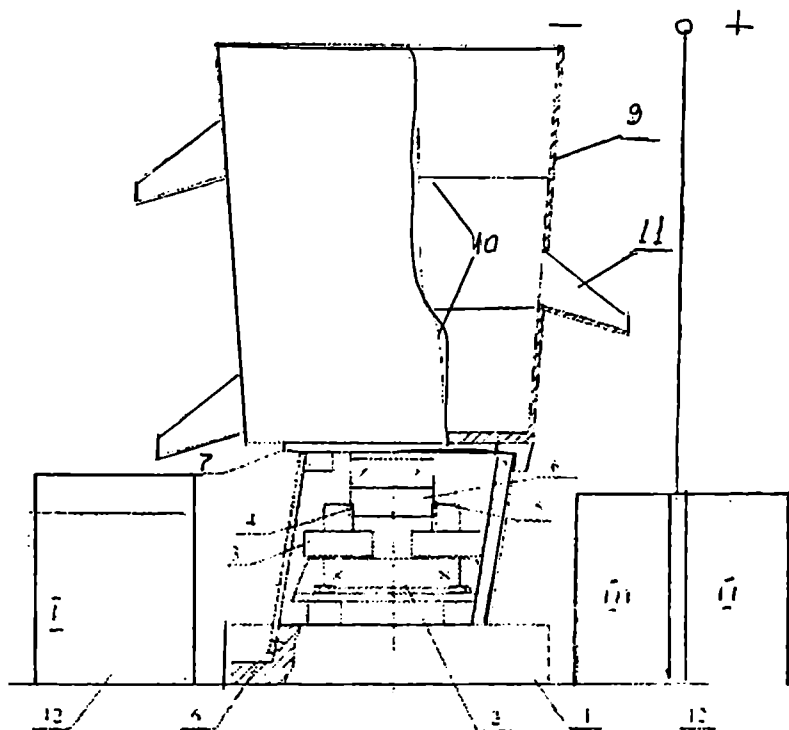
ბუნკერში მყოფი თესლის მასა იძენს უარყოფით მუხტს და როცა იგი ხვდება დადებითად დამუხტული მაღალი ძაბვის ელექტრული ველის არეში, ისინი ექცევიან მექანიკური და ელექტრული ძალების ზემოქმედების ქვეშ. ამ ძალების



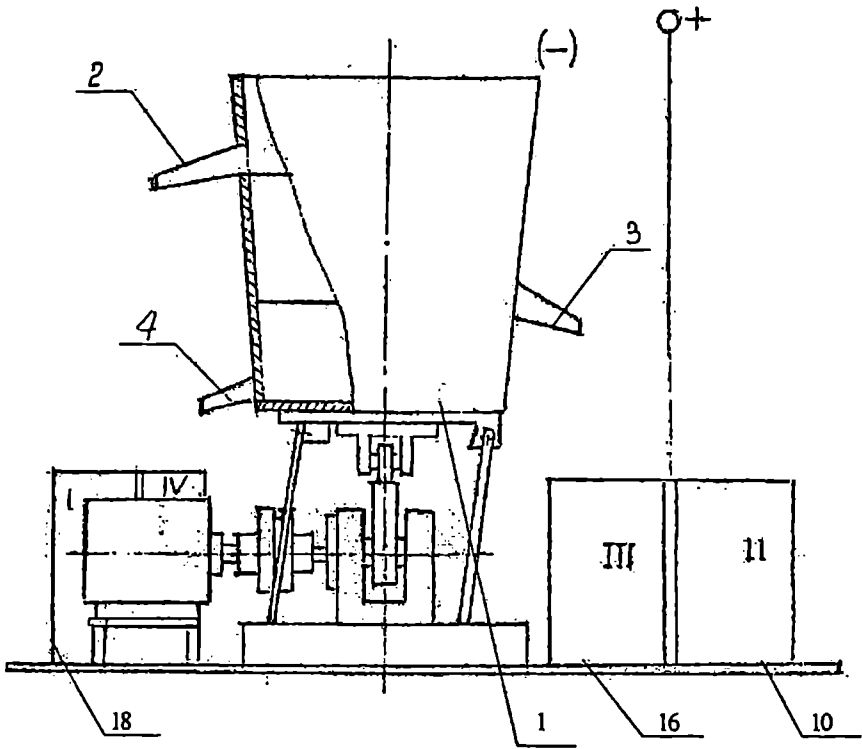
სურ.1.13.

ზემოქმედებით იწყებენ მოძრაობას დადებითი ელექტროდებისაკენ. თესლის მასა ელექტრული ძალწირების ნაკადის მეშვეობით იმოძრაავს ვერტიკალურ სიბრტყეში. საღი თესლების მოძრაობის მიმართულების გადახრა დადებითი ელექტროდებისაკენ, მათი მაღალი სიმკვრივისა და მასის გამო, ნაკლებად მოხდება და ჩაცვივა ბუნკერთან ახლოს მდგომ მიმღებ ყუთში 16, ხოლო ნაკლები კუთრი წონის მქონე ფშუტე თესლები გაივლიან რა დადებითი ელექტროდების სიბრტყეს, ცვივიან ბუნკერიდან უფრო დაშორებულ მიმღებ ყუთში 10, დიდი ზომის მინარევები და თესლზე მცირე ზომის ნაწილაკები შესაბამისი ღარებიდან (2,4) თავსდება შესაბამის ყუთში 18 [100]. (სურ.1.15).

მარცვლების მოძრაობის ტრაექტორია დამოკიდებულია როგორც ელექტრული ველის დაძაბულობის სიდიდეზე, ისე მათ გეომეტრიულ ზომებზე, ელექტროფიზიკურ თვისებებზე, კუთრ წონაზე (γ) და დიელექტრიკულ შეღწეადობაზე (ϵ).



სურ. 1.14. ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული და მაღალი ძაბვის ელექტრული ველით კომბინირებული დამხარისხებელი დანადგარი



სურ. 1.15. ელექტრომექანიკური კომბინირებული
დამხარისხებელი ვიბრობუნკერი.

ვინაიდან უარყოფითად დამუხტული ერთეული თესლის მარცვლის სიჩქარე v_0 მცირეა, ამიტომ თესლის მასა უცვლელი სიდიდისაა. თუ კი პოტენციალური სიდიდის სხვაობა უარყოფით (ბუნკერის გამოსასვლელით) და დადებით ელექტროდებს შორის არის ძაბვის სიდიდე U და მანძილი მათ შორის არის D , მაშინ ელექტრული ველის დაძაბულობა იქნება

$$E = \frac{U}{D} \quad (\text{ვ/მ}), \quad (24)$$

თითოეულ უარყოფითად დამუხტულ თესლზე იმოქმედებს მიზიდვის ძალა, რომელიც ტოლია

$$F = QE \quad (6), \quad (25)$$

სადაც Q - ერთეული თესლის მუხტია, რომლის განსომილებაც არის კულონი = ამპერ.წმ.

ელექტრული ველის დაძაბულობით დამუხტულ თესლზე იმოქმედებს მუდმივი ძალა, რომლის გამოც თესლის მარცვლები ღებულობენ დამატებით აჩქარებას:

$$a_1 = \frac{F}{m} \quad [ნ/კგ], \quad (26)$$

სადაც m_1 ერთი თესლის მასაა (კგ).

გამოსახულებებიდან ჩანს, რომ რაც მეტია ერთეული თესლის მასა m_1 , მით ნაკლებია მისი აჩქარება. ხოლო ფშუტე თესლისათვის პირიქით. მასის სიმცირის გამო მისი აჩქარება დიდია. ენერგიის შეღმეობის კანონიდან გამომდინარე ვწერთ, რომ თუ ვიბრობუნკერის ღარიდან გამოსული თესლის მარცვლების კინეტიკური ენერგია არის - w_0 , მაშინ ელექტრული ველის ენერგია იქნება

$$w_e = w - w_0 = \frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = Q \quad (\text{ჯოული}), \quad (27)$$

სადაც გადაადგილება

$$x = x_m \sin \omega t \quad (მ), \quad (28)$$

სიჩქარე

$$v = \frac{dx}{dt} = \omega \cdot x_m \cos \omega t \quad \text{მ/წმ} \quad (29)$$

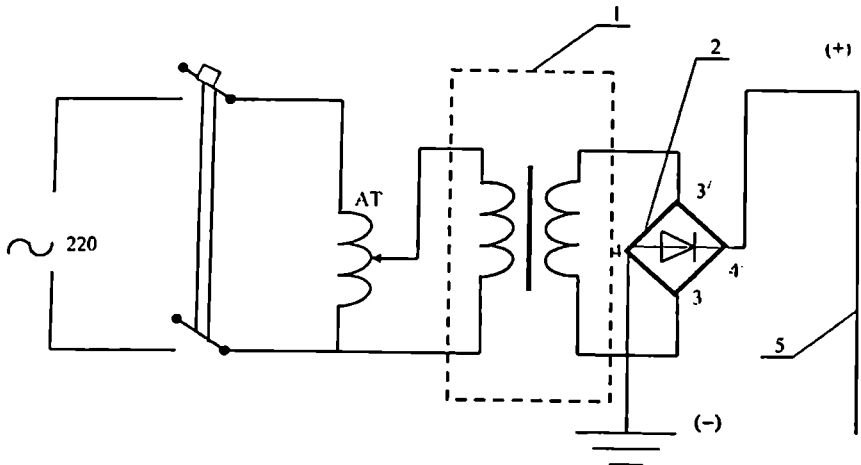
აჩქარება

$$a = \frac{dv}{dt} = -\omega^2 x_m \sin \omega t \quad \text{მ/წმ}^2 \quad (30)$$

27-ე ფორმულიდან შეგვიძლია დავადგინოთ ებრობუნკერის ღარიდან გამოსული თითოეული თესლის მოძრაობის სინქარე

$$v_1 = v - v_0 = \sqrt{2 \frac{Q}{m}} U \text{ მ/წმ.} \quad (31).$$

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ელექტრული ველი წარმოიქმნება მაღალი ძაბვის დენის წყაროს მეშვეობით. იგი იძლევა ძაბვის მდორე რეგულირების საშუალებას 0-დან 27კვ-მდე [95]. სურ. 1.16.



სურ. 1.16. მაღალი ძაბვის დენის წყაროს მართვის სქემა.

მისი მართვის სქემა (სურ.1.16) მუშაობს შემდეგნაირად: ლაბორატორიული ავტოტრანსფორმატორი (ლატრ) კვებაგს მაღალი ძაბვის ტრანსფორმატორს 1 და დაბალი ძაბვის გრაგნილებს. შედეგად მაღალი ძაბვის გრაგნილის მომჭერებზე მიიღება შესაბამისი ძაბვები (15÷24)კვ. მაღალი ძაბვის ცველადი სინუსოიდალური ძაბვის გრაგნილის მომჭერები მიერთებულია გამმართველის 2 შესაბამის მომჭერებზე 3-3'; ხოლო 4-4' მომჭერებიდან მიიღება მუდმივი დენი, კერძოდ მომჭერი 4'-დან ვღებულობთ მაღალი ძაბვის დადებით სი-

დიდეს, რომელსაც ვაერთებთ შესაბამის ელექტროდებზე 5. უარყოფითი მომჭერი 4 მიერთებულია ბუნკერის რეზერვუარზე და დამიწებულია.

1.4. ბოსტნეული კულტურების სათესლე მასალის ფიზიკომექანიკური თვისებების გამოკვლევა

ბოსტნეული კულტურების დამხარისხებელი მანქანებით დახარისხების ტექნოლოგიური პროცესის მიმდინარეობას საფუძვლად უდევს სხვადასხვა ბოსტნეულის დასახარისხებელი მასალის ფიზიკომექანიკური თვისებების გამოკვლევა.

დამხარისხებელ მანქანებში სათესლე მასალის დახარისხების ოპტიმალური პარამეტრების დადგენისათვის აუცილებელია გათვალისწინებული იყოს თესლის ის ფიზიკომექანიკური მახასიათებლები როგორიცაა:

1. გეომეტრიული ზომები (სიგრძე, სიგანე, სისქე);
2. აეროდინამიკური თვისებები;
3. ზედაპირის მდგომარეობა;
4. გეომეტრიული ფორმა;
5. ხვედრითი წონა და სხვა [92].

ჩვენს მიერ დამუშავებული მეთოდებით დანადგარის მოქმედებას საფუძვლად უდევს თესლის, როგორც ფიზიკომექანიკური, ისე ელექტროფიზიკური თვისებების აუცილებელი გათვალისწინება.

ვიბრაციული ბუნკერით სათესლე მასალის დახარისხება ძირითადად წარმოებს მისი გეომეტრიული ზომების, სიმკვრივის, ზედაპირის ხასიათისა და ფორმის მიხედვით, ხოლო მაღალი ძაბვის ელექტრულ ველში შემდგომი დახარისხებისას გათვალისწინებულია თესლის კუთრი წონა, ელექტროგამტარობა, დიელექტრიკული განვლადობა და პოლარობა [63].

ბოსტნეული კულტურების თესლი სხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების თესლებისაგან განსხვავებით გამოხატული სპეციფიკურობით ხასიათდება. თესლის ზედაპირი შეიძლება იყოს გლუვი (ბადრიჯანი, ბოლოკი, კომბოსტო და სხვა), ნახევრად გლუვი (ხახვი ან ბუსუსიანი პომიდორი, ჭარხალი). თესლის ფორმა შეიძლება იყოს სფერული, მრგვალ-

ბრტყელი, კვერცხის მაგვარი და ა.შ. ყოველივე ეს დიდ მოთხოვნებს უყენებს თესლის სახარისხებელ მანქანებს. მაგალითად, ვიბრაციული ბუნკერით დახარისხებისას აუცილებელია ბოსტნეული კულტურების თესლებისათვის სხვადასხვა ზომისა და ფორმის ხერელებიანი ცხავეების გამოყენება.

(ცხრილი 1.1-ში მოცემულია ზოგიერთი სახის ბოსტნეული კულტურების თესლების ფიზიკომექანიკური მახასიათებლები [58].

ცხრილი 1.1.

ბოსტნეული კულტურა (თესლის სახეობა)	სიგრძე მმ.	სიგანე მმ.	სისქე მმ.	1000 მარც. მასა გრ.	სისუფთავე (თესლების რიცხვი კგ-ში, ათასი (კალი))
ისპანახი	2,8	3,5	1	8,0-11,0	110-170
ბოლოკი	3-3,5	2,2-2,8	1,8-2	8-10	100-120
ბადრიჯანი	2,5	3,1	1	3-6	200-250
კიტრი	9,1	3,7	1,5	16-25	40-50
ხახვი	3	1,9-2,1	1,3-1,6	2,5-5,0	250-300
კომბოსტო თეთრთაყვიანი	1,8-2,2	1,6-2,0	1,5-1,8	3-9	270-300
კომბოსტო ყვავილოვანი	2,2	1,6-2,0	1,5-1,8	2,5-8	290-350
სტაფილო სუფრის	2,5	1,2	0,8	1-2	800-1200
ჭარხალი სუფრის	3,8-4,2	4,1-4,4	3,4-4,4	10-22	40-60
ნიახური	2,1	2,4	1,0-1,1	1-2	750-1000
ოხრახუში	2,2	2,5	1,0-1,1	1-2	700-1000
კამა	3	1,5	0,7	1-2	700-960
პომიდორი	3-3,6	2,3-2,4	0,8-0,9	2,8-4,0	260-320
წიწაკა	3,0	2,6	0,7	4,0-6,0	170-250

ცხრილში 1.2-ში მოცემულია სათესლე მასალის აგრობიოლოგიური მაჩვენებლები [59]

	თესლის ხასკობა	კლასი	აღმოცენება %	გაღვივების ენერჯია %	1000 მარც. მასა გრ.
1	ისპანახი	I	70	70	8.0-11.0
		II	50	50	
2.	ბადრიჯანი	I	85	85	3.0-6.0
		II	60	55	
3.	კიტრი	I	90	90	20-30
		II	65	70	
4.	ხახვი	I	80	80	2.5-5.0
		II	50	50	
5.	კომბოსტო	I	90	90	3.0-3.5
	თეთრთაყიანი	II	60	60	
6.	კომბოსტო	I	80	80	2.5-3.0
	ქვავილოვანი	II	50	50	
7.	სტაფილო	I	70	70	1.0-2.0
		II	50	50	
8.	ჭარხალი	I	80	80	10-21
	სუფურის	II	60	60	
9.	ნიახური	I	75	75	1.0-2.0
10.		II	50	50	
	კამა	I	80	80	1.0-2.0
		II	50	50	

თესლი ითვლება ვარგისად, თუ მისი აღმოცენების უნარი შეესაბამება ცხრილში მოცემულ მონაცემებს.

