

მანქანათმშენებლობა

ეფექტური ინოვაციური სახნავი საშუალება - გუთანი

რანი ჭაბუკიანი

rani.chabukiani@atsu.edu.ge

ისიდორე კაჭახიძე

isidore.kachakhidze@atsu.edu.ge

ალექსანდრე ლომიძე

aleksandre.lomidze@atsu.edu.ge

თემურ ლეშაკაშელი

temur.leshakasheli@atsu.edu.ge

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ქუთაისი, საქართველო

DOI: <https://doi.org/10.52340/atsu.2025.1.25.17>

მიმოხილულია ნიადაგის მნიშვნელოვანი დამახასიათებელი პარამეტრები, საქართველოში და მსგავს ქვეყნებში არსებული ნიადაგების და მათი ხვნის პროცესის თავისებურებები, ფერდობებზე და უსწორმასწორო ზედაპირის მქონე ნიადაგებზე სერიული გუთნების გამოყენების შემთხვევაში არსებული ნაკლოვანებები, რომელთა გამოსწორების მიზნით შემოთავაზებულია, უფრო ეფექტური ინოვაციური სახნავი საშუალება (გუთან) სტაბილური ხვნის სიღრმით, რაც გააუმჯობესებს ნიადაგის დამუშავების ხარისხს და გაზრდის მის მოსავლიანობას.

საკვანძო სიტყვები: უსწორმასწორო ნიადაგი, გუთან, ბერკეტი, ზამბარა, სტაბილური ხვნის სიღრმე.

სპეციალურ ლიტერატურაში ნიადაგი განმარტებულია, როგორც ერთგვაროვანი მასა ანუ ე. წ. სამფაზიანი დისპერსიული დისკრეტული სივრცე, რომელიც შედგება დაქუცმაცებულ მდგომარეობაში ერთმანეთში არეული მაგარი, თხევადი და აიროვანი ნაწილაკებისაგან (ურუმაძე 2020, 13-67). იგი შეიცავს მცენარეების ნარჩენებს (ფესვებს, ღეროებს) და ცოცხალ ორგანიზმებს მცენარეული და ცხოველური ნარჩენების სახით. მიკროორგანიზმები იხსნება წყალში და წარმოადგენს საკვებს მცენარეთა განვითარებისათვის, მათი მინერალური კვებისათვის. ამასთან ერთად, წარმოქმნილი ჰუმუსი დადებით გავლენას ახდენს ნიადაგის დამუშავების ტექნოლოგიურ პროცესებზე (სამადალაშვილი 2017, 38).

ნიადაგებისათვის დამახასიათებელი პარამეტრებიდან ჩვენთვის ყველაზემნიშვნელოვანია მისი სიმკვრივე (მასის ფარდობა მოცულობასთან, გრ/სმ³), რომლის მიხედვითაც ნიადაგის დამუშავების დროს იგი უნდა იყოს ზღვრებში 0,9-1,6 გრ/სმ³. ამ პარამეტრების მიხედვით გვხვდება

20-ზე მეტი ტიპის ნიადაგი და ისინი ყველა არის გავრცელებული საქართველოს ტერიტორიაზე. საქართველო, როგორც ახალგაზრდა ვულკანური მთების ქვეყანა, მრავალფეროვანია რელიეფისა და ნიადაგის სტრუქტურის მიხედვით. აქ მოყვანილი აგროპროდუქტები გამოირჩევა განსაკუთრებული გენური და გემოვნური თვისებებით, რაც გამოწვეულია მრავალფეროვანი სახის ნიადაგებიდან კვებით. საქართველოში გავრცელებული სასოფლო სამეურნეო სავარგულების შემადგენლობა გამოირჩევა დაქვიანებით, ზედაპირების კი დახრით, დასერილობით, დადარულობით, რომლებიც განსხვავებულია როგორც გრძივი, ისე განივი მიმართულებით (მაგალითად, თუ სახნავი ზედაპირის დახრის კუთხე $\alpha > 14-15^\circ$ -ზე, მაშინ ასეთ შემთხვევაში ნიადაგი უნდა დამუშავდეს საბრუნო გუთნით ფერდობის გარდიგარდმო (განივი მიმართულებით), ხოლო როცა $\alpha < 14^\circ$ - ზემოდან ქვემოთ ან პირიქით (Зеленый 2017, 60), და, რაც მთავარია, სხვადასხვა სინუსოიდალობით, რომელთა დამუშავების ტექნოლოგია და დამუშავების წესები მოითხოვს განსაკუთრებულ მრავალმხრივ მიდგომას და ცოდნას. აღნიშნულის ნიადაგების ეფექტური ხვნის მიზნით, აუცილებელია შეიქმნას ისეთი სახნავი საშუალება, რომელიც უზრუნველყოფს თანაბარ სიღრმეზე ხვნის პროცესს.

