

ნიადაგმცოდნეობა

**ხიდური აგრეგატის აძვრით ფრეზის მუშაობის ზოგიერთი
თავისებურებების გავლენა ნიადაგის თესვის წინა დამუშავებაზე**

რანი ჭაბუკიანი

rani.chabukiani@atsu.edu.ge

თემურ ლეშკაშელი

temur.Leshkasheli@atsu.edu.ge

ლუხუმ ჭელიძე

lukhum.tchelidze@atsu.edu.ge

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ქუთაისი, საქართველო

ნაშრომში ნაჩვენებია ხა-ის აძვრით როტაციული ფრეზის გამოცდის შედეგები და ლიტერატურულ წყაროებში არსებული ნიადაგის დამუშავებისას მიღებული ზოგიერთი შედეგების კრიტიკული შეფასება. მოტანილია ნიადაგისათვის დამახასიათებელი თვისებების განმარტება, ფიზიკური შინაარსი და მათი დინამიკა, რომელიც ზოგიერთ შემთხვევაში არ ემთხვევა მათზე ტრადიციულ მეცნიერულ შეხედულებას. განხილულია სახნავი ფართის მნიშვნელობა ადამიანისათვის, რომელიც გასული საუკუნის 80-იან წლებისათვის შემცირდა 20 მილ.კმ²-ით, რომელიც 1,5-ჯერ მეტია ვიდრე დღეისათვის კაცობრიობის სამსახურში არსებული 14,34 მილ. კმ² ფართზე). ასევე განხილულია ნიადაგების ფიზიკო-მექანიკური თვისებები ფრეზით ნიადაგის დამუშავებასთან შედარებით და ექსპერიმენტალური კვლევის შედეგების ანალიზი.

საკვანძო სიტყვები: ხიდური აგრეგატი, (ხა); ფიზიკო-მექანიკური თვისებები, ძალურ-ენერგეტიკული დანახარჯები; დინამიკური მოდული; ნიადაგის სიმკვრივე, ტენიანობა, ხვედრითი მასა, ფრიქციული თვისებები, წებოვნება, დაფესვიანება, გოლაპირებული რხევა დემფერული რხევა და სხვა.

ზოგადად ბოსტნეული კულტურების მოვლა-მოყვანის სამუშაოები მძიმეა, მოუხერხებელი და გარდა ზოგიერთი ოპერაციებისა ძნელად ემორჩილება მექანიზაციის გამოყენებას, რის გამოც დომინირებს საკმაოდ მძიმე ხელით შრომა.

ამ კულტურების წარმოების ინტენსიფიკაციის გაზრდის მიზნით, მეურნეობრიობის თანამედროვე პირობებში, მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ მექანიზაციის საშუალებების ენერგოეფაროდ ე.წ. ხიდური აგრეგატის (ხა) გამოყენება, რომელიც მოემსახურება საშუალო და მცირეკონტურიან და-

ხურულ ან ღია გრუნტზე ბოსტნეულისა და სხვა დაბალღეროიანი კულტურების მოვლა-მოყვანის სამუშაოებს (სეზონზე ნიადაგის მრავალჯერადი დამუშავება, მორწყვა, სასუქის შეტანა და ა.შ.). იგი მნიშვნელოვნად შეამცირებს ოპერაციების ჩატარების აგროვადებს, რაც საჭიროა საქართველოში კლიმატური პირობების მკვეთრად შეცვლის პირობებში, უზრუნველყოფილი იქნეს სეზონზე რამდენიმე მოსავლის მიღება.

ხიდური ენერგოუზრუნველყოფის პირობებში ნიადაგდამამუშავებელ მანქანებს სატრაქტორო აგრეგატებთან განსხვავებით ექმნებად მუშაობის სპეციფიკური პირობები (დაკიდებული მდგომარეობა). შესაბამისად საჭიროდ მივიჩნიეთ ამ პროცესის მეცნიერული შესწავლა და ანალიზი.