კვლევის პერიოდში შესწავლილი და დადგენილი იქნა სათესლე მასალის წონითი მაჩვენებლები: კუთრი წონა, ჩაყრითი მასა და აბსოლუტური მასა, რომელთა შესწავლა განპირობებული იყო დანადგარის ოპტიმალური რეჟიმების დადგენისათვის. თესლის კუთრი წონის განსაზღვრა დაკავშირებულია მნიშვნელოვან ტექნიკურ სიძნელებებთან და მოითხოვს დიდ დროს. ამიტომ უფრო ხელსაყრელია დახარისხების შედეგების განსაზღვრის დროს ვისარგებლოთ თესლის ჩაყრითი წონისა ან აბსოლუტური წონის სიდიდეების დადგენით. თესლის კუთრი წონა გამოითვლება ფორმულით

$$\chi = \frac{G}{V} \quad (32)$$

სადა: G - თესლის წონაა, კგ.

V - თესლის მოცულობა, მ³

სხვადასხვა კულტურების კუთრი წონები დამოკიდებულია თესლის ქიმიურ შემადგენლობაზე, სინოტივეზე, ბიოლოგიურ სიმწიფეზე და ა.შ. თესლში ჰაერის არსებობა შესამჩნევად ამცირებს მის კუთრ წონას. ჰაერი თესლში შეიძლება იყოს როგორც მის შიგნით, ისე მის ქერქში. რაც უფრო მშრალია თესლი, მით უფრო მეტ ჰაერის რაოდენობას შეიცავს იგი და მისი კუთრი წონაც დაბალია.

მკვლევარების მიერ დადგენილია, რომ სხვადასხვა კულტურების თესლი შეიცავს 6-35%-მდე ჰაერს [97]. დადგენილია, რომ ბოსტნეული კულტურების სათესლე მასალის მარცვლების კუთრი წონა დამოკიდებულია თესლის ფიზიოლოგიურ სიმწიფეზე, ე.ი. მასზე თუ რამდენად ვარგისია მარცვალი აღმოცენებისათვის. ამიტომ მაღალი კუთრი წონის მარცვლების შერჩევა ამავე დროს ნიშნავს მაღალი აღმოცენების უნარის მქონე მარცვლების მიღებას. აქედან გამომდინარე, როგორც ვიბრაციული ბუნკერით, ისე მეორადი - მაღალი ძაბვის ელექტრულ ველში დახარისხებისას, ისე უნდა მოხდეს დანადგარის ოპტიმალური რეჟიმების შერჩევა, რომ სათესლე მასიდან მოხდეს მაღალი კუთრი წონის მარცვლების გამოყოფა.

კომბინირებული დახარისხების პროცესში შესაძლებელია არა მარტო წერილი მარცვლების გამოყოფა მსხვილისაგან, არამედ მშრალი მარცვლების გამოყოფა თუ თესლის კუთრი წონის განხილვის დროს მხედველობაში მიიღება მაღალტენიანისაგან, მომწიფებულისა მოუმწიფებლისაგან.

ერთი მარცვლის წონა, აბსოლუტური მასის განსაზღვრის დროს უნდა ავიღოთ 1000 მარცვლის მასა. მხედველობაში მიიღება ასევე თესლის ტენიანობის პროცენტი, რადგან მას შეუძლია გავლენა მოახდინოს 1000 თესლის მასა[58]. თესლის აბსოლუტური მასა გამოითვლება ფორმულით:

$$G = \frac{(1000 - \phi)G_1}{1000} \quad (33)$$

სადაც: $G - 1000$ მარცვლის მასა სტანდარტით გათვალისწინებული დასაშვები სინოტივის დროს.

$G_1 - 1000$ მარცვლის მასა ფაქტიური სინოტივის დროს.

Φ თესლის ფარდობითი სინოტივე %-ში

ბოსტნეული კულტურების თესლის აბსოლუტური მასა მეტად მნიშვნელოვანი მანყენებელია. იგი სრულად განსაზღვრავს როგორც სათესლს, ისე მოხაედიანობის მანყენებელს. დადგენილია, რომ სათესლს მასაღა ხახიათღება მაღალი აბსოლუტური მასით, მაღალი კუთრი წონით და სადი მარცვლებით, რომლებშიც ჭარბად არის მცენარის საკვები ნიეთიერებები.

1.5. ელექტრულ ველში დასახარისხებელი თესლის მოძრაობის ტრაექტორიის გამოკვლევა

ელექტრულ ველში მოხეედრილი ყოველი ნაწილაკი იმუხტება, რის შედეგადაც მისი შემდგომი გადაადგილება განსაზღვრული იქნება მასზე მოქმედი მექანიკური და ელექტრული ძალების ურთიერთქმედებით.

ნაწილაკზე მომქმედი ძალა განისაზღვრება კელონის კანონით

$$F=QE=(1+2 \frac{\epsilon-1}{\epsilon+2}) \cdot E^2 \cdot r_0^2 \cdot \frac{\beta t}{1+\beta t} \quad [6]; \quad (34)$$

სადაც: Q ნაწილაკის ელექტრული მუხტი კ;

E - ნაწილაკთან ელექტრული ველის დაძაბულობა, [ვ/მ];

ϵ - ფარდობითი დიელექტრიკული შეგწვეადობა;

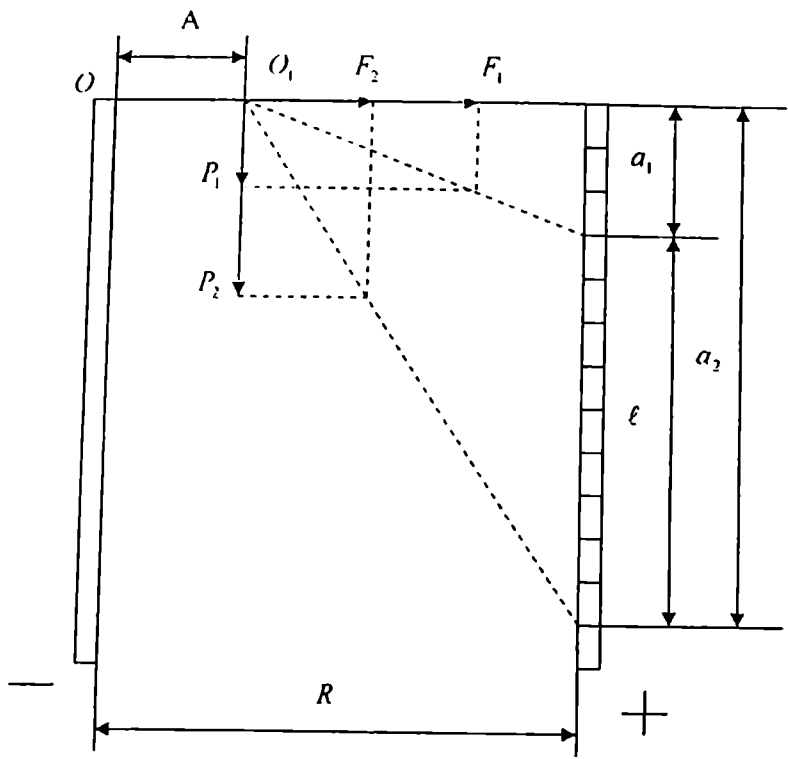
β პარამეტრია, რომელიც განსაზღვრავს დატვირთვის სიჩქარეს.

t ნაწილაკის ელექტრულ ველში ყოფნის დრო, [წმ].

ნაწილაკზე მოქმედი მექანიკური ძალა, როცა ის წარმოადგენს თავისუფლად ეარდნილ სხეულს, გამოიხატება განტოლებით:

$$P=mg \quad [6];$$

სადაც: m -სხეულის მასაა კგ;
 g -სიმძიმის ძალის აჩქარება მ/წმ².



ნახ.1. 17.

სურ. 1.17.-ზე მოცემულია ბუნკერის [1], როგორც უარყოფით ელექტროდსა და დადებით ელექტროდს შორის მყოფ ნაწილაკზე ელექტრული და მექანიკური ძალების მოქმედების სქემა. კოორდინატთა სისტემის Z ღერძად მიღებულია უარყოფითი ელექტროდის თანმთხვეული ვერტიკალური მიმართულება, X

დერძად კი ელექტროდების შემაერთებელი ხაზი. 01 ნაწილაკების საწყისი ტრექტორიის წერტილია. P_1 და P_2 პირველი და ბოლო ნაწილაკების თავისუფალი ვარდნის ძალაა. F_1 და F_2 ველის ძალაა, რომელიც მოქმედებს პირველ და ბოლო ნაწილაკებზე. α_1 და α_2 ნაწილაკების მიერ განვლილი გზაა ვერტიკალურ სიბრტყეში, ℓ - მანძილი დახარისხებულ ნაწილაკებს შორის.

თავისუფლად ვარდნის შემთხვევაში ნაწილაკის მოძრაობა ვერტიკალური მიმართულებით $/Z$ დერძის გასწვრივ დროის მიხედვით გამოისახება განტოლებით:

$$Z = \frac{gt^2}{2} \quad \text{მ}; \quad (35)$$

ნაწილაკის გადაადგილება დერძის მიმართულებით დამოკიდებულია ელექტრულ ძალაზე

$$F_1 = m \frac{d^2 X}{dt^2} = (1 + 2 \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2})^2 r_0 \frac{\beta t}{1 + \beta t} \quad [6]; \quad (36)$$

მე-36 განტოლების ამოხსნის შედეგად მივიღებთ

$$x = \frac{1}{m} [(1 + 2 \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2}) E^2 r_0^2 (\frac{t^2}{2} + t) - (\frac{t}{\beta} + \frac{1}{\beta^2}) \ln(1 + \beta t) + \frac{t}{\beta}] + A_0$$

[მ]; (37)

სადაც A წარმოადგენს ნაწილაკის მოძრაობის საწყისი წერტილის დაშორებას უარყოფითი ელექტროდიდან.

მე-35 და მე-37 განტოლებები გვაძლევენ მაღალი ძაბვის ელექტრულ ველში ნაწილაკის მოძრაობის ტრექტორიას.

მე-37 განტოლებაში m წარმოადგენს სათესლე ნაწილაკის მასას. რადგანაც მიღებული გვაქვს, რომ ნაწილაკს აქვს სფერული ფორმა, m შეგვიძლია შევცვალოთ გამოსახულებით

$$m = \frac{4}{3} \pi r_0^3 \gamma \quad [\text{კგ}] \quad (38)$$

სადაც γ - ნაწილაკის კუთრი წონაა. ჩავსვათ რა ამ მნიშვნელობას მე-37 განტოლებაში, გვექნება:

$$x = A + \frac{3}{8} \cdot \frac{1 + 2 \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2}}{\pi r_0 \gamma} E^2 [\frac{t^2}{2} + t - (\frac{t}{\beta} + \frac{1}{\beta}) \ln(1 + \beta t) \cdot \frac{t}{\beta}] \quad [მ]; \quad (39)$$

მე-39 განტოლებიდან ჩანს, ნაწილაკის მოძრაობა დადებითი ელექტროდისაკენ ელექტრული ველის დაძაბულობის სიდიდესთან ერთად დამოკიდებულია თვით თესლის ნაწილაკის ელექტროფიზიკურ r, γ, l თვისებებზე.

ელექტრულ ველში თესლის მარცვალზე მოქმედებს შემდეგი ძალები:

კულონის ძალა $F_1 = EQ$ [6]

სიმძიმის ძალა $P = m g$ [6]

ელექტროსტატიკური ძალა f , რომელიც დაკავშირებულია ელექტრული ველის არაერთგვაროვნებასთან, ქაერის წინააღმდეგობის და ელექტრული ქარის ძალა.

ელექტრულ ველში თესლის დახარისხების დროს გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს პირველ ორ ძალას, ხოლო სხვა ძალები თავს მხოლოდ უმნიშვნელოდ იხევენ.

ელექტრული დახარისხების პროცესში ელექტროსტატიკური ძალის შემოქმედება გამოისახება შემდეგი მნიშვნელობით [26].

$$|f| = \left| \frac{dW}{dx} \right| \cdot T^1 \quad (40)$$

სადაც W -თესლის მარცვლების ელექტროსტატიკური ენერჯიაა.

როგორც ელექტროსტატიკიდან ცნობილია ელიფსოიდალური ფორმის ნაწილაკის შემთხვევაში დაძაბულობა [19]

$$E_0^1 = \frac{E_0 \epsilon_6}{1 + (\epsilon_6 - 1) \varphi} \quad [\varphi/\text{მ}], \quad (41)$$

სადაც ϵ_6 - დიელექტრიკის ფარდობითი დიელექტრიკული

შელწვეადობაა;

E_0 - რეზულციური ველის დაძაბულობა დიელექტრიკის შიგნით $[\varphi/\text{მ}]$;

E_0^1 - თავისუფალი სივრცის ველის დაძაბულობა $[\varphi/\text{მ}]$.

ძ-დერძის პოლარიზაციის კოეფიციენტი.

ფ-დერძის პოლარიზაციის კოეფიციენტი.
 მრგვალი თესლის ენერჯია შეიძლება გამოითვალოს
 ფორმულით:

$$W_{მრ.თ} = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} \cdot r^3 \quad [ე^2მ] \quad (42)$$

ხოლო წაგრძელებული თესლისათვის ტოლი იქნება

$$W_{გრ.თ} = \frac{1}{48} \cdot \frac{\epsilon_0 E^2}{\phi} ab^2 \quad [ე^2მ] \quad (43)$$

მიღებული მნიშვნელობების საფუძველზე შეგვიძლია
 გამოვთვალოთ მრგვალი თესლის ელექტრული ძალის სიდიდე

$$|f|_{მრ.თ} = \left| \frac{dw_{მრ.თ}}{dx} \right| = \epsilon_0 E \frac{dE}{dx} r^3 \quad [6] \quad (44)$$

წაგრძელებული ფორმის თესლისათვის

$$|f|_{წაგრ.თ} = \frac{1}{24} \epsilon_0 E \frac{dE}{dx} \cdot \frac{ab^2}{\phi} \quad [6] \quad (45)$$

მრგვალი ფორმის თესლისათვის კულონის ძალის
 მნიშვნელობა შემდეგნაირად გამოისახება

$$F_{მრ.თ} = \epsilon_0 E^2 r^2 \left(1 + 2 \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \right) \quad [6], \quad (46)$$

როცა $\epsilon \rightarrow \infty$

$$F_{მრ.თ} = 3 \epsilon_0 E^2 r^2 \quad [6] \quad (47)$$

როცა $\epsilon \rightarrow \infty$ წაგრძელებული ფორმის თესლისათვის

$$F_{წაგრ.თ} = \epsilon_0 E \frac{b^2}{4\phi} \quad [6] \quad (48)$$

მრგვალი ფორმის თესლის ელექტროსტატიკური ძალის
 ფარდობა კულონის ძალასთან მოგვცემს შემდეგ
 დამოკიდებულებას.

$$\frac{f}{F} \Big|_{მრ.თ} = \frac{1}{3} \frac{dE}{dx} \frac{r}{E} \quad (49)$$

ხოლო ელიფსოიდალური თესლისათვის

$$\frac{f}{F} / \text{ჯლ} = \frac{1}{6} \frac{dE}{dx} \frac{b}{E} \quad (50)$$

მიღებული განტოლებები საშუალებას გვაძლევენ განისაზღვროს ელექტროსტატიკურ ველში სფერული და ელიფსოიდალური ფორმის თესლის მარცვლებზე მოქმედი კულონისა და ელექტროსტატიკური ძალების მნიშვნელობები. ელექტრულ ველში დახარისხების ეფექტურობისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მათი შეფარდების სიდიდეს. ამ მნიშვნელობის მიხედვით საჭიროა დადგინდეს ელექტრულ ველში თესლის მიწოდების ადგილი: ეს ადგილი უნდა შეირჩეს იმისდამიხედვით, რომ თესლის მარცვლებზე მოქმედი ელექტროსტატიკური ძალის მნიშვნელობა იყოს მინიმალური, რადგანაც ამ ძალის მიმართულება არის კულონის ძალის მიმართულების საწინააღმდეგო და იგი ხელს უშლის მიმღები ბუნკერისაკენ გადახრაში.