იმისათვის რომ არ მოხდეს სასარგებლო ბაქტერიების მოკვდინება, ნიადაგის დამუშავების ხარისხის მიხედვით ხვნის (ოპტიმალური) სიღრმე მარცვლეული კულტურებისათვის შეადგენს 18-20 სმ (სამადალაშვილი 2017). ამ სიღრმით ხვნა ჩვენი ქვეყნის და ანალოგიური ნიადაგებისათვის შეუძლებელია მისი სინუსოიდალობისა და მთაგორიანი სახნავების სხვადასხვა წინააღმდეგობის გამო, რაც ზემოთაც იყო აღნიშნული.

სერიული (სტანდარტული) გუთანა ვერ უზრუნველყოფს თანაბარ სიღრმეზე ხვნას. ამიტომ საჭიროა მსგავსი გუთანები აღიჭურვოს მარტივი კონსტრუქციის ისეთი ტექნიკური მოწყობილობით, რომელიც უკეთ მოერგება (შეეგუება) გარემომცველ პირობათა ერთობლიობას - ანტურაჟს და ამასთანავე შენარჩუნებული იქნება მანქანის მუშაუნარიანობა და საიმედოობა.

შემოთავაზებული კონსტრუქცია ეხება მრავალფეროვანი (არანაკლებ სამი ფრთისა) საბრუნო გუთნის, კორპუსების დაზამბარებას, რომლის ძირითადი მიზანია ფართობზე ხვნის სიღრმისა და დამუშავების მაღალი ხარისხის მიღწევა. აგროსტანდარტების მოთხოვნების შესაბამისად, ეს ხელს შეუწყობს ამ გზით გუთნის, როგორც სასოფლო-სამეურნეო მანქანის, ეფექტურობის, ხანგამძლეობისა და საიმედოობის გაზრდას.

ხვნის პროცესში სერიული გუთნის კორპუსის ფრთა (ტანი) მოძრაობის დროს შეუძლებელია, ნიადაგში აღმოჩნდეს იდეალურად ერთი და იგივე სიღრმეზე. ასეთ შემთხვევაში გუთნის ერთი ფრთა იძლევა ერთ სიღრმეს,

ხოლო სხვა ფრთები კი - განსხვავებულს. შედეგად ხვნის ფსკერი გამოდის ტალღური (ანუ ხვნის სიღრმე არათანაბარი). ზოგჯერ ადგილი აქვს ნაიდაგიდან გუთნის ამოვარდნას, და შედეგად პროცესის გამოტოვებას.

არანაკლებ მნიშვნელობას იძენს აგრეგატის ეკონომიკური მახასიათებლები: აგრეგატის მწარმოებლობა (ჰა/დღეში) და საწვავის ხარჯი (ლ/დღეში). არათანაბარი ხვნა იწვევს ნიადაგის ეროზიას, რაც აუარესებს სამუშაოს აგროეკოლოგიურ მახასიათებლებს და სცემს მოსავლიანობას (Самадалაშვილი 2019, 279).

საჭიროა ყურადღება მიექცეს აგრეთვე გუთნის სიმძიმის ცენტრზე გამავალი ძალის ვექტორის დაშლას ორ მდგანელად, რის გამოც ნიადაგის დამუშავებული ზოლი დახრილია ფერდობის ქვემოთ. შედეგად ეს აუარესებს მანქანურ დამუშავებას თესვის წინა ისეთი პროცესებისათვის, როგორებიცაა კულტივაცია და მოსწორება. ეს ოპერაციები გათვალისწინებულია აგროტექნიკით და უზრუნველყოფს ნიადაგის ზედაპირის იდეალურ მოსწორებას (მოშანდაკებას), რაც იძლევა მაღალი მოსავლიანობის გარანტიას.

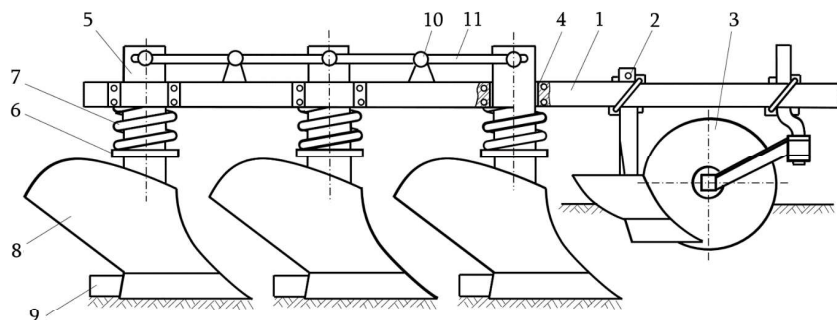
როგორც ცნობილია, სათესელები არის მრავალგვარი, ე.წ. რიგითი, ზოლური, ზუსტი გამოთესვის პნევმატიკური ან ელექტრული მართვით, რომელთა მუშაობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნიადაგის ძირითადი დამუშავების ხარისხიანობა.

ჩვენ მიერ დასმული საკითხის აქტუალობას იზიარებენ ამ სფეროში დასაქმებული სპეციალისტები, ფერმერები და ცნობილი მეცნიერები: ხანთაძე, ივანოვი, მაქსიმოვი, მურუსიძე, პატრენკი და სხვები, თუმცა დღემდე, აღნიშნულ საკითხზე პრაქტიკული რეკომენდაციები და გადაწყვეტის გზები არ არსებობს.