როგორც ექსპერიმენტალურმა კვლევამ გვიჩვენა, ხა-ის ფრეზის ძალურ-ენერგეტიკული დანახარჯები 60-70% დამოკიდებულია ნიადაგის ტიპზე, რომლის დამუშავება სწარმოებს დინამიკური მოდულიდან . ნიადაგი - მიწის ზედა ნაყოფიერი ზედაპირი, შედგება სხვადასხვა ზომის მკვრივი მინერალური ნაწილებისაგან, რომლებიც ბუნებით არიან ორგანული წარმონაქმნი (ჰუმუსი). ნიადაგი ამასთანავე ითვლება მცენარეთა არა მარტო აღმოცენების ადგილად, არამედ განთავსების ადგილადაც. ეს ნიადაგები ხა-ის შემთხვევაში განტვირთულია სატრაქტორო აგრეგატის საბურავების მავნე გავლენისაგან და ინარჩუნებს ნორმალურ ფიზიკო-მექანიკურ თვისებებს, რაც დადებითად მოქმედებს მცენარის ზრდა-განვითარებაზე. თუმცა ნიადაგების მრავალფეროვნება და სხვადასხვა ფაქტორები უარყოფითად მოქმედებენ მისი დამუშავების ხარისხზე, ართულებენ და აუარესებენ როგორც მის აგროფიზიკურ, ასევე მექანიკურ მახასიათებლებს და სტრუქტურას. ეს უკანასკნელი წარმოადგენს ნიადაგის ბელტების სახეს რომლის ზომებია 10-22 მმ-მდე და უფრო მცირეც. ნიადაგის სტრუქტურა დამოკიდებულია ორგანული ნაწილაკების რაოდენობაზე, მცენარეული ნარჩენებზე, ცოცხალი ორგანიზმების რაოდენობაზე, კლიმატზე და ა.შ.). ნიადაგის სტრუქტურაზე მოქმედებს მისი გრანურირებული შემადგენლობა ანუ %-ული შეფარდება მინერალურ და თიხნარ მასას შორის (ლემკაშელი 2021).

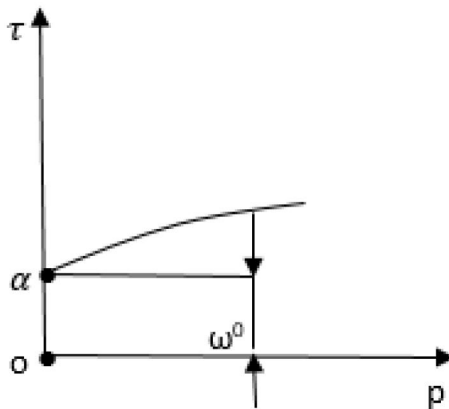
ნიადაგის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანესი შემადგენელია მისი სიმკვრივე (მასა ერთეულ მოცულობაში, (გრ/სმ³) და რომლის ზრდამ უკანასკნელ პერიოდში, განსაკუთრებით 90-იან წლებში თითქმის 20%-ით შეამცირა მარცვლეული კულტურების მოსავლიანობა მსოფლიო მასშტაბში. (ამ ფაქტორის ძირითადი მიზეზი აღმოჩნდა ნიადაგის გამკვრივება ტრაქტორების სავალი ნაწილების ხშირი შეხების გამო).

ნიადაგის მაღალი სიმკვრივე უარყოფითად მოქმედებს მცენარის ფესვთა სისტემის განვითარებაზე, რომელიც იცვლება ფართო დიაპაზონში

რ. ჭაბუკიანი, თ. ლეშკაშელი, ლ. ჭელიძე

0,9-1.6 გრ/სმ³, ზოგიერთი ნიადაგისათვის იგი შეადგენს 16-18გრ/სმ³

ნიადაგის მნიშვნელოვანი თვისებაა სიმკვრივე, რომელიც ახასიათებს მანქანური დატვირთვების მიმართ წინააღმდეგობის გაწევის უნარს ჭრავზე, რაც სიმკვრივის ძირითადი მაჩვენებელია. სიმკვრივესთან კავშირშია მისი წინააღმდეგობა კუმშვაზე, რომელიც მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტით წარმოადგენს აღმავალ მრუდს. (იხ. ნახ.1) როგორც ნახაზიდან ჩანს.



ნახ.1. ნიადაგის წინააღმდეგობის ცვალებადობა, ნიადაგის ძირითად დამუშავებაზე.

$$\tau = c + p \operatorname{tg} \mu \quad (1)$$

სადაც : c - ნიადაგის შეხებითი ნაწილაკები;
 T - არის ნიადაგის ნაწილაკების წინაღობა, კპა;
 P - ნორმალური დატვირთვა კპა-ში;
 μ - ნიადაგის შინაგანი ხახუნის კუთხე.