იმის გამო, რომ ბოსტნეული კულტურების ზოგიერთ თესლს აქვს სფეროსაგან განსხვავებული ფორმა, კერძოდ ხასიათდება წაგრძელებული ფორმით /კიტრი, სტაფილო და სხვ/ საინტერესოა გავანალიზოთ რა ზემოქმედებას ახდენს ელექტროსტატიკური ველი თესლის იმ მარცვალზე, რომლის ფორმაც მკვეთრად განსხვავდება სფეროსაგან. ამისათვის

საჭიროა განვსაზღვროთ $\frac{f}{F}$ -ის შეფარდების მნიშვნელობა სფერული მარცვლისა და მისი ტოლფასი მოცულობის ელიფსოიდური ფორმის მარცვლის შემთხვევებისათვის.

მრგვალი და წაგრძელებული ფორმის თესლისათვის მოცულობების ტოლობა შემდეგნაირად გამოისახება

$$\alpha = \frac{2r}{\sqrt[3]{k^2}} \quad (51)$$

სადაც k - სფერულობის კოეფიციენტი და $k = \frac{b}{a}$

a-თესლის მარცვლის დიდი დერძის სიგრძეა მ-ში;

b-თესლის მარცვლის პატარა დერძის სიგრძეა მ-ში;

48-ე ფორმულის თანახმად

$$\left| \frac{f}{F} \right|_{\text{ვაგროს}} = \frac{1}{3} \frac{dE}{dx} \frac{r\sqrt{k}}{E} \quad (52)$$

ხოლო ფარდობა

$$\alpha_k = \left| \frac{f}{F} \right|_{\text{ვაგროს}} / \left| \frac{f}{F} \right|_{\text{პროს}} = \frac{1}{\sqrt[3]{k^2}} = \frac{1}{\phi_k} \quad (53)$$

სადაც α_k - ელექტროსტატიკური ძალის ჯერადი სიდიდეა, რომელიც მოქმედებს ელიფსური ფორმის ნაწილაკზე;

გრძელი და მრგვალი ნაწილაკების მოცულობები პირობითად შემდეგნაირად გამოისახება:

$$r_{\text{ექვ}} = \frac{\sqrt[3]{ab}}{2} = \frac{a\sqrt[3]{k}}{2} \quad (54)$$

$$a = \frac{2r}{\sqrt[3]{k}} \quad (55)$$

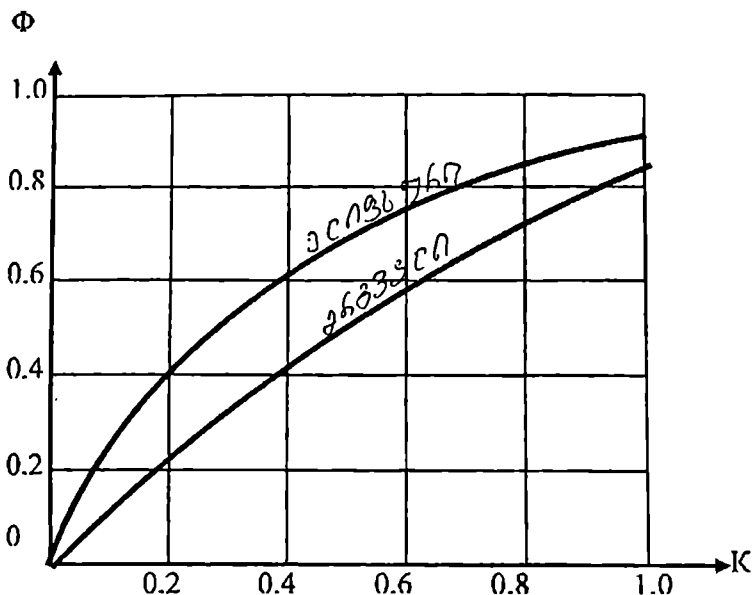
ამ შემთხვევაში 47-ე განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\left| \frac{f}{F} \right|_{\text{ელ.ს}} = \left| \frac{f}{F} \right|_{\text{პროს}} = \frac{1}{\sqrt[3]{k}} = \frac{1}{\phi} \quad (56)$$

ხოლო ფარდობა

$$t \cdot 10^3 \text{ წმ} \quad \alpha_k = \left| \frac{f}{E} \right|_{\text{ელ.ს}} / \left| \frac{f}{E} \right|_{\text{პროს}} = \frac{1}{\sqrt[3]{k}} = \frac{1}{\phi} \quad (57)$$

მიღებული ფორმულის საფუძველზე ვაგებთ გრაფიკს.



ნახ. 1.18

როგორც დიაგრამიდან ჩანს ელექტროსტატიკური ძალები, რომლებიც მოქმედებენ ელიფსური ფორმის თესლზე უფრო დიდია, ვიდრე მრგვალი ფორმის თესლის მარცვალზე. იმის გამო, რომ მეტი წილი კულტურის თესლისათვის $k > 0,2$, ამიტომ ელექტროსტატიკური ძალა ბევრად ნაკლებია კულონის ძალაზე და დახარისხების პროცესზე რაიმე გადამწყვეტ მნიშვნელობას ვერ ახდენს, მაგრამ წაგრძელებული ფორმის თესლის დახარისხების დროს მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული [4].

თავი 2. თესლის დახარისხების ექსპერიმენტული გამოკვლევის მეთოდობა, ექსპერიმენტების შედეგები და მათი ანალიზი

2.1. ელექტრომაგნიტური და ელექტრომექანიკური ვიბრაციული დანადგარებით სათესლე მასალის დახარისხების ექსპერიმენტალური გამოკვლევა

ბოსტნეული კულტურების თესლის დახარისხება ელექტრომაგნიტური ვიბრაციის მეთოდით ხდებოდა ექსპერიმენტალური ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული დანადგარის საშუალებით, რომელიც გამოსახულია სურ. 1.1.

დახარისხების მაღალი ეფექტის მიღება შესაძლებელი იყო მხოლოდ მაშინ, როდესაც დანადგარისა და დახარისხების ყოველი პარამეტრი ზუსტად არის დადგენილი და შერჩეული.

ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული დანადგარით დახარისხების პროცესის გამოკვლევისა და თითოეული კულტურის თესლისათვის დახარისხების ოპტიმალური რეჟიმების დადგენის მიზნით შესწავლილი იქნა როგორც დახარისხების პროცესი, ისე თვით დანადგარის მუშაობის პირობები.

ექსპერიმენტები ტარდებოდა სამი სახის ბოსტნეული კულტურების: ხახვის, სუფრის ჭარხლის, ისპანახის თესლებზე. ექსპერიმენტების ჩატარების ძირითად ფაქტორებად მიღებული იყო ვიბრობუნკერის რხევის ამპლიტუდა და დახარისხების ტერმინის ხანგრძლივობა. დახარისხების სიხშირის პირობებში.

ყველაზე მნიშვნელოვანი იყო ამპლიტუდის ოპტიმალური მნიშვნელობის შერჩევა.

ცდებმა გვიჩვენა, რომ ვიბროსეპარაციის შედარებით მაღალი ეფექტი მიიღება დაბალი ამპლიტუდის შემთხვევაში. ეს იმით აიხსნება, რომ დაბალი ამპლიტუდის დროს თესლის მარცვლების გადაადგილების სიჩქარე უფრო მცირეა, ვიდრე შედარებით მაღალი ამპლიტუდის დროს და მათი ბუნკერის ბადის ხერხელებში მოხვედრის ალბათობაც უფრო მეტია [66,54].

ხახვის თესლის ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული დახარისხების დროს ექსპერიმენტისათვის აღებული იყო თალგამისებრი ჯიშის ხახვის სათესლე მასალა, რომლის

აღმოცენების უნარიანობა შეადგენდა 68%-ს.

ექსპერიმენტების ძირითად ფაქტორებად მიღებული იყო ვიბრობუნკერის რხევის ამპლიტუდა და t დრო, რომლის განმავლობაშიც შესაბამის ყუთში მიიღებოდა დახარისხებული თესლის გარკვეული პროცენტული რაოდენობა. დანადგარის რეზონანსულ რეჟიმში მუშაობისათვის წონის შენარჩუნების მიზნით ამგზნებ ბუნკერში (აქტიური მასა 2,2კგ.) დასახარისხებელ სათესლე მასალასთან (5 კგ.) ერთად თავსდებოდა სამძიმი მასის ტვირთი (7,8 კგ). მერხევი სისტემის აქტიური მასა შეადგენდა 15 კგ-ს.

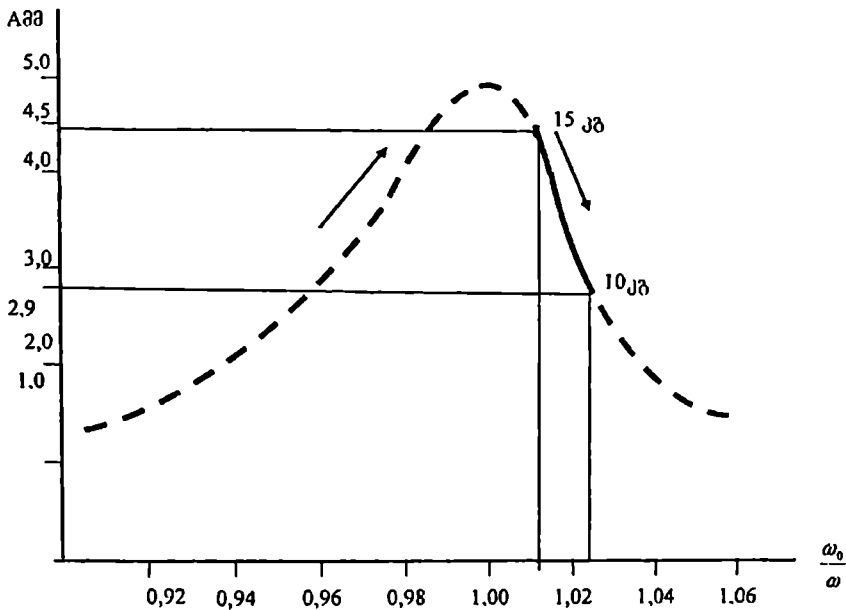
დანადგარის რეზონანსული გაწყობისას ჩატარებული ექსპერიმენტების საფუძველზე შეირჩა რხევის ამპლიტუდის საწყისი - $A=4,5$ მმ და საბოლოო $A=2,9$ მმ (ბუნკერიდან თესლის ჩამოცლის მომენტი) მნიშვნელობები. დრეკადი სისტემის (რესორების) შერჩევასთან მიმართებაში ყველა სახის ბოსტნეული კულტურების სათესლე მასალის დახარისხებისას რხევის ამპლიტუდის მნიშვნელობები მუდმივ სიდიდეებს წარმოადგენდა.

დახარისხების პროცესის მიმდინარეობა (მრუდის მთლიანი ნაწილი) ნათლად ჩანს ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებელი მრუდის (სურ. 2.1) ანალიზიდან. დახარისხება იწყება რეზონანსის შემდგომ (რეზონანსთან მიახლოებულ) პერიოდში და ვიბრობუნკერის აქტიური მასის შემცირებით (15-5)კგ მისი რხევის ამპლიტუდა მცირდება. ვიბრაციული დახარისხების პროცესი მიმდინარეობს სამ ფრაქციად, რომლის დროსაც გამოიყოფა:

I ფრაქცია - დიდი ზომის მინარევეები.

II ფრაქცია - მცირე ზომის მინარევეები.

III ფრაქცია - დახარისხებული თესლი + ფშუტე მარცვლები.



სურ.2.1. ვიბრაციული ბუნკერის ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებელი.

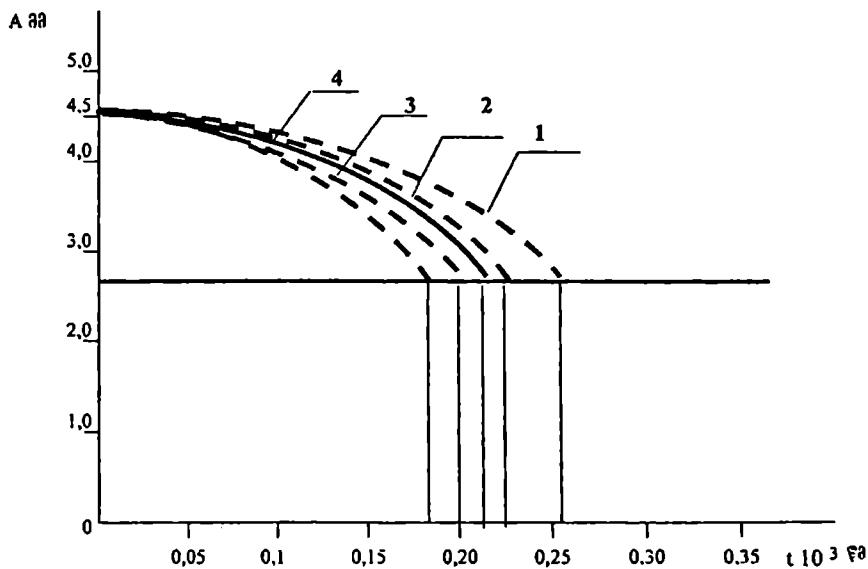
ექსპერიმენტები ჩატარდა ცდების 4-ჯერადი განმეორებით, რომლის მონაცემები მოცემულია ცხრილ 2.1-ში და 2.2-ში.

ხახვის ერთი და იგივე მასის (5 კგ.), სხვადასხვა მინარევების შემცველობის მქონე (სისუფთავე) სათესლე მასალის დახარისხების ხანგრძლივობა ბუნკერიდან თესლის ჩამოცლის დრო) ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მცირე სიდიდებით.

სურ.2.2.-ზე გამოსახულია ოთხი სხვადასხვა ხარისხის სისუფთავეს— 55%, 58,5% 61,55% და 65% სათესლე მასალის დახარისხებისას ვიბრობუნკერის რხევის ამპლიტუდასა და t დროის ხანგრძლივობას შორის დამოკიდებულობის მრუდები.

ხახვის სათესლე მასალის დახარისხების დროის ხანგრძლივობად მიღებულია ჩატარებული ცდების შედეგად

დაფიქსირებული დახარისხების საშუალო დროსაშ. = $0,22 \cdot 10^3$ წმ, რომლის დროსაც დახარისხების პროცესი გრაფიკულ გამოსახულებაზე აღნიშნულია მთლიანი მრუდით; ამ შემთხვევაში შესაბამის მიღებ ყუთში მოთავსდა მაქსიმალურ პროცენტული რაოდენობის—86,5% და მაღალი ხარისხობრივი მაჩვენებლების მქონე თესლი.



სურ. 2.2. ვიბრობუნკერის რხევის ამპლიტუდურ- დროის მახასიათებელი მრუდები ხახვის თესლის დახარისხებისას.

1 - 55%; 2 - 58,5%; 3 - 61,5%; 4 - 65%.

დასახარისხ. თესლის სისუფთავი, %	თესლ. მასა, კგ	თესლის ფრაქცია	ბუნკერ. აქტიური მასა, კგ	სამომის მასა, კგ	სისტემის აქტიური მოდული მასა კგ.	დახარისხხანგრძლ. წმ.	თესლის სისუფთ. %	აბსოლ. წონა, გრ.	აღმოც. უნარი %
55,0	5	საწყისი მასალა ფრაქციები: I მსხვილი მინარ. II წვრილი მინარ. III დახარისხ.	2,2	7,8	15	0,26 10 ³	100	4,35	68
	0,2						5,0	1,8	11
	0,62						11,5	3,1	33
4,18	83,5	5,0				79			
58,5	5	საწყისი მასალა ფრაქციები: I II III	2,2	7,8	15	0,23 10 ³	100	4,35	70
	0,3						5,6	1,5	19
	0,45						9,4	3,0	31
4,25	85,0	5,2				80			
61,5	5	საწყისი მასალა ფრაქციები: I II III	2,2	7,8	15	0,20 10 ³	100	4,33	68
	0,2						4,0	2,0	20
	0,37						7,4	3,5	35
4,43	88,6	5,8				79			
65,0	5	საწყისი მასალა ფრაქციები: I II III	2,2	7,8	15	0,18 10 ³	100	4,33	66
	0,2						3,5	2,1	21
	0,38						7,5	3,9	36
4,42	89,0	6,0				78			

თესლის სახე	ნიმუშის სახე	თესლის სისუფთ. %	აბსოლუტური წონა გრ.	გაღვივების ენერგია %	აღმოცენების უნარი%
ხახვი	კონტროლი	100,0	4,3	70,0	70,0
	საცდელი	86,5	5,5	79,0	79,0

ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა (ცხ.2.2) გვიჩვენა, რომ ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული ბუნეკრით დახრისხების შედეგად ხახვის თესლის ხარისხის მაჩვენებლები (აბსოლუტური მასა, გაღვივების ენერგია და აღმოცენების უნარი) გაუმჯობესდა.

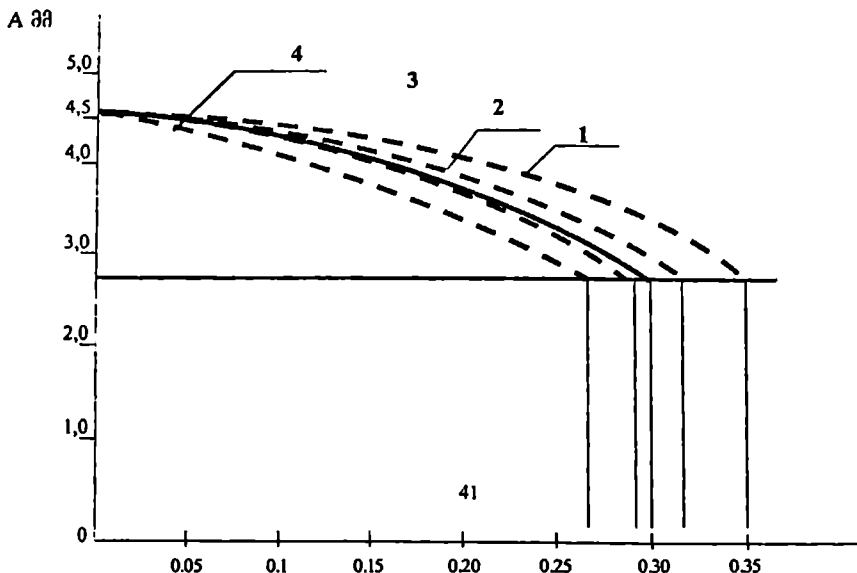
ისპანახის საკონტროლო სათესლე მასალის აღმოცენების უნარიანობა შეადგენდა 70 %-ს.

ისპანახის სათესლე მასალის დახარისხებისას ჩატარებული ექსპერიმენტები ხახვის თესლზე ჩატარებული ცდების ანალოგიური იყო დანადგარის დატვირთვის თვალსაზრისით.

ექსპერიმენტების შედეგები მოცემულია ცხრილ2.3-ში.

დანადგარის რეზონანსულ მდგომარეობაში მოსვლის ($\omega = \omega_0$) და ღუზის რხევის ამპლიტუდის $A = 4,5$ მმ-ის შემთხვევაში ჩატარებული ცდების შედეგებიდან გამომდინარე, დახარისხებული თესლის საშუალო პროცენტულმა რაოდენობამ $\Delta t = 0,3 \cdot 10^3$ წმ-ის განმავლობაში შეადგინა 83,2%, რაც სრულიად დამაკმაყოფილებელია ელექტრულ ველში შემდგომი დახარისხებისათვის, რომლის დროსაც ხდება ფშუტე თესლების გამოყოფა.

დასახარისხ. თესლის სისუფთავე, %	თესლ. მასა კგ	თესლის ფრაქცია	ბუნკერ. აქტური მასა, კგ	სამომხის მასა, კგ	სისტემის აქტური მოლლიანი მასა კგ.	დახარისხსხანგრძლ. წმ.	თესლის სისუფთ. %	აბსოლ.წონა, გრ.	აღმწოც. უნარი %			
45	5	საწყისი მასალა	2,2	7,8	15	0,35 10 ³	100	9,8	70			
	0,25	ფრაქციები:					5,1	3,4	11,0			
	0,72	მსხვილი მინარ. I					14,5	4,5	18,0			
50	4,03	წურილი მინარ. II				80,4	11,8	75,5				
	5	დახარისხ. III										
	0,32	საწყისი მასალა							100	9,8	70	
54,5	0,53	ფრაქციები:							0,32 10 ³	6,5	4,2	10,0
	4,15	I				10,5	6,9	17,0				
		II				83,0	12,5	79,0				
58,0	5	საწყისი მასალა							0,29 10 ³	100	9,8	70
	0,28	ფრაქციები:								5,5	5,5	7,0
	0,5	I				10,0	7,0	22,0				
58,0	4,22	II	84,5	12,9	75,0							
	5	III										
	0,22	საწყისი მასალა				0,27 10 ³	100	9,8	70			
0,58	ფრაქციები:				4,5		3,9	8,0				
4,2	I	10,5	7,2	21,0								
		II	85,0	13,2	76,5							
		III										



სურ.2.3. ვიბრობუნკერის რხევის ამპლიტუდური დროის მახასიათებელი მრუდები ისპანახის თესლის დახარისხებისას
 1 - 45%; 2 - 50%; 3 - 54,5%; 4 - 58%.

სურათ 2.3-ზე მოცემულია სხვადასხვა შემცველობის მინარე-
 ვების მქონე ისპანახის თესლის მუდმივი მასის (5 კგ.) დახ-
 არისხების ამპლიტუდურ-დროის მახასიათებლების მრუდები.
 აქედან ჩანს, რომ განსხვავებული შემცველობის მინარეების
 მქონე: 1-45% 2-50%, 3-54,5% და 4-58% ერთი და იგივე მასის
 დახარისხების ხანგრძლივობა ერთმანეთისაგან მცირედ
 განსხვავებული სიდიდეებია. დახარისხების საშუალო დრო
 შეადგენს $0,3 \cdot 10^3$ წმ-ს.

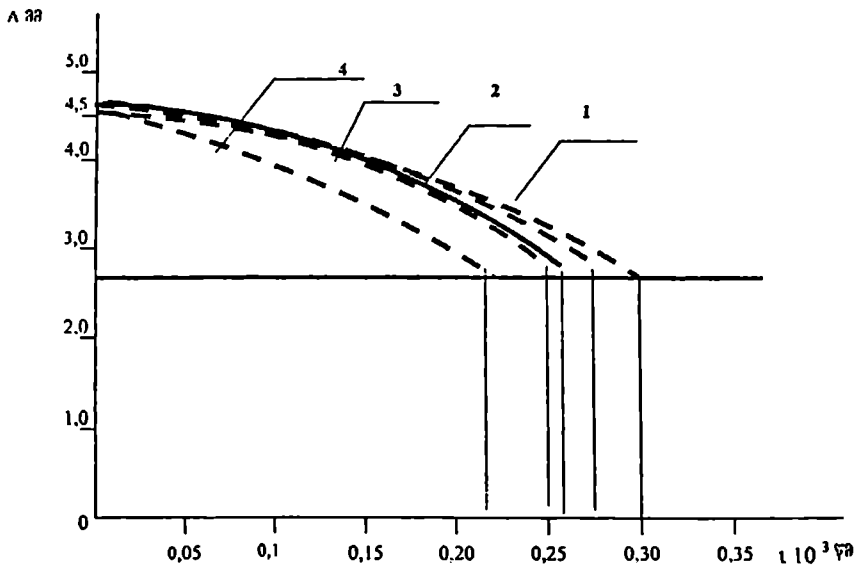
ცხრილი 2.4-დან ჩანს, რომ ვიბრობუნკერით ისპანახის
 თესლის დახარისხებისას, მოიმატა აბსოლუტური მასის სიდი-
 დემ და შესაბამისად გაიზარდა თესლის აღმოცენების უნარი.

ცხრილი 2.4

თესლის სახე	ნიმუშის სახე	თესლის სისუფთავე %	აბსოლუტ წონა გრ.	გალივეების ენერგია %	აღმოცენ. უნარი %
ისპანახი	კონტროლი	100,0	9,8	70,0	70,0
	საცდელი	83,2	12,6	80,0	79,5

სუფრის ჭარხლის სათესლე მასალის ელექტრომაგნიტური ამგზნები ბუნეკრით დახარისხებისას ექსპერიმენტები ჩატარდა სხვადასხვა შემცველობის მინარევეებიანი თესლის დახარისხებაზე დროსთან მიმართებაში. ზემოთ აღნიშნულის თანახმად ცდები ტარდებოდა ვიბრობუნეკრის მუდმივი რხევის ამპლიტუდის $A=4,5$ მმ-ის ქსელის მუდმივი სიხშირის პირობებში. ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგები მოცემულია ცხრილში 2.5.-ში და 2.6-ში.

ცდების შედეგების ანალიზიდან გამომდინარე დახარისხების დროის საშუალო ხანგრძლივობა აღმოჩნდა $t_{საშ}=0,2610^3$ წმ.; დახარისხების საშუალო პროცენტულმა რაოდენობამ შეადგინა 85,1%, რაც ჩვენთვის მისაღებია. სხვადასხვა შემცველობის მინარევეების მქონე: 1-50%, 2-53,5%, 3-56,5% და 4-60% სუფრის ჭარხლის სათესლე მასალის დახარისხების დროის დამოკიდებულება ამპლიტუდურ სიდიდესთან გამოხატულია ამპლიტუდურ დროის მახასიათებელი მრუდების საშუალებით. დახარისხების პროცესი $t_{საშ}=0,2610^3$ წმ-ის განმავლობაში გრაფიკულ გამოსახულებაზე მოცემულია მთლიანი მრუდით. სურ. 2.4.



სურ. 2.4. ვიბრობუნკერის რხევის ამპლიტუდური დროის მახასიათებელი მრუდები ჭარხლის თესლის დახარისხებისას
 1 - 50%; 2 - 53,5%; 3 - 56,5%; 4 - 60%.

სუფრის ჭარხლის საკონტროლო სათესლე მასის აღმოცენების უნარიანობა შეადგენდა 65 %.

ცხრილ 2.6-ში მოცემულია სუფრის ჭარხლის თესლის საწყისი მასალისა და ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული დახარისხებული თესლის ხარისხობრივი მანვენებლების შედარება.

ცხრილის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული ბუნკერით დახარისხების შედეგად გაიზარდა სუფრის ჭარხლის თესლის ხარისხობრივი მანვენებლები.

დასახარისხ. თესლის სისუფთავე, %	თესლ. მასა კგ	თესლის ფრაქ- ცია	ბუნკერ. აქტიური მასა, კგ	სამსომის მასა, კგ	სისტემის აქტიური მილიანი მასა, კგ.	დახარისხსხანგრძლ. წმ.	თესლის სისუფთ. %	აბსოლ. წონა, გრ.	აღმოდ. უნარი %
50	5	საწყისი მასალა	2,2	7,8	15	0,30 10 ³	100	14,8	65
	0,38	ფრაქციები:					7,5	4,0	14
	0,52	მსხვილი მინარ.					10,5	8,5	32
	4,1	I წვრილი მინარ. II					82,0	15,0	73,5
53,5	5	საწყისი მასალა	2,2	7,8	15	0,27 10 ³	100	14,8	65
	0,2	ფრაქციები:					4,0	3,5	23
	0,58	I					11,5	9,5	28
	4,22	II III					84,5	15,9	73
56,5	5	საწყისი მასალა	2,2	7,8	15	0,27 10 ³	100	15,0	65
	0,26	ფრაქციები:					5,3	3,0	21
	0,46	I					9,2	9,0	32
	4,28	II III					85,5	16,0	76,7
60	5	საწყისი მასალა	2,2	7,8	15	0,22 10 ³	100	15,5	65
	0,2	ფრაქციები:					4,8	2,5	38
	0,44	I					8,7	9,5	45
	4,36	II III					86,5	17,5	75

თესლის სახე	ნიმუშის სახე	თესლის სისუფთავე %	აბსოლუტ. წონა გრ.	გალიეობის ენერჯია %	აღმოცენ. უნარი %
სუფრის ჭარხალი	კონტროლი	100,0	14,8	65,0	65,0
	საცდელი	85,1	16,2	74,8	74,8

ბოსტნეული კულტურების დახარისხება მიმდინარეობდა ჩვენს მიერ დამუშავებული ელექტრომექანიკური ვიბროამგზნებიანი დანადგარის საშუალებით (სურ.1.5.).

ექსპერიმენტების, რომლებიც ტარდებოდა სხვადასხვა სახის ბოსტნეული კულტურების თესლებზე, ჩატარების ძირითად ფაქტორებად მიღებული იყო ბუნკერის რხევის სიხშირე და რხევის ამპლიტუდა.

ექსპერიმენტები ტარდებოდა სსსსუ-ის ს/მ ელექტრიფიკაციის დეპარტამენტის საცდელ ლაბორატორიაში. ვიბრაციული დანადგარი მოძრაობაში მოჰყავდა მუდმივი დენის ძრავს МП-150 ვტ.

ექსპერიმენტული გამოკვლევები ჩატარდა ბოსტნეულ კულტურებზე: ხახვი, ისპანახი, შაქრის ჭარხალი.

ხახვის თესლის დახარისხებისას აღებული იყო 50 კგ. თალგამისებური ჯიშის სათესლე მასალა.

ექსპერიმენტები ჩატარდა ვიბრობუნკერის სხვადასხვა რხევის სიხშირის (ცვლილების მიხედვით მუდმივი ამპლიტუდის პირობებში ძაბვის (150, 200, 220, 250)ვ ცვლილების მიხედვით; იცვლებოდა ძრავის ბრუნთა რიცხვი და მასთან დაკავშირებით ბუნკერის რხევის სიხშირე:

$$f = p \cdot n / 60 \text{ რხევ/წმ.}$$

სადაც n -ძრავის ბრუნთა რიცხვია წმ-ში;

p -წყვილ პოლუსთა რიცხვი. (ჩვენ შემთხვევაში $p=1$).

დახარისხებისთვის საჭირო ტექნიკური მონაცემები მოცემულია ცხ.2.7-ში

ცხრილი 2.7.