ტენიანობა ნიადაგის მნიშვნელოვანი პარამეტრია, რომელიც განისაზღვრება ნიადაგის ერთეულ მოცულობაში წყლის რაოდენობით. მინერალურ ნიადაგებში ტენიანობა შეადგენს 4-20% -მდე და დამოკიდებულია კლიმატზე; გარდა ამისა მორწყვა ნორმის მიხედვით აკეთილშობილებს ნიადაგის სტრუქტურას.

ნიადაგის მექანიკური თვისებები მის მდგომარეობიდან გამომდინარე იცვლება ფართო დიაპაზონში. იმისათვის, რომ მოვიღოთ მექანიკური სიმტკიცის გამოსახულება საჭიროა (1) ფორმულა გავყოთ P დატვირთვაზე, მაშინ ჩაჭიდების კოეფიციენტი.

$$\varphi_h = \frac{\tau}{p} + \frac{c}{p} + tg\mu \quad (2)$$

ნიადაგის დამუშავების დროს მნიშვნელოვან წინააღმდეგობას უწევს სამუშაო ორგანოებს ე.წ. დაქვიანება, რომელიც შეიძლება იყოს ოთხი სახის 0,5%; 0,5-5%; 5-10% და >10%-ზე;

ნიადაგები შეიძლება იყოს „ფიზიკური თიხნარი“ (ნაწილაკების ზომა < 10 მიკრ;) „ფიზიკური სილა“ (ნაწილაკები < 10 მიკრ) ნიადაგები ასეთი ფრაქციების შემადგენლობით შესაბამისად იყოფა 4 ჯგუფად: თიხა, თიხნარი, ქვიშა, ქვიშნარი.

იმისათვის, რომ შემცირდეს ენერგია და დანახარჯები ნიადაგის დამუშავებაზე ხა-ით უზრუნველყოფის შემთხვევაში, საჭიროა ვიცოდეთ ნიადაგის სიმტკიცის ზღვრები სხვადასხვა დატვირთვების შემთხვევაში; უნდა აღინიშნოს რომ ნიადაგის სტრუქტურის დამანგრეველი წინააღმდეგობა სხვადასხვა დეფორმაციებისას ბოლომდე შესწავლილი არაა. თუმცა ზოგიერთი ნიადაგებისათვის (მაგალითად თიხნარებისათვის) სიმტკიცის ზღვარი გაჭიმვაზე შეადგენს 5-6 კპა; ძვრის დეფორმაციაზე-10-12 კპა, ხოლო კუმშვის დეფორმაციაზე -65-68კპა. აქედან ჩანს რომ მინიმალური ენერგოდანახარჯები გვაქვს გაჭიმვის დეფორმაციის დროს.

მნიშვნელოვანია ნიადაგის ფრიქციული თვისებები-ანუ სრიალის წინააღმდეგობა, სხვანაირად ხახუნის ძალა; ამ უკანასკნელზე დახარჯული მაქსიმალური ძალა იანგარიშება **ამონტონის** (1699) ფორმულით (კლიონინი-ნი, საკუნდი 1990)

$$F_{\text{გვ}} = fN = Nftg\varphi \quad (3)$$

სადაც, N - ნორმალური დაწნევა, ნ; $f\varphi$ შესაბამისად ხახუნის კოეფიციენტი და ხახუნის კუთხე; საორიენტაციო გაანგარიშებებში მიღებულია $f = 0.5$; $\varphi = 26^{\circ}..30^{\circ}$, ფრიქციულ თვისებებზე ენერგიის დანახარჯი ნიადაგის მექანიკურია დამუშავებისას და შეადგენს 30-დან 50%-მდე.

ნიადაგის წებოვნობა არის თვისება მიეწებოს მანქანების ნაწილების და შეაფერხოს ტექნოლოგიური პროცესი. სრიალის წინააღმდეგობა მიწებების დროს განისაზღვრება ტოლობით (კლიონინი ... 1986)

$$T = P_0S + PNS \quad (4)$$

P_0 - მხები წევის ძალის (ხვედრითი წინააღმდეგობის)კოეფიციენტი, პა.