№	ძაბვა მ	ბრუნთა რიცხვი n ბრ/წთ	რხევის სიხშირე f 1/წმ	კუთხური სიხშირე ω, წმ ⁻¹
1.	150	2000	33,3	209,3
2.	200	2100	35,0	219,8
3.	220	2130	35,5	223,0
4.	250	2220	37,0	232,3

ექსპერიმენტები ტარდებოდა ცდების 4-ჯერადი განმეორებით.

ელექტრომაგნიტური ამგზნები ბუნკერით ხახვის სათესლე მასალის დახარისხების მსგავსად დახარისხება მიმდინარეობდა სამ ფრაქციად.

ბუნკერის რხევის მუდმივი ამპლიტუდის $A = 4,5$ მმ-ის და რხევის სიხშირის $f=35$ რხ/წმ-ის შემთხვევაში, შესაბამის მიმღებ ყუთში დახარისხებული თესლის პროცენტულმა რაოდენობამ მიაღწია მაქსიმალურ სიდიდეს - 86%, რაც საესებით მისაღები იყო მექანიკური ვიბროამგზნებით დახარისხების დროს. აქედან გამომდინარე, ხახვის თესლის დახარისხების ოპტიმალურ მნიშვნელობად მივიღეთ ამპლიტუდის მუდმივი სიდიდე $A = 4,5$ მმ, რხევის სიხშირე $f=35$ კც. ექსპერიმენტების მონაცემები მოცემულია ცხრილ 2.8-ში.

ისპანახის სათესლე მასალის ელექტრომექანიკური ვიბრაციული დანადგარით დახარისხებისათვის შერჩეულ იქნა ვიბროსეპარაციის ტექნიკური მონაცემების ოპტიმალური მნიშვნელობები. მონაცემები მოცემულია ცხრილ 2.9-ში

თესლის ფრაქცია	რხევის სიხშ. f წმ ¹ .	აძ. წმ ¹	წონა, კგ.	თეს- ლის სი- სუფთ. %	აბსოლ. წონა, გრ	აღ- მოც უნ- არი, %
საწყისი მასალა ფრაქციები:			5	100	4,35	68
მსხვილი მინარ. I	33,3	209	0,25	5,0	2,0	12
წვრილი მინარ. II			0,55	11,0	3,2	32
დახარისხ. III			4,2	84,0	4,65	80
საწყისი მასალა ფრაქციები:			5	100	4,32	68
I	35	216,5	0,27	5,5	2,16	19
II			0,43	8,5	3,2	30
III			4,3	86,0	5,1	80
საწყისი მასალა ფრაქციები:			5	100	4,2	70
I	35,5	219,8	0,28	5,5	2,3	20
II			0,47	9,5	3,0	34
III			4,25	85,0	4,9	80
საწყისი მასალა ფრაქციები:			5	100	4,2	70
I	37	230,4	0,35	7,3	2,5	22
II			0,55	10,7	2,9	35
III			4,1	82,0	4,5	79

ექსპერიმენტები ტარდებოდა ვიბრობუნკერის რხევის სიხ-
შირის ცვლილების პირობებში მუდმივი ამპლიტუდის $A = 4,5$
მმ-ის შემთხვევაში ცდების 4-ჯერადი განმეორებით. ცდების
შედეგები მოცემულია ცხრილ 2.10-ში.

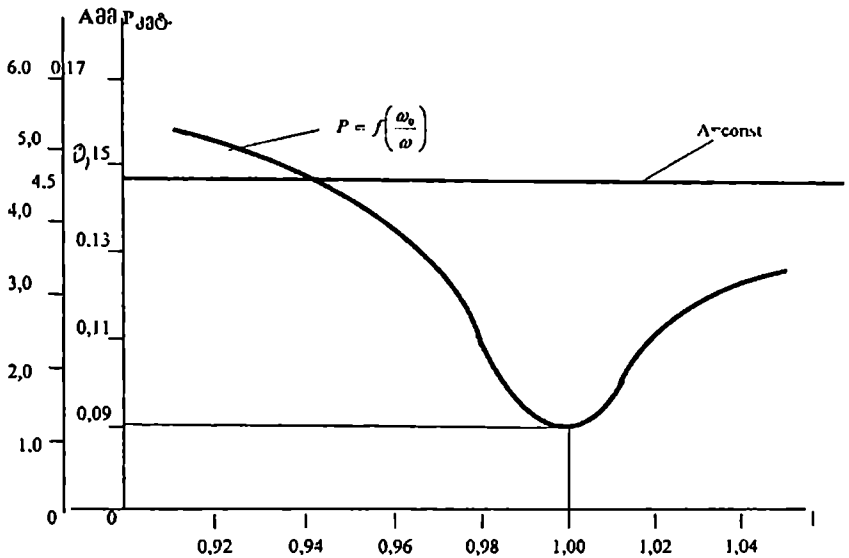
№	ძაბვა მ.	ბრუნთა რიცხვი n ბრ/წთ	რხევის სიხშირე f წმ ⁻¹	კუთხური სიხშირე ა _მ წმ ⁻¹
1.	150	1750	29,1	182,7
2.	200	1800	30,0	188,4
3.	220	1880	31,3	196,5
4.	230	1920	32,0	200,9

ექსპერიმენტების ანალიზის საფუძველზე ჩანს, რომ სა-
თესლე მასალის დახარისხების ყველაზე დიდი ეფექტი – III
ფრაქციაში მოგროვილი 82,5% დახარისხებული თესლი და
მისი აღმოცენების უნარიანობა 80,5% მიღებული იყო f=30კც-ის
რხევის სიხშირის შემთხვევაში; მაშინ როცა ბუნკერის რხევის
საკუთარი და იძულებითი სიხშირე გაუტოლდა ერთმანეთს, ე.ი.
მიღწეული რეზონანსის შემთხვევაში, დახარისხებისათვის
მოთხოვნილი სიმძლავრე იყო ყველაზე მინიმალური. სიმძლავ-
ერესა და ფარდობით რხევით კუთხურ სიხშირეს შორის დამო-
კიდებულება ნათლად ჩანს გრაფიკიდან სურ2.5.

სუფრის ჭარხლის ელექტრომექანიკური ვიბრობუნკერით
დახარისხების დროს შერჩეულ იქნა დახარისხებისათვის საჭი-
რო ტექნიკური მონაცემების ოპტიმალური მნიშვნელობები.

ძაბვის ცვლილების მიხედვით მოხდა ძრავის ბრუნთა
რიცხვის და შესაბამისად ვიბრობუნკერის რხევის სიხშირის
შერჩევა. მონაცემები მოცემულია ცხრილ 2.11-ში

თესლის ფრაქცია	რხევის სიხშ. f წმ ³ .	აძ. წმ ³	წონა, კგ.	თესლის სისუფთ. %	აბსოლ. წონა, გრ	ალ- მოცუ- ნარი, %
საწყისი მასალა			5	100	9,8	70
ფრაქციები:						
მსხვილი მინარ. I	29,1	182,7	0,3	6,0	3,5	11
წერილი მინარ. II			0,78	15,5	4,8	18
დახარისხ. III			3,92	78,5	10,7	75
საწყისი მასალა			5	100	9,8	70
ფრაქციები:						
I	30,0	188,4	0,3	6,5	4,5	5,5
II			0,55	11,0	6,8	15
III			4,15	82,5	12,5	80,5
საწყისი მასალა			5	100	9,8	71
ფრაქციები:						
I	31,3	196,5	0,3	6,5	5,4	7,6
II			0,6	12,0	7,1	20
III			4,1	81,5	11,2	75
საწყისი მასალა			5	100	9,8	70
ფრაქციები:						
I	32,0	200,9	0,28	5,5	4,8	8,5
II			0,72	14,5	7,4	20
III			4,0	80,0	10,0	76



სურ. 2.5. სიმძლავრის და ფარდობითი სიხშირის ურთიერთდამოკიდებულობა

თესლის დახარისხების შედეგები მოცემულია ცხრილ 2.12-ში.

ვიბრაციის რხევითი სიხშირით დახარისხებისათვის ოპტიმალურ მნიშვნელობად მიღებულ იქნა რხევის სიხშირე $f=25$ კც. მუდმივი რხევის ამპლიტუდის $A=4,5$ მმ-ის შემთხვევაში, როდესაც III მიმღებ ყუთში მოგროვდა დახარისხებული თესლის 84,5% და თესლის აბსოლუტური მასა აღმოჩნდა 15,2 გრ.

ვიბრომექანიკური დამხარისხებელი დანადგარით დახარისხების საბოლოო შედეგები მოცემულია ცხრილ 2.13-ში

№	ძაბვა ვ.	ბრუნთა რიცხვი ი ბრ/წთ	რხევის სიხშირე f წმ ⁻¹	კუთხური სიხშირე ω რად წმ ⁻¹
1.	100	1400	23,6	148,2
2.	150	1500	25,0	157,0
3.	200	1590	26,5	166,4
4.	210	1620	27,0	169,5

გაკეთდა ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული და ელექტრომექანიკურ ვიბრაციულ ბუნკერებზე ჩატარებული დახარისხების ცდების შედეგების და მათი ტექნიკური მხარეების შედარება. აღმოჩნდა, რომ ორივე დანადგარით თესლების დახარისხების ხარისხი მცირედ განსხვავდებიან ერთმანეთისგან. ელექტრომაგნიტური ვიბრობუნკერი მდგრადობის საიმედოობის თვალსაზრისით ელექტრომექანიკურთან შედარებით უფრო ეფექტურია, მასში შესაძლებელია ღუზის ამპლიტუდის საჭიროებისამებრ ცვლილება; ელექტრომექანიკურ ვიბრობუნკერში ადგილი აქვს მოხახუნე წყვილების ცვეთას, მუშაობს მუდმივი ამპლიტუდით, თუ არ მოხდა მუშტა მექანიზმის ხელახალი ცვლა. მიუხედავად ამ სხვაობისა, ისინი შეიძლება წარმატებით გამოყენებული იქნას ბოსტნეული კულტურების სათესლე მასალის დასახარისხებლად.

თელის ფრაქცია	რხევის სიხშ. ჩ წმ-ი.	აძ. წმ-ი	წონა, კგ	თეს- ლის სი- სუფთ. %	აბსოლ. წონა, გრ	აღმოცუნა- რი, %
საწყისი მასალა				100	14,8	68
ფრაქციები:						
მსხვილი მინარ. I	23,6	148,2	0,25	5,0	4,3	15,5
წერილი მინარ. II			0,68	13,5	8,5	35,0
დახარისხ. III			4,07	81,5	14,5	73
საწყისი მასალა				100	14,8	65
ფრაქციები:						
I	25	157,0	0,3	6,8	4,5	27
II			0,4	8,7	9,5	35
III			4,3	84,5	15,2	77,5
საწყისი მასალა				100	14,8	66
ფრაქციები:						
I	26,5	166,4	0,3	6,5	4,8	20
II			0,55	11,0	8,0	29
III			4,15	82,5	14,9	75
საწყისი მასალა				100	14,8	68
ფრაქციები:						
I	27	169,5	0,28	5,5	4,0	37
II			0,72	14,5	8,0	45
III			4,0	80,0	14,3	74

№	თესლის სახე	ნიმუშის სახე	თესლის სისუფთ. %	აბსოლუტ წონა, გრ	გალივ-ენერგია %	აღმოც. უნარი, %
1	ხახვი	კონტროლი	100	4,3	70	68
		საცდელი	86,0	5,1	80	80,0
2	ისპანახი	კონტროლი	100	9,8	70	70
		საცდელი	82,5	12,5	80	80,5
3	სუფრის ჭარხალი	კონტროლი	100	14,8	65	65
		საცდელი	84,5	15,2	77,0	77,5

22. ვიბრაციული ბუნკერით დახარისხებული თესლის შემდგომი, მაღალიკაპვის ელექტრული ველით მეორადი დახარისხების ექსპერიმენტული ბამოკვლევა და მისი შედეგების ანალიზი

დახარისხების ხარისხის გაუმჯობესების და მასთან დაკავშირებით უკეთესი ბიოლოგიური მანევრების მქონე თესლის შერჩევისათვის ვაწარმოებთ ვიბრაციული ბუნკერის მიერ დახარისხებული თესლის მეორად დახარისხებას მაღალი ძაბვის ელექტრული ველის საშუალებით.

ცნობილია, რომ მუდმივი დენის ელექტრული ველი ახდენს მასტიმულირებელ გავლენას თესლის ბიოლოგიურ თვისებებზე (აღმოცენების ენერგია, გაღივების ენერგია) [13].

ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგებმა გვიჩვენა, რომ გარკვეული ძაბვის ქვეშ დასახარისხებელი თესლის აღმოცენების და გაღივების ენერგია გაიზარდა.

ელექტრულ ველში თესლის დახარისხების ეფექტურობა დამოკიდებულია დანადგარის ოპტიმალური რეჟიმების შერჩევაზე: დადებით და უარყოფით ელექტროდებს შორის ელექტრული ველის დაძაბულობის წარმომქმნელ ძაბვაზე, მათ შორის მანძილის და დადებით ელექტროდებს შორის მანძილის სწორ შერჩევაზე [104].

კვლევის პერიოდში განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს დადებითი ელექტროდების ურთიერთგანლაგებას, მათგან ვიბრობუნკერის დაშორების მანძილის სწორ შერჩევას, ვინაიდან მათი საშუალებით იქმნება სახარისხებელი დანადგარის ძირითადი ტექნოლოგიური მუშა ორგანო – ელექტრული ველი. ცდების საფუძველზე უნდა დადგინდეს ვიბროდანადგარისა და ელექტრული ველის წარმომქმნელ ელექტროდებს შორის მანძილი. ექსპერიმენტები ჩატარდება ცალკე ელექტრომაგნიტური და ცალკე ელექტრომექანიკური ბუნკერებით დახარისხებული თესლის ელექტრულ ველში მეორადი დახარისხებისათვის.

მაღალი ძაბვის ელექტრული ველით დახარისხების ხარისხი მით უფრო უკეთესი იქნება, რაც უფრო კარგად გაიშლება თესლის ნაკადი, ელექტრულ ველში.

თესლის მარცვლების მოძრაობა დამოკიდებულია ელექტროდებზე მოდებული ძაბვის სიდიდეზე. ძაბვის გადიდებით თესლის ნაკადი ვერ ასწრებს გაშლას და დახარისხებისას მყისვე გადაიხრება დადებითი ელექტროდისაკენ და დახარისხებული თესლი ცვივა მიმდებ ბუნკერებში.

ზემოთ აღნიშნულის თანახმად, დახარისხების ეფექტურობისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს დანადგარში ძაბვისა და ელექტრული ველის წარმოქმნელ ელექტროდებს შორის მანძილის ოპტიმალურ შერჩევას.

დახარისხების პროცესზე ძაბვის სიდიდის, ელექტროდების რაოდენობასა და მათ შორის მანძილის ზემოქმედების დადგენის მიზნით ჩატარდა ექსპერიმენტები, რომელთა მონაცემები წარმოდგენილია ცხრილ 2.14-ში

ცხრილი 2.14.

	U კვ.	L =150 მმ.	L =200 მმ.	L =250 მმ.
		წანაცვლების დენი I მა.		
1.	15,0	0,30	0,25	0,2
2.	18,0	0,45	0,30	0,27
3.	20,0	0,60	0,37	0,30
4.	22,0	0,90	0,45	0,40
5.	24,0	1,15	0,80	0,65

ექსპერიმენტებით დადგინდა, რომ თესლის მეორადი დახარისხებისას საუკეთესო შედეგი მივიღეთ, როდესაც ელექტროდებზე მაღალი ძაბვის სიდიდე იყო 20 კვ, მანძილი ბუნკერსა და ელექტროდებ შორის L=150 მმ და დადებით ელექტროდებს შორის, რომლებიც ბუნკერის ღარის წვეროს მიმართ რკალზე არიან ურთიერთგანლაგებული L₁=80მმ-ის შემთხვევაში.