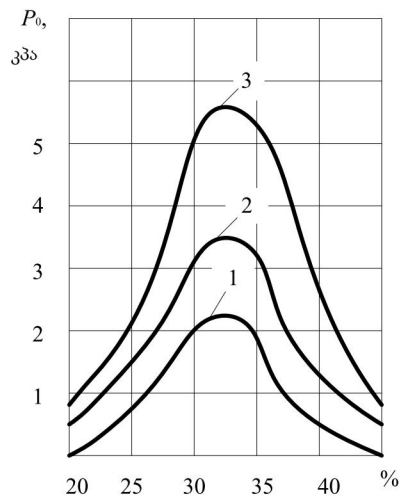
P - ხვედრითი მიწებების სიდიდე ნორმალური დაწნევის დროს, $1/\text{მ}^2$;

S - საკონტაქტო ფართი, მ^2

N - ნორმალური დაწნევის ძალა. ნ

თუ შევადარებთ ბოლო ორ გამოსახულებას ერთმანეთს დავასკვნით,

რომ შეწებება და ხახუნი ერთმანეთისგან განსხვავდება შეხების საკონტაქტო ფართობით, ხოლო წებოვნობა დამოკიდებულია ნიადაგის დისპერსიულობაზე (მექანიკურ შემადგენლობაზე) ტენიანობაზე. დისპერსიულობის ზრდით ნიადაგის წებოვნება იზრდება აგრეთვე სამუშაო იარაღის მასალის ზედაპირზე (იხ.ნახ.2). აბსოლუტური ტენიანობის მქონე ნიადაგებში ნიადაგის იარაღზე მიკვრის (მიწებების) საშიშროება მაშინ წარმოიშობა, როცა ხახუნისა და მიკვრის ერთობლივი ძალა P_0 მეტი აღმოჩნდება ზღვარზე. ნახაზზე ნაჩვენებია მრუდები შეესაბამება ფოლადისაგან (1) კაპრონისაგან (2) და ფტოროპლასტის (3) დამზადებული იარაღებს.



ნახ. 2. იარაღზე ნიადაგის სიმკვრივის ძალის P_0 დამოკიდებულება ტენიანობისაგან %-ში.

ნიადაგი ერთი შეხედვით, ინფორმაციას არ გვაწვდის მაგრამ იგი, როგორც დავრწმუნდით ურთულესი შემადგენლობისაა; სწორედ ამაზე მეტყველებს ისეთი დამატებითი თვისებები როგორებიცაა; პლასტიკურობა, დრეკადობა, სიბლანტე და მსხვრევადობა; საინტერესოა აგრეთვე ნიადაგის თვისება მცენარის სხვადასხვა მიკრო და მსხვილი ფესვებით გაჯერებულობაზე, სხვადასხვა სიმაღლეზე, რაც ძალიან უშლის ხელს ნიადაგის დამუშავების ტექნოლოგიურ პროცესს; სწორედ ასეთი ნიადაგების ტიპებს მიეკნთვნებოდა ჩვენს მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტის ქვეშ არსებული ფართი, როგორც ნასვენი ნიადაგი; მასზე როტაციული ფრეზის გამოცდამ გამოაშკარავა, რომ ამ ნიადაგების ხვედრითი წინაღობა 3-ჯერ და მეტჯერ აღემატება ძველმოხნულ ნიადაგების წინაღობას, ერთი და იგივე ტენიანობისა და მექანიკური შემადგენლობის შემთხვევაში. შემჩნეული იქნა

ისიც რომ ხსენებული წინაღობა დამუშავების სიღრმის ზრდის შემთხვევაში კი არ იზრდება-არამედ მცირდება. საინტერესოა აგრეთვე ისიც, რომ კორტი- ბალახიანი ზედაპირი დაფესვიანებული ნიადაგების სიმტკიცის ზღვარი გაჭიმვაზე მცირდება დამუშავების სიღრმის ზრდის შემთხვევაში გარდა აღნიშნულისა ფრეზირებამ დაგვანახა რომ დამუშავების სიღრმის ზრდასთან ერთად მცირდება ფრეზის ვიბრაცია, რომელიც ერთ-ერთი სერიოზული პრობლემაა ხა-ის გამოყენების შემთხვევაში.

ასეთი ნიადაგების დაფესვიანების ხარისხი, მერყეობს ფართო ზღვრებში: ყამირზე 18.....39ბრ/დმ³ , 24....ბრ/დმ³ , მრავალწლიანი ბალახების ფონზე ორწლიანი სარგებლობის შემთხვევაში - - 4,5....8ბრ/დმ³-სმ-მდე და ა.შ.