დადებით ელექტროდებს შორის იმავე მანძილის L₁=80მმ-ის და ელექტრულ ველში იმავე ძაბვების

(15,0;18,0;20,0;22,0;24,0;) დროს ნატარებულმა ექსპერიმენტებმა დახარისხებისას მიმღებ ბუნკერებში მისი პროცენტულ განაწილებისას, გვიჩვენა რომ III ფრაქციაში მიღებული დახარისხებული თესლის პროცენტული რაოდენობა იყო ყველაზე მაღალი $U = 20$ კვ ძაბვის დროს.
ცხრილი 2.15

L	L ₁	ძაბვა ელექტროდებს შორის				
		15,0 კვ.	18,0 კვ.	20,0 კვ.	22,0 კვ.	24,0კვ
მმ.	მმ.	წანაცვლების დენი I მა.				
100	60	2,1	2,5	4,0	5,1	8,2
	80	2,6	3,0	5,5	5,8	8,6
	100	3,0	3,6	6,4	6,9	9,0
150	60	1,2	2,0	3,5	4,6	7,4
	80	1,4	2,4	3,7	4,8	7,7
	100	1,6	2,6	4,0	5,2	8,1

ვიბრაციული დახარისხების შემდგომ ელექტრულ ველში ერთდროული დახარისხებისა და ეფექტურობის დადგენის მიზნით ჩატარდა სათანადო ექსპერიმენტული კვლევები ხახვის, ისპანახის, სუფურის ჭარხლის სათესლე მასალაზე.

ხახვის თესლის ვიბრაციული დახარისხების შემდგომ ელექტრულ ველში ერთდროული დახარისხებისათვის წინასწარ ჩატარებული ექსპერიმენტების ანალიზის შედეგად დახარისხებისათვის შერჩეულ იქნა შემდეგი ტექნიკური პარამეტრები: ვიბრაციულ ბუნკერსა (უარყოფითი ელექტროდი) და

დადებით ელექტროდს შორის მანძილი 100 მმ; დადებით ელექტროდებს შორის მანძილი 80 მმ; ელექტროდებზე მოდებული ძაბვის სიდიდე 20 კვ.

ექსპერიმენტები ჩატარდა ოთხი სხვადასხვა ძაბვის სიდიდის $U=(16,18,20,22\text{კვ})$ შემთხვევაში ყოველი იდენტური ცდის სამჯერადი განმეორებით.

დახარისხების შედეგები მოცემულია ცხრილ 2.16 და 2.17-ში. ხახვის თესლის დახარისხების შედეგად მიღებული ფრაქციების პროცენტული განაწილება ცხრილ 2.16-შია ნაჩვენები. როგორც ცხრილიდან ჩანს დანადგარის ელექტროდებზე მოდებული ძაბვის გადიდებასთან ერთად იზრდება თესლის ნაკადის გადახრა დადებითი ელექტროდისაკენ და შესაბამისად მცირდება თესლის ჩაცვენა III მიმღებ ყუთში.

აქედან გამომდინარე ხახვის თესლის დახარისხებისას ძაბვის ოპტიმალურ მნიშვნელობად მივიღეთ ძაბვის ის სიდიდე (20 კვ), როდესაც შესაბამის მიმღებ ყუთში მოთავსდა დახარისხებული თესლის მაქსიმალური რაოდენობა 83,5 %.

ცხრილში 2.18 მოცემულია ხახვის თესლის საწყისი მასალისა და დახარისხების შედეგად მიღებული III ფრაქციის თესლის ხარისხობრივი მაჩვენებლების შედარებითი სურათი.

ცხრილის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ელექტრული ველით დახარისხების შედეგად გაიზარდა თესლის აღმოცენების უნარი საშუალოდ 15 %-ით და აბსოლუტური მასა საშუალოდ 18,2 %-ით.

ხახვის თესლის დახარისხებისას დანადგარის მწარმოებლობა შეადგენდა 65 კგ/სთ.

ცხრილი 3.16.

ფრაქციები №		თესლის პროცენტული განაწილება მიმღებ კუთხის შორის																	
		I კარიბეი				II კარიბეი				III კარიბეი				IV კარიბეი					
		I	II	III	საშ	I	II	III	საშ	I	II	III	საშ	I	II	III	საშ		
მის მიზარეულები I	8,3	7,8	7,0	7,5	5,5	9,0	5,0	6,5	4,1	4,5	4,6	4,4	6,4	4,2	2,9	4,5			
ფურეშე მიზარეულები II	3,4	4,7	2,4	3,5	1,0	0,3	3,2	1,5	5,4	7,0	7,4	6,6	11,5	8,5	8,5	9,5			
დაბარისებულნი III	79,2	77,4	83,4	80,0	81,5	83,3	85,7	83,0	81,6	83,6	80,8	82,0	77,4	82,0	79,1	79,5			
წერ. მიზარეულები IV	9,1	10,1	7,2	9,0	12,0	7,4	6,1	8,5	8,3	5,5	7,2	7,0	4,7	5,3	9,5	6,5			

თესლის სახე	ძაბუა, კმ.	წონა, კგ.	თესლის სისუფთ. %	აბსოლ. წონა, გრ	აღმოც. უნარი, %	გაღიყ. ენერჯია, %
კონტროლი ფრაქციები: I II III IV	18	5 0,35 0,2 4,0 0,45	100 7,5 3,5 80,0 9,0	4,35 2,0 2,5 4,9 2,8	70 10 35 78 20	70 10 38 78 20
კონტროლი ფრაქციები: I II III IV	20		100 6,5 1,5 83,5 8,5	4,35 1,5 2,8 6,5 3,0	70 9 30 83 12	70 9 30 83 12
კონტროლი ფრაქციები: I II III IV	22	5 0,22 0,33 4,1 0,35	100 4,4 6,6 82,0 7,0	4,35 1,9 2,0 5,0 2,0	70 9,4 22 80 15	69 9 30 80 15
კონტროლი ფრაქციები: I II III IV	24	5 0,22 0,48 4,0 0,3	100 4,5 9,5 79,5 6,5	4,35 1,4 3,0 4,8 2,7	70 8,7 28 77 18	68 8,5 29 77 18

№	საწყისი მასალა		III ფრაქცია			მატება	
	თესლის აბსოლ. წონა. გრ.	აღმოც. უნარი %	გამო- საე- ლია- ნობა %	აბ- სოლ. წონა. გრ.	აღმოც უნარი %	აბსო ლ. წონა %	აღმოც უნარი %
1	4,35	68	80,0		78	13,7	14,7
2.	4,35	68	83,5	4,95	80	26,4	17,6
3.	4,35	68	82,0	5,5	70	19,5	16,1
4.	4,35	68	79,5	5,2 4,9	77	12,6	13,2

ისპანახის თესლის ელექტრულ ველში ვიბრობუნკერის შემდგომი დახარისხებისას ექსპერიმენტის საფუძველზე შერჩეულ იქნა ელექტრული ველის წარმოქმნის შემდეგი ტექნიკური პარამეტრები: დადებით ელექტროდებს (სადენებს) შორის მანძილი 60 მმ; დადებით და უარყოფით ელექტროდებს შორის მანძილი 150 მმ; დადგინდა მაღალი ძაბვის სიდიდის მნიშვნელობა $U=20$ ვ, რომელიც უზრუნველყოფს თესლის ნაკადის მაქსიმალურ გაშლას და შესაბამის მიმღებ ყუთში ხარისხიანი თესლის მაქსიმალური რაოდენობის მიღებას.

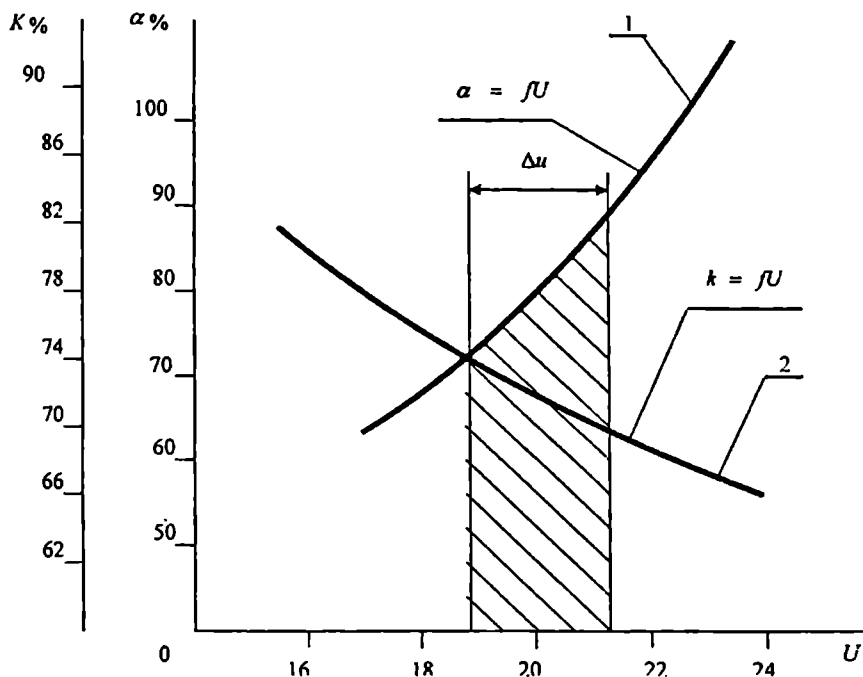
ცხრილში 2.19. მოცემულია ისპანახის თესლის ელექტრული ველით დახარისხების შედეგად მიმღებ ბუნკერში თესლის პროცენტული განაწილება. ექსპერიმენტები ჩატარდა ცდების 4-ჯერადი განმეორებით.

ფრაქცია №	თეხლის პროცენტული განაწილება მიწებ ქუთაის შროის															
	I კარიანი			II კარიანი			III კარიანი			IV კარიანი						
	I	II	III	საშ	I	II	III	საშ	I	II	III	საშ	I	II	III	საშ
მის. მიწარეები I	6,6	9,0	7,2	7,6	7,2	4,6	9,2	7,0	5,2	4,0	3,4	4,2	4,9	4,8	4,1	4,6
ფშუტე მინარეები II	4,9	3,8	3,0	3,9	4,4	4,2	4,9	4,5	5,0	5,3	3,2	4,5	5,1	5,3	5,8	5,4
ქაჩარხებულები III	82	73,2	74,3	76,5	80	78,9	76,6	78,5	84,3	79,2	76,5	80,0	80,5	76,2	82,1	79,6
წერ. მიწარეები IV	6,5	14,0	15,5	12,0	8,4	12,3	9,3	10,0	5,5	11,5	16,9	11,3	9,5	13,7	8,0	10,4

ცხრილი 2.20

თესლის სახე	ძაბეა, კმ	წონა, კგ	თესლის სისუფთ. %	აბსოლ. წონა, გრ	აღმრც. უნარი, %	გაღვ. ენერგია, %
კონტროლი ფრაქციები:	15	5	100	9,8	70	10
I		0,38	7,6	3,2	25	26
II		0,22	3,9	2,5	20	25
III		3,8	76,5	11,0	89	85
IV		0,6	12,0	4,5	19	20
კონტროლი ფრაქციები:	18	5	100	9,8	70	70
I		0,35	7,0	3,4	28	29
II		0,22	4,5	3,0	72	74
III		3,93	78,5	12,5	86	87
IV		0,5	10,0	5,0	20	30
კონტროლი ფრაქციები:	20	5	100	9,8	70	70
I		0,2	4,2	2,5	30	30
II		0,22	4,5	3,5	77	77
III		4,0	80,0	13,5	89	89
IV		0,58	11,3	5,5	15	25
კონტროლი ფრაქციები:	22	5	100	98	70	70
I		0,25	4,6	3,6	29	29
II		0,27	5,4	2,8	74	74
III		3,98	79,6	11,5	85	86
IV		0,5	10,4	4,5	20	25

ექსპერიმენტების შედეგად მიღებული მონაცემების (ცხრ.2.19 და 2.20) საფუძველზე აგებულ იქნა ერთი მხრივ თესლის აღმოცენებასა და ძაბვას შორის, მეორე მხრივ მიმღებ ყუთში თესლის განაწილებასა და ძაბვას შორის დამოკიდებულების მრუდები. სურ 2.6.(1.2.)



სურ. 2.6. ძაბვის დამოკიდებულება დახარისხებული თესლის პროცენტულ რაოდენობასთან $k\%$ და აღმოცენების უნართან $\alpha\%$.

გრაფიკული გამოსახულებიდან (სურ.2.6.1) ჩანს, რომ ძაბვის სიდიდის გაზრდით იზრდება თესლის აღმოცენე-

ბის უნარი. ე.ი. რაც მეტია ძაბვა, მით მეტი რაოდენობით გამოიყოფა დაბალი აბსოლუტური წონისა და დაკარგული აღმოცენების უნარის მქონე თესლის ნაწილაკები (ფშუტე თესლები). მაგრამ როგორც გამოსახული მრუდი გვიჩვენებს, ელექტროდებზე მიერთებული ძაბვის გაზრდით თესლის განაწილება შესაბამის III მიმღებ ყუთში კლებულობს (სურ.2.6.2). ჩვენ კი დამხარისხებულ დანადგარს ვუყენებთ პირობას, რომ დახარისხება მაშინ არის ეფექტური, როცა III მიმღებ ყუთში მოგროვდება დახარისხებული თესლის არანაკლებ 75-84%. ე.ი. ისპანახის თესლისათვის დახარისხების ოპტიმალურ ძაბვას წარმოადგენს 19-21 კვ. (Δ სიდიდე). ამ მონაცემთში თესლის აღმოცენებაც მაღალია, III მიმღებ ყუთში მოგროვილი თესლის რაოდენობამ შეადგინა 80%.

ცხრილი 2. 21.

№	საწყისი მასალა		III ფრაქცია			მატება	
	თესლის აბსოლ. წონა.გრ.	აღმოც. უნარი %	გამოსა ელიანობა %	აბსოლ. წონა. გრ.	აღმოც უნარი %	აბსოლ. წონა %	აღმოც უნარი %
1	9,8	70	76,5	11	79	12,2	12,8
2.	9,8	70	78,5	11,5	78	17,3	11,4
3.	9,8	70	80,0	11,8	80	20,4	14,2
4.	9,8	70	79,6	12,0	82	22,4	17,1

ცხრილში 2. 21-ში მოცემულია ისპანახის თესლის საწყისი მასალისა და დახარისხების შედეგად მიღებული III ფრაქციის თესლის ხარისხობრივი მანყენებლების შედარებითი სურათი.

ცხრილის მონაცემებიდან გამომდინარე ისპანახის თესლის ელექტრული ველით საბოლოოდ დახარისხების

შემდეგ გაიზარდა ხარისხის მაჩვენებლები: აბსოლუტური მასა 18,1 %-ით და აღმოცენების უნარი 13,8 %-ით. ისპანახის თესლის დახარისხებისას დანადგარის მწარმოებლობა შეადგენდა 50 კგ-ს.

სუფურის ჭარხლის თესლის დახარისხების ექსპერიმენტები ჩატარდა ძაბვის ოთხ სხვადასხვა რეჟიმზე (18, 20, 22, 24) კვ. ელექტროდამხარისხებელი მოწყობილობის დადებით ელექტროდებს შორის მანძილი იყო 65 მმ, ხოლო დადებით და უარყოფით ელექტროდებს შორის მანძილი კი 150 მმ.

ექსპერიმენტის შედეგები აბსოლუტურ მასაზე და აღმოცენებაზე მოცემულია ცხრილში 2. 22.

ცხრილი 2.22

თესლის სახე	ძაბვა, კვ	წონა, კგ	თესლის სისუფთ. %	აბსოლ. მასა, გრ	აღმოც. უნარი, %	გალივ. ენერგია %	
კონტროლი ფრაქციები:	18	I	5	100	14,8	68	68
		II	0,22	4,5	4,0	32	32
		III	0,18	3,5	4,8	40	40
		IV	3,92	78,5	15,5	76	80
კონტროლი ფრაქციები:	20	I	5	100	14,8	68	68
		II	0,13	2,5	3,5	35	35
		III	0,2	4,0	4,0	40	40
		IV	4,02	80,5	16,5	78	79
კონტროლი ფრაქციები:	22	I	5	100	15,5	68	68
		II	0,22	4,5	2,5	38	38
		III	0,2	4,0	3,6	45	45
		IV	4,08	81,5	17,8	80	80
კონტროლი ფრაქციები:	24	I	5	100	15,0	68	68
		II	0,15	3,0	3,0	40	40
		III	0,32	6,5	4,5	52	52
		IV	4,0	80,0	17,2	79	79
კონტროლი ფრაქციები:	24	I	5	100	15,0	68	68
		II	0,15	3,0	3,0	40	40
		III	0,32	6,5	4,5	52	52
		IV	4,0	80,0	17,2	79	79

ცხრილში 2.23. მოცემულია სუფრის ჭარხლის თესლის დახარისხების შედეგად მიღებული ფრაქციების პროცენტული განაწილება. მოცემული ცხრილების ანალიზი გეიჩვენებს, რომ სუფრის ჭარხლის თესლის ელექტრულ ველში საბოლოო დახარისხების ოპტიმალურ ძაბვად უნდა ჩაითვალოს 22კვ, რადგან შესაბამის ძაბვაზე დახარისხებისას სათესლე მასალის დახარისხების სიზუსტე აღმოჩნდა 81,5 %.

ცხრილ 2. 24-ში მოცემულია სუფრის ჭარხლის თესლის საწყისი მასალა და ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული III ფრაქციის თესლის ხარისხობრივი მაჩვენებლების შედარება. ცხრილის ანალიზი გეინვენებს, რომ ელექტრულ ველში დახარისხების შედეგად თესლის საშუალო აბსოლუტური მასა 28,9 %-ით, აღმოცენების უნარი 20,35 %-ით გაიზარდა. დანადგარის წარმადობა შეადგენდა 58 კგ/სთ.

ცხრილი 2. 24

№	საწყისი მასალა		III ფრაქცია			მაჩება	
	თესლის აბსოლ. წონა.გრ.	აღმოც. უნარი %	გამოსაე ლიანობა %	აბსოლ. წონა. გრ.	აღმოც უნარი %	აბსოლ. წონა %	აღმოც უნარი %
1	14,8	65	78,5	15,5	75,6	6,8	16,9
2.	14,8	65	80,5	16,5	77,0	11,4	20,0
3.	14,8	65	81,5	17,8	80,0	16,2	23,0
4.	14,8	65	80,0	17,2	78,0	20,2	21,5

თავი 3. კომბინირებული დანახარისხებელი დანადგარის ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტიანობის ანგარიში

კომბინირებული დანადგარის ეკონომიური ეფექტიანობის დასადგენად საჭიროა გაკეთდეს მისი და უკვე არსებული დანახარისხებელი დანადგარის ეკონომიური მახასიათებლების ანალიზი; განისაზღვროს დასახარისხებელი პროდუქციის თვითღირებულება და ეკონომიური ეფექტიანობის მაჩვენებლები ახალი და ბაზისური დანადგარისათვის.

ახალი ტექნოლოგიური პროცესის ეკონომიური ეფექტიანობა განისაზღვრება მისი გავლენით წარმოების შედეგებზე, რომელიც წარმოადგენს მოგების ნაზარდს, მოსავლიანობის, პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესების, სამუშაო ძალის დანახარჯებისა და პროდუქციის თვითღირებულების შემცირების ხარჯზე.

ჩვენს შემთხვევაში შესადარებელ ობიექტად არჩეულია უნივერსალური დანახარისხებელი დანადგარი CY-01.

ცხრილში 3.1 დანადგარების შედარებისათვის მოცემულია არსებული და ექსპერიმენტული ვიბრაციული დანახარისხებელი დანადგარის ტექნიკო-ეკონომიური მაჩვენებლები.

ჩვენს ქვეყანაში მოხმარებული ძირითადი ბოსტნეული კულტურების თესლის რაოდენობა მოცემულია ცხრილ 3.2-ში მონაცემები აღებულია 1980-1990-იან წლებში არსებული მეთესლეობის სახელმწიფო ინსპექციის მონაცემებისა და დღევანდელ გლეხურ და ფერმერულ მეურნეობებში არსებული მონაცემების შეჯერების საფუძველზე.

აღმოჩნდა, რომ საქართველოში ბოსტნეული კულტურების ნათესებისათვის ყოველწლიურად მოიხმარება 170ტ. თესლი და საშუალოდ 1 კგ-ის ფასი შეადგენს 10 ლარს. თესლის დახარისხებაზე დანახარისხებულების შედარებითი დანახარჯები მოცემულია ცხრილში 3.3.

№	მაჩვენებლები	ზომის ერთეული	მანქანის სახე	
			ბაზისური	კომბინირ. დანადგარი
1.	საერთო ღირებულება	ლარი	1000	200
2.	მოთხოვნილი სიმძლავრე	კვტ	2.5	0.15
3.	მწარმოებლობა I სთ - უი	კგ	100	50
4.	მიმსახ. პერსონ. რაოდ.	კაცი	1	1
5.	დღიური ანაზღაურება დარიცხვით	ლარი	6	6
6.	სეზონური დატვირთვა	საათი	150	300
7.	I კვტ ელექტროენერჯიის ღირებულება	ლარი	0.17	0.17
8.	საამორტიზაციო ანარიცხების წლიური ნორმა	%	10	10
9.	ანარიცხების ნორმა რემონტზე, ტექნიკურ მომსახურებაზე და შენახვაზე	%	10.8	10.8
10	დახარისხებული თესლის აღმოცენების ზრდა	%	5	10

ცხრილი 3.2.

	კულტურის დასახელება	წლიური გამოსაე. კგ - ში	1 კგ. თესლის ფასი ლარ.	თანხა 1000 ლარში
1	ხახვი	25000	14,0	350
2	ქინძი	15000	3,0	45.5
3	ჭარხალი	7000	8,0	56.0
4	ისპანახი	20400	12,0	244.8
5	კიტრი	8000	5,0	40.0
6	კომბოსტო	5000	18.50	92.5
7	ბოლოკი	12000	8,0	96
8	პომიდორი	5000	10,0	50.0
9	სხვა დანარჩენი	72600	7,0	508.2
	სულ საშუალო ფასი	170		1482.5
	3%	5,1 ტ	10,0	74.125
	სულ			5,1·10=51

ცხრილი 3.3.

№	მაჩვენებლები	ზომის ერთეული	მანქანის სახე	
			ბაზისური	კომბინირ. დანადგარი
1.	ამორტიზ. და რემონტი 1 წლის განმავლობაში	ლარი	132,0	41,6
2.	ამორტიზაცია 1სთ-ში	ლარი	0,88	0,014
3.	ამორტიზაცია 170 ტ-ზე	ლარი	1496	47,6
4.	შრომითი დანახარჯები 170ტ - ზე	კაც/სთ	1700	3400
5.	შრომის ანაზღაურება 170 ტ - ზე	ლარი	1020	17000
6.	ელექტროენერგ. ღირებ.	ლარი	7225	1445
7.	საერთო დანახარჯები 170 ტ-ზე	ლარი	18921	18492,6
8.	თესლის ღირებულების დანაკარგები 3% 5100 კგ 10 ლ	ლარი	8500	
	სულ	ლარი	69921	18492,6
	მთლიანი ეკონომია 170-ზე	ლარი		51428,4
	1 ტონაზე	ლარი		550
	1 ტონაზე პიდაპირი დანახარჯების ფასი (18921-18492,6):170	ლარი		302,52
		ლარი		2 ლ52თ

კომბინირებული დამხარისხებელი დანადგარის გამოყენება ბაზისურთან შედარებით იძლევა წლიურ ეკონომიას 1 ტონაზე:

1. დანადგარის მთლიანო ეკონომია ერთ ტონაზე შეადგენს 305,04ლ.

2. ელექტროენერგიის 2,3 კვტ/სთ.

ძირითადი დასკვნები

ვიბრაციული კომბინირებული დამხარისხებელი დანადგარით ბოსტნეული კულტურების სათესლე მასალის დახარისხების პროცესის და შედეგების, თვით დანადგარის მუშაობისა და სათესლე მასალის დახარისხების თეორიული საფუძვლების შესწავლა და ანალიზი საშუალებას გვაძლევს გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. დამუშავებულია ბოსტნეული კულტურების თესლის ექსპერიმენტული კომბინირებული დამხარისხებელი დანადგარები:
 - ა) ელექტრომაგნიტური ვიბროამძრავისა და მაღალი ძაბვის ელექტრული ველის კომბინაციის ბაზაზე მომუშავე დამხარისხებელი დანადგარი.
 - ბ) ელექტრომექანიკური ვიბროამძრავისა და მაღალი ძაბვის ელექტრული ველის კომბინაციის ბაზაზე მომუშავე დამხარისხებელი დანადგარი.
2. მეცნიერული სიახლის თვალსაზრისით შექმნილია ახალი, ელექტრომაგნიტური ვიბროამგზნებით მომუშავე ვიბრაციული ბუნკერი მექანიკური რხევების მისაღებად, რომლის გამოყენებაც შესაძლებელია სოფლის მეურნეობის, მედიცინის და მრეწველობის სხვადასხვა სფეროში. მისი კონსტრუქცია დაცულია გამოგონებაზე “საქპატენტის” მიერ გაცემული პატენტით №3903, 2006 წელი.
3. რეზონანსულ რეჟიმში მომუშავე ელექტრომაგნიტური და ელექტრომექანიკური ვიბროამგზნებები საშუალებას იძლევიან ქსელიდან მოთხოვნილი სიმძლავრე $P=0,15$ კვტ შემცირდეს $P=0,09$ კვტ-მდე, რაც იწვევს დანადგარის ენერგეტიკული მაჩვენებლების – მარგი ქმედების კოეფიციენტის და სიმძლავრის კოეფიციენტის გაზრდას. იზრდება დანადგარის ეკონომიკური ეფექტიანობა.
4. ექსპერიმენტული კვლევის შედეგების საფუძველზე დადგინდა იქნა ვიბრაციული დამხარისხებელი ბუნკერებით და მაღალი ძაბვის ელექტრულ ველში სხვადასხვა ბოსტნეული კულტურების (ხახვი, ისპა-

ნახი, სუფრის ჭარხალი) თესლების მეორადი დახარისხების ელექტურობა და ოპტიმალური რეჟიმები:

– ელექტრომაგნიტური ვიბროამგზნების რხევის ამპლიტუდის საწყისი – $A=4,5$ მმ და საბოლოო $A=2,9$ მმ და დახარისხების t დროის სიდიდეები ქსელის მუდმივი სიხშირის პირობებ – ელექტრომექანიკური ვიბროაციული ბუნკერის სხვადასხვა რხევის სიხშირის (იცვლებოდა ძაბვის სიდიდე) მიხედვით მუდმივი ამპლიტუდის – $A=4,5$ მმ-ის პირობებში.

– მაღალი ძაბვის ელექტრული ველის წარმომქმნელი ძაბვის $U=20-22$ კვტ. ცვლილების პირობებში.

5. ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული ბუნკერი მაღალი ძაბვის ელექტრული ველით სათესლე მასალის დახარისხების შედეგები გვიჩვენებს, რომ მეორადი დახარისხების შემდეგ დახარისხების სიზუსტემ 10-15% - ით მოიმატა. ხახვის თესლის დახარისხების სიზუსტემ საკონტროლო მასალასთან შედერებით შეადგინა 83,5%, ისპანახისამ – 80% და სუფრის ჭარხლისამ – 81,5%. ამავე დროს, თესლზე ელექტრული ველის მასტიმულირებელი გავლენის გამო გაუმჯობესდა მისი ბიოლოგიური პოტენციალი: ხახვის აღმოცენების უნარი გაიზარდა 15,4%-ით, ისპანახის 12,8%-ით და სუფრის ჭარხლის 25,6%-ით; დანადგარის მწარმოებლობამ შეადგინა საშუალოდ 60 კგ/სთ.
6. კვლევის საფუძველზე მიღებული შედეგები საშუალებას გვაძლევს დამხარისხებელი დანადგარის გამოყენებით მნიშვნელოვანი სამსახური გაუწიოთ გლეხურ და წერილფერმერულ მეურნეობებს ბოსტნეული კულტურების დამხარისხებელი მაღალხარისხიანი თესლის მიღებისა და მის საფუძველზე, უხვი მოსავლის მიღების საქმეში. ამასთანავე დანადგარი მეტად პრაქტიკული, მცირეგაბარიტებიანი და იოლად გადასატანი დამხარისხებელი საშუალებაა.
7. დანადგარის ტექნიკურ-ეკონომიური ანგარიშის საფუძველზე შეიძლება ითქვას, რომ ბაზისურ დანადგართან შედარებით იგი იძლევა ეკონომიას, რომელიც წარმოადგენს მოგების ნაზარდს, პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესების, სამუშაო ძალის დანახარჯებისა

და პროდუქციის თვითღირებულების შემცირების ხარჯზე წლიური ეკონომია 1ტ. თესლზე შეადგენს 305,04. ლარს.

8. ბოსტნეული კულტურების თესლის დამხარისხებელი დანადგარით მრავალწლიანიექსპერიმენტული მუშაობის შედეგებისა და პრაქტიკული გამოცდილების ანალიზი საშუალებას გვაძლევს, რეკომენდაცია გაუწიოთ ზემოთაღნიშნული მეთოდებით ბოსტნეული კულტურების თესლის დახარისხებას, როგორც მაღალხარისხოვანი სათესლე მასალის მიღების ეფექტურ საშუალებას.

ბამოყენებული ლიტერატურა

1. Артоболевский И. И. – О машинах вибрационного действия, 1960г.
2. Артоболевский И. И. – Земледельческая механика и её современные проблемы–«Механизация и Электрофикация Социалического сельского хозяйства». 1966, № 11.
3. Автоматическая загрузка технологических машин. Справочник Москва «Машиностроение» 1990.
4. Автоматическая загрузка технологических машин. Справочник Москва «Машиностроение» 1999.
5. Азиев К. Г., Блонская А. П. и другие – Влияние электрического поля на посевные и урожайные качества пшеницы – Тр. Челябинского ин – та механизации и Электрофикации сельского хозяйства, вып. 22, 1965.
6. Бушуев Н. М. – Семеочистительные машины – Машгиз, Москва 1962.
7. Блехман И.И. – Исследование процесса виброразделения и вибротранспортировки – Инженерный сборник. 1952. Т. X.
8. Басов А. М. , Изаков Ф.Я. – Очистка и сортировка семян в электрическом поле труды ЧМЭСХ вып. 7. Челябинск 1959.
9. Большая Советская Энциклопедия.
10. Блехман И.И., Джанелидзе Г.Ю. Вибрационные перемещение. М., Наука. 1964.
11. Быховский И. И. Основы теории вибрационной техники. М., Машгиз 1969.
12. Блехман И.И., Хайнман Н – О теории разделения сипуших смесей. – Известия АН СССР. Механика и Машиностроение, 1965, №5.
13. Басов А. М. и другие – Электрзерноочистительные машины, М., 1968.
14. Брумберг Р.М. – Метод определения скорости безотривного движения частицы по летку инерционного транспортёра с продальными колебаниями – в КИ.