ცნობილია, რომ დაფესვიანებული ნიადაგებიდან გამოწვეული მანქანების ცვეთა ხვნის პროცესში 1 ჰა-ზე სხვადასხვა ნიადაგებისათვის შეადგენს 2.....30 გრ. ზოგ შემთხვევაში კი 100-400 მდე გრ, როგორც კვლევებმა აჩვენებს ასეთ ნიადაგებში მდიდარია ფიზიკური მტვრით კვარცით, ყველაზე მაგარი მინერალური ნაერთებით და ა.შ.

დასკვნა: ცდების ჩატარების დროს ადგილი ჰქონდა რხევების იშვიათ შემთხვევის ე.წ. გოლაპირებულ რხევებს, რომელიც ჩვენის აზრით განპირობებულია ფრეზის თავისუფალი დაკიდებით ხიდური ამძრავის ენერგეტიკულ მოდულზე. ტექნოლოგიური პროცესის (ხვნის ხარისხის) გაუმჯობესების მიზნით ჩვენ შეგნებულად არ შევამცირედ ვიბრაციები მთლიანად, რადგან იგი, განსაზღვრული დოზით ხელს უწყობს ნიადაგის დაქუცმაცების მაღალ ხარისხს, რაც ბოსტნეული კულტურების ზრდა განვითარებისათვის უაღესად მნიშვნელოვანია.

ლიტერატურა

- ლეშკაშელი, თ. 2021. *მობილური ხიდური აგრეგატის ძალურ-ენერგეტიკული პარამეტრების გამოკვლევა დაბალღეროიანი კულტურების წარმოების ინტენსიფიკაციის მიზნით*. დისერტაცია აგრარულ მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორის ხარისხის მოსაპოვებლად. ქუთაისი.
- კლიონინი, რ.მ., საკუნი, ვ.ა. 1990. *სასოფლო სამეურნეო და სამელიორაციო მანქანები*. მოსკოვი: „კოლოსი“.
- სკოტნიკოვი, ვ.ა, მაშენსკი, მ.ა, სორონსკი, ა.ს. 1986. *ტრაქტორებისა და ავტომობილების თეორია და გაანგარიშების საფუძვლები*, მოსკოვი: „აგროპრომისდატ“.

The effect of some features of the operation of the bridging aggregate's rotary plow on the pre-sowing treatment of soil

Rani chabukiani

rani.chabukiani@atsu.edu.ge

Temur Leshkasheli

temur.Leshkasheli@atsu.edu.ge

Lukhum Tchelidze

lukhum.tchelidze@atsu.edu.ge

Akaki Tsereteli state university

Kutaisi, Georgia

The article presents the results test of the bridging aggregate's rotary plow and a critical assessment of some of the results available in literary sources on soil treatment. The definition of soil characteristics, their physical content and dynamics, which in some cases do not coincide with the traditional scientific view of them, are provided. The article also discusses the importance of arable land for humans, which had been decreased by 20 mln.km² by the 1980s, which is 1.5 times more than the 14.34 mln km² area). The physico-mechanical properties of soils in comparison with soil treatment with rotary plow and the analysis of the results of experimental studies are also discussed.

Keywords: bridging aggregate (BA); physico-mechanical properties; power and energy costs; dynamic module; soil density; humidity; specific weight; frictional properties; stickiness; rooting; galloping oscillation; damping oscillation.

It is well known that vegetable crops tending and growing operations are very complex, and except for some operations, they are not easily amenable to use of mechanization, due to which pretty heavy manual labor is predominant.

With a view to increasing the intensification of the production of these crops, in modern farming conditions, we have considered it useful to use the so-called bridge assembly (BA) as an energy source of mechanical means, which will serve the tending and growing operations of vegetables and other low-stem crops on the medium and small-contoured closed or open ground (frequent tillage over the season, watering, fertilization, etc.). It will significantly reduce agrotechnical terms required for operations, which is necessary to ensure a few harvests per season under conditions of abrupt climate change in Georgia.

In the conditions of bridging energy supply, the specific operating conditions

(suspended state) are ensured for the tillage machines, in contrast to tractor units. Therefore, it is necessary to provide scientific study and analysis of this process.

As shown by experimental studies, 60-70% of power and energy costs of the bridging aggregate's (BA) rotary plow depend on the type of soil, the processing of which is carried out from the dynamic module. Soil is the upper fertile surface of earth, which consists of dense mineral parts of different sizes, which are the organic formations (humus) in nature. At the same time, soil is considered not only the place of germination of plants, but also the place of their placement. In the case of BA, these soils are freed from the harmful effects of the tires of the tractor unit and maintain normal physical and mechanical properties, which positively affects the growth and development of the plant. However, the variety of soils and various factors have a negative effect on the quality of its processing, complicating and worsening both its agrophysical and mechanical characteristics and structure. The latter is a type of soil lumps whose dimensions are up to 10-22 mm and smaller. The soil structure depends on the number of organic particles, plant residues, the number of living organisms, climate, etc.). The structure of the soil is affected by its granular composition, that is, the percentage ratio between mineral and clay masses.

One of the most important components of soil is its density (the mass per unit volume, (g/cm³) and its increase in the recent period, especially in the 1990s, led to a significant reduction in grain yield by almost 20% worldwide. (The main reason for this factor was the compaction of soil by tractors due to frequent contact of the running gear).

The high density of soil has a negative effect on the development of the plant's root system, which varies in a wide range of 0.9-1.6 g/cm³, for some soils it varies between 16 and 18 g/cm³.

An important property of soil is the strength, which describes the ability to withstand mechanical loads in cutting, which is the main indicator of density. Density is related to its resistance to compression, which, according to numerous experiments, is an upward curve.

$$\tau = c + p \tan \mu \quad (1)$$

where c - soil particles;
 τ - soil particles resistance, kPa;
 P - normal pressure, kPa;
 μ - angle of internal friction of soil.

Moisture is an important parameter of soil, which is determined by the amount of water present in per unit volume of soil. Moisture in mineral soils is 4-20% and depends on the climate; in addition, regular irrigation enriches the soil structure.

The mechanical properties of soil vary widely depending on its condition. In order to obtain the mechanical strength expression, it is necessary to divide the formula (1) by the load P, then the coefficient of traction

$$\varphi_h = \frac{\tau}{p} + \frac{c}{p} + \operatorname{tg}\mu \quad (2)$$

During soil cultivation, the so-called fossilization, which can be of four types 0.5%; 0.5-5%; at 5-10% and >10%;

Soils can be a “physical loam” (particle size < 10 micron) and a “physical sand” (particles < 10 micron). Soils with a composition of such kind of fractions are divided into 4 groups: clay, loam, sand, sandy light soil.

In order to reduce the energy and costs of soil treatment when using the BA, it is necessary to know the strength limits of soil in the case of different loads; it should be noted that the destructive resistance of the soil structure during various deformations has not been fully studied. However, for some soils (for example, loams), the strength limit for tensile deformation is 5-6 kPa; for shear deformation - 10-12 kPa, and for compression deformation - 65-68 kPa. This shows that we have the minimum expenditure of energy during tensile deformation.

The frictional properties of the soil are of high importance, that is, the resistance to sliding, in other words, the force of friction; the maximum force spent on the latter is calculated by the Amonton's (1699) formula.

$$F_{\text{ფრ}} = fN = Nf \operatorname{tg}\varphi \quad (3)$$

where N - normal pressure, N; $f\varphi$ - respectively, friction factor and friction angle; after approximate calculations, we obtained $f = 0.5$; $\varphi = 30^\circ$, the energy costs for the frictional properties during mechanical tillage vary from 30 to 50%.

The stickiness of soil is the ability to adhere to the machine parts and hinder the technological process. The sliding resistance during the sticking is determined by the equation

$$T = P_0 S + P N S \quad (4)$$

P_0 - coefficient of tangential traction effort (specific resistance), Pa.

P - the magnitude of specific stickiness at normal pressure, 1/m²;

S - contact area, m²;

N - normal pressure force, N.

If we compare the last two expressions, we can conclude that adhesion and friction differ one from the other in the contact area, and stickiness depends on the dispersion (mechanical composition) of soil and moisture. With the increase in dispersion, the stickiness of soil to the surface of the working tool material also

increases. In soils with absolute humidity, the danger of soil sticking to the tool (soils) occurs when the combined force of friction and adhesion P_0 exceeds the limit. The curves shown in Figure correspond to tools made of steel (1), caprone (2) and fluoroplast (3).

At first glance, soil does not provide us with information, but as we have been convinced, it is of the most complex composition; this is what the additional features such as plasticity, ductility, viscosity and brittleness suggest.

It is known that machine wear caused by rooted soils in the process of plowing is 2.....30 g per 1 ha for different soils, in some cases it is up to 100-400 g. As studies have shown, such soils are rich in physical dust, quartz, the hardest mineral compounds , etc.