- Вибрационная техника, М., НИИ инфстройдоркоммунмаш, 1966.
15. Басов А. М., Агрономова В. А. – Теоретические исследования положения зерна и времени его полёта при движении в межелектродном пространстве электрического поля. Труды ЧИМЭСХ, вып. 1963.
 16. Басов А. М., Изаков Ф.Я. – Электрическое поле высокого напряжения повышает всхожесть семян – «Наука и передовой опыт в сельском хозяйстве», № 2. 1964.
 17. Басов А. М., Изаков Ф.Я. – Диелектрическая проницаемость зерна и её влияние на сепарацию. Труды ЧИМЭСХ, вып. 7, Челябинск, 1959.
 18. Басов А. М., Изаков Ф.Я. – Применение электрического поля для сортировки и стимуляции семян. В. сб «Вопросы семеноведства семеноводения и контролю – семенного дела». Киев Изд – во «Урожай», 1964.
 19. Василенко А.А. – Машина для сортировки зерна по удальному весу. а.с. № 185148.
 20. Васильев С. А. – .Машины для очистки и сортировки семян. М., Машгиз, 1960, ст. 42.
 21. Вибрационные процессы и машины – Т.И Москва «Машиностроение» 1981.
 22. Вибрации в технике, вибрационные процессы и машины, М., «Машиностроение», Том 4, 1981.
 23. Василенко П. М. – Некоторые вопросы теории вибрационных процессов. Ж «Механизация и Электрофикация с\х» № 3 1962
 24. Волик Р. Н., Некоторые теоритические вопросы взаимодействия вертикальных вибрации на слой зерного материала. Труды научной конференции по проблеме сепарирования зерна, вып. 42, М., 1966.
 25. Вибрации в технике: Справочник. В6 – ти Т. М., Машиностроение. 1981. Т.И. Вибрационные прцессы и машины. 1981.

26. Гладков Н. Г. – Сепарирование семян по свойствам их поверхностей. Труды ВИСХМ, Москва 1959.
27. Гладков Н. Г. – Зерноочистительные машины. М., Машгаз, 1961.
28. Гончаревич И. Ф., Бурьев Н.Б., Талейсник М. А. – Вибрационная техника в пищевой промышленности. Москва 1977.
29. Гортинский В. В., Демский А. Б., Борискин М. А., Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях. М., «Колос», 1973.
30. Гольдин А. В., Плисс Д. А. – Экспериментальное определение параметров плоских частиц при вибросепарации и виброперемешании. Производственно – технический бюлетень, № 5, 1973.
31. Гончаревич И.Ф., Земсков В.Д и другие – Вибрационные грохоты и конвейеры М., Госгортехиздат, 1960.
32. Гордеев А. М., Шешнев В. Б. – Электричество в жизни растений. Москва, 1963 г.
33. Гортинский В. В., Домский А. Б. и др. – Процессы сепарирования на зерно – перерабатывающих предприятиях. Москва, 1973.
34. Дидебулидзе К.А, Берозашвили Г.В, Бурчуладзе А.С., Ксоврели Р. – Виброустановка, СССР № 394100, Б.И. № 34,1974.
35. Дубровский А.А. – Вибрационная техника в сельском хозяйстве. М., «Машиностроение» 1968.
36. Денкин Г. Г. – Электрические и магнитные методы сепарации. Изд – во «Наука», 1965.
37. Джонсон Г.В. – Электростатическое сепарирование и его развитие в свете 40 – ой истории патентов.
38. Дидебулидзе А. К., Ксоврели Р. И., Джавахишвили Г. А. к вопросу повышения энергетических показателей однофазного возвратно – поступительного вибратора. 'Вопросы совершенствования технических средств механизации и электрификации'. – Тбилиси, ГАУ, 1995. ст. 93 – 98.

39. Евдокимов В.Ф. – Исследование технологического процесса работы цилиндрической триера с осевыми колебаниями. Кандидат дисерт., 1964.
40. Жгулев А.С. – Конструкции вибрационных грохотов, обеспечивающие интенсификацию процесса грохочения – обогащение руд, 1975, № 2.
41. Зенков Р.Л. – Механика насыпки грузов. М., Машгиз, 1962.
42. Заика П. М. – Направленность колебаний решат вибрационной зерноочистительной машины, Ж, «Механизация и Электрофикация сельского хозяйства», №2, 1962.
43. Зонов Б. Д. – Исследование процесса просевания на вибрационных решетках. Механизация сельскохозяйственного производства. Труды, выпуск 35. Челябинск 1968.
44. Иориш Ю. И. – Измерение вибрации. Машгиз М. 1960.
45. Ижик Н. К. – Половая всхожесть семян. Изд – во «урожай», Киев, 1976.
46. Изаков Ф. Я. – Исследование сортировки семян в электрическом поле коронного разряда. Кандидатская дисерт. Челябинск, 1965.
47. Изаков Ф. Я., Блонская А. П. – Влияние параметров предпосевной обработки семян на развитие растений и урожайность. «Механизация и Электрофикация Социалистического сельского хозяйства», № 2, 1965.
48. Коява Р.Ш. – Исследование движение частицы чая в межэлектродном пространстве. сб. научн. тр. ГРУЗНИИМСХ 1989.
49. Кулагин М. С. – Механизация очистки, сушки и сортирования зерна и семян. М., «Наука», 1985.
50. Листопад Г.Е. – Основы теории вибрационного зерноочистительного грохота, Труды ВСХИ, Т.Х. 1960.
51. Листопад Г. Е. – Вибросепарация зерновых смесей. Волгоград 1963.

52. Лейкин Я. И. – К решению проблемы сортирования сыпучих смесей Сб. «Механика и расчёт машин вибрационного типа» 1960.
53. Листопад Г. Е. – Основные факторы, определяющие процесс вибросепарации зерновых смесей. Труды ВСХИ, т. х. 1960.
54. Листопад Г. Е. – Основные факторы, определяющие процесс вибросепарации. Волгоград, 1963.
55. Листопад Г. Е. – Скорость перераспределения частиц зерновом слое. Волгоград, 1963.
56. Левитский Н. И. – Теория механизмов и машин. М., «Наука», 1990.
57. Машины для вибрационного разделения сыпучих смесей. Вибрационные процессы и машины. Том 4, М., «Машиностроение», 1981.
58. Мйсурян Н. А. – Биологические основы сортирования семян по удельному весу. Труды ТСХА, Вып. 37, 1947.
59. Матвеев В. П., Рубцов М. И. – Овощеводство. Москва «Колос» 1985.
60. Муравьева М. П. – Физико – механические свойства семян и плодов сорных растений. М., СЕЛХОЗГИЗ, 1959.
61. Машины для послеуборочной поточной обработки Издательство «Машиностроение».
62. Малкин Д. Д. – Теория и проектирование вибропитателей и вибротранспортеров. М., ЦБТИ Мосгорсовнархоза, 1959.
63. Мухин В. Д. – Подготовка семян овощных культур к посеву. Москва «Колос», 1978.
64. Непомнящий Е. А. – Математическое описание кинетики процесса сепарирования сыпучих материалов. Труды ВНИИЗ, М., 1967. вып. 61 – 62.
65. Олофинский Н. Ф. – Электрические методы обогащения. М., Госгортехиздат, 1962.
66. Повидайло В. А. – Расчёт и конструирование вибрационных питателей. М., Машгиз, 1962.

67. Повидайло В. А., Шигель В. А. – Конструкция и расчёт вибрационных бункерных питателей с гиперболоидным решатчатым торсионом. Автоматизация производственных процессов в машино и приборостроении. Изд – во Львовского ун – та, 1972, вып. 12.
68. Повидайло В. А. – Пути совершенствования вибрационных бункерных питателей. Автоматизация производственных процессов в машино и приборостроении. Львов: ви́шая школа, 1979. вып. 18.
69. Плаксин И. Н. и другие – Сепарация тонкодисперсных материалов, 1966.
70. Полькин С. И., Обогащения руд и рاسبей редких металлов, 1967.
71. Плисс Д.А. – Разделяющая способность вибрационного сепаратора. Труды Гипронинеметаллоруд, М., Стройиздат 1973, вып. 6.
72. Потураев В. Н., Червоненко В. П., Равишин В. П. – семян. Промышленные испытания грохота с резонирующими ленточно струпными ситами – Горный журнал, 1976 № 3.
73. Реферат – Новые эффективные машины для послеуборочной обработки семян. США, т. 8, № 7, 1960.
74. Соседов Н.И., Швецова В. А. – Определение влажности отдельных зерен. Труды ВНИИЗ, вып. 25, 1963.
75. Силин Р.Н. – Влияние упругих свойств изделия на режим транспор-тирования в вибрационных питателях. Автоматизация произ-водственных процессов в машиностроении и приборостроении. Изд – во Львовского ун – та, 1972, вып. 12.
76. Сканова Г. И. – Физика диелектриков, т – л. Гостехиздат, 1954.
77. Справочник по семеноводство, 1959.
78. Тиц З. Л., Анискин В. И. и др. Машины для послеуборочной поточной обработки семян. Издательство Машиностроение, М., 1967.

79. Ульрих – Методы агрономической оценки эффективности машинного сортирования семян. ТрудыВИМ. т. 30, М., 1961.
80. Фармаковский И.М. – Электровибрационные машины института «Механобр». Применение вибротехники в горном деле, ИГДАН СССР, Госгортехиздат, 1960.
81. Хармонд Д. Ж., Клеин Л., Бранденбург – Машины для очистки и сортировки семян. М., Машгаз 1960.
82. Хармонд Д.Ж. и другие Очистка и сортировка семян. М., Москва 1963.
83. Хармонг И. Н. – Очистка семян электростатической сепарации. Англя, 1961.
84. Шербина В. С. – Предпосевная подготовка посев. Харьков 1978.
85. Шмигел В. Н., Окулов В. А. – Предпосевная обработка семян на решатной электрозерновой машине. «Техника в сельском хозяйстве», № 4, 1965.
86. Шмигель – Способ определения диэлектрической проницаемости эллипсоидальной частицы. Авторское свидетельство. бюлетен изобретения № 8, 1961.
87. Экономическая Эффективность новых с. х. машин. М., МашГиз, 1961.
88. Яворошенко Н. Е. – Электронная сепарация семян пшеницы. Вестник с.х. науки № 8, 1965.
89. ბეროზაშვილი გ. ვ. – ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული მანქანები სახალხო მეურნეობაში. თბილისი, საბჭოთა საქართველო, 1986 წ.
90. დიდებულიძე ა., ქსოველი რ., მაჭავარიანი კ., ჯავახიშვილი გ. – ფხვიერი მასალების ტრანსპორტირება ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული მექანიზმების გამოყენებით. აგრარული მეცნიერების პრობლემები. სამეცნიერო შრომათა კრებული, თბილისი, სსაუ, 2006წ.
91. დიდებულიძე ა. კ., წულაძე ი. შ. – ელექტრომოწყობილობის ექს-პლუატაცია. თბილისი, საქართველოს სსი, 1991. გვ. 91.

92. მაჭავარიანი კ. – ფხვიერი სასოფლო – სამეურნეო პროდუქტების მართვადი ელექტრომაგნიტური ვიბროამგზნებით დოზირება. საკანდიდატო დისერტაცია, თბილისი, 1999.
93. მჭედლიძე მ. – ელექტრულ ველში ბოსტნეული მცენარეების თესლის დამატებითი დახარისხება. აგრარული მეცნიერების პრობლემები. სსსსუ, 2006. ტ. XXXIV
94. ნინოშვილი ბ. – ერთტაქტიანი ელექტრომაგნიტური ვიბრატორი შემაგნიტებით. “ტექნიკური ინფორმაცია”, № 3, 1970 წ.
95. ქსოვრელი რ., მჭედლიძე მ., ქსოვრელი ნ. ვიბრაციული დანადგარი ბოსტნეული თესლების დასახარისხებლად. აგრარული მეცნიერების პრობლემები. სამეცნიერო შრომათა კრებული, ტ. XXXIV, თბილისი, 2005წ.
96. ქსოვრელი რ., მჭედლიძე მ., მიდელაშვილი ე., ქსოვრელი ნ. – ვიბრაციული დამხარისხებელი დანადგარი. საპატენტო სიგელი გამოგონებაზე № 3903; თბილისი, 2006წ.
97. ქსოვრელი რ., მიდელაშვილი ე., ქსოვრელი ნ. – ერთტაქტიანი ვიბროამგზნები. სსსსუ, აგრარული მეცნიერების პრობლემები. ტ. XXIX , თბილისი 2001წ.
98. ქაფიანიძე ტ. – ბოსტნეული კულტურების თესლის ელექტროგვირ-გვინულ ველში დახარისხების მეთოდები. საკანდიდატო დისერტაცია. 1974წ.
99. ქაფიანიძე ტ. – მაღალი ძაბვის ელექტრულ ველში ბოსტნეული კულტურების თესლის დახარისხების საკითხების გამოკვლევა.
100. ქსოვრელი რ., მჭედლიძე მ. – ბოსტნეული კულტურების თესლის კომბინირებული დამხარისხებელი. აგრარული მეცნიერებების პრობლემები. სამეცნიერო შრომათა კრებული, ტ. XXXIV, თბილისი, 2006წ.
101. ქერქაძე შ. – მშრალი ჩაის დახარისხების პროცესში ელექტრო ველის გამოყენების გამოკვლევა. საკანდიდატო დისერტაცია. თბილისი, 1963წ.
102. ქსოვრელი რ., დიდებულიძე ა., მიდელაშვილი ე., ქსოვრელი ზ. – ვიბრაციული მოწყობილობა. საქართვე-

ლოს პატენტი 2082 გამოგონებაზე 20002082 , 02 10
2000.

103. ხეინგია მ. ვ. – მექანიკური რხევების გამოყენებითი თეორიის საფუძვლები და მანქანათა დინამიკა. თბილისი, “განათლება”, 1981. გვ. 456.
104. De cock H. G. – “ vibratory feeders” Philips Technical Rev. 1962 – 63, 24.
105. Redford A. H., Boothzoyd G. – Vibratory feeding – the institution of Mechanical Engineers. 1968. Proceedings 1967 – 68. Vol. 182 Part 1.

სარჩევი

შესავალი	31
თავი I. ბოსტნეული კულტურების თესლის დამხარისხებელ დანადგარების თეორიული და კონსტრუქციული გადაწყვეტა	5
1.1 ექსპერიმენტული ელექტრომაგნიტური და ელექტრომექანიკური ვიბრაციული დამხარისხებელი დანადგარების ტექნიკური შესრულების დასაბუთება და აღწერა	7
1.2. ვიბრაციული დამხარისხებელი მოწყობილობის ანგარიში	23
1.3 ბოსტნეული კულტურების თესლის კომბინირებული დამხარისხებელი დანადგარის კონსტრუქციული ანალიზი.....	30
1.4 ბოსტნეული კულტურების სათესლე მასალის ფიზიკომექანიკური თვისებების გამოკვლევა	36
1.5. ელექტრულ ველში დასახარისხებელი თესლის მოძრაობის ტრაექტორიის გამოკვლევა	40
თავი 2. თესლის დახარისხების ექსპერიმენტული გამოკვლევის მეთოდისა, ექსპერიმენტების შედეგები და მათი ანალიზი	48
2.1: ელექტრომაგნიტური და ელექტრომექანიკური ვიბრაციული დანადგარებით სათესლე მასალის დახარისხების ექსპერიმენტული გამოკვლევა	48
2.2 ვიბრობუნკერით დახარისხებული თესლის მაღალი ძაბვის ელექტრული ველში მეორადი დახარისხების ექსპერიმენტული გამოკვლევა და მისი შედეგების ანალიზი	68
თავი 3. კომბინირებული დამხარისხებელი დანადგარის ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტიანობის ანგარიში	84
ძირითადი დასკვნები	88
გამოყენებული ლიტერატურა	91