აღნიშნულის მისაღწევად ჩვენ მიერ შემოთავაზებულია, სერიულ გუთანზე შესრულდეს შემდეგი სამუშაოები: მოხდეს გუთნის ყველა ფრთის აშვება და მათი ყელების მოთავსება მიმმართველებში, რომლებიც გუთნის ჩარჩოსთან იქნება მყარ კავშირში. მიმმართველის ქვემოთ - გუთნის ფრთის ყველა მოძრავ ყელზე დაისმება ზამბარა, რომელიც აიძულებს გუთნის ფრთას დააწვეს სახნავ ზედაპირს. გუთნის ფრთაზე გვერდიდან დადგება ხვნის სიღრმის მარეგულირებელი ნიადაგის ზედაპირზე მოსრიალე (მცურავი) დეზი, რომელიც გუთნის ფრთას არ ჩაუშვებს სასურველ სიღრმეზე მეტად. გუთნის ფრთების ზედა ყელები ერთმანეთთან იქნებიან ბერკეტულ-სახსრულ კავშირში. გუთნის იმ ფრთაზე, რომელზეც სახნავი ზედაპირიდან იმოქმედებს მეტი ძალა (ეს მოხდება მაშინ, თუ გუთნის ერთ-ერთი ფრთა იქნება უსწორმასწორო ზედაპირის პიკზე, მეორე კი ჩაღმავებაში), შესაბამისად პირველი ფრთის დეზი დააწვება ნიადაგს მეტად, მეორე კი ნაკლებად, მისი

ზამბარა შეიკუმშება, ბერკეტის მეშვეობით ნამეტ ძალას გადასცემს იმ ფრთას, რომელიც ნაკლებადაა მოდებამი. ეს უზრუნველყოფს სიღრმეთა თანაბარ გადანაწილებას გუთნის ფრთებზე, რის შედეგადაც ზამბარა და ბერკეტები აიძულებს ყველა ფრთას მოხნას თანაბრად. ასეთი მეთოდის გავრცელება სამზე მეტი ფრთიანი გუთნისთვის რთულია, მაგრამ არსებობს გამოსავალი - მრავალფრთიანი გუთანი დავყოთ სექციებად სამ-სამი ფრთით, ხოლო სექციები, ფრთების ანალოგიურად, დავაკავშიროთ სახსრულ-ბერკეტული-ზამბარული კავშირებით. გარდა აღნიშნულისა, ასეთი კონსტრუქცია სწორი რეგულირების ხარჯზე მოგვცემს საწვავის ეკონომიას, ხოლო სექციებად დაყოფა შეამცირებს გუთნის სიგრძეს. აქედან გამომდინარე, გამწე საშუალებაზე შემცირდება გუთნიდან მოქმედი მომენტი (რომელიც წარმოიქმნება როგორც ხვნის პროცესში, ასევე საგზაო პირობებში მოძრაობისას), რის გამოც ის გახდება უფრო მართვადი, მანევრირებადი და ეკონომიური.

შემოთავაზებული გუთნის მუშაობის პრინციპული სქემა წარმოდგენილია 1-ელ სურათზე. გუთანი შეიცავს: ჩარჩოს 1, რომელთანაც რეგულირებად კავშირშია სახნავი ზედაპირის გამასწორებელი (მანივერებელი) ფრთა 2 და ხვნის სიღრმის მარეგულირებელი თვალი 3. იგი მიმმართველების 4 მეშვეობით ასევე უკავშირდება თითოეული გუთნის ფრთის ყელს 5, რომლის საყრდენებზეც 6 ჩამოცმულია ზამბარა 7, გუთნის ფრთების ყელებზე 5 ხისტადაა ასევე დასმული გუთნის ფრთა 8, ხვნის სიღრმის მარეგულირებელი დეზებით 9. გუთნის ფრთების ყელები 5 ერთმანეთთან კავშირშია სახსრებით 10 და ბერკეტებით 11.



სურ. 1. ინოვაციური გუთნის მუშაობის პრინციპული სქემა: 1 - ჩარჩო; 2 - ზედაპირის გამასწორებელი ფრთა; 3 - ხვნის სიღრმის მარეგულირებელი თვალი; 4 - მიმმართველი; 5 - გუთნის ფრთის ყელი; 6 - ზამბარის საყრდენი ყელი; 7 - ზამბარა; 8 - გუთნის ფრთა; 9 - ხვნის სიღრმის მარეგულირებელი დეზი; 10 - სახსარი; 11 - ბერკეტი.

Fig. 1. Innovative plow operation schematic. 1 - frame; 2 - surface smoothing wing; 3 - the plow depth regulating wheel; 4 - guide; 5 - plow wing neck; 6 - spring supporting neck; 7 - spring; 8 - plow wing; 9 - plow depth regulating spur; 10 - joint; 11 - lever.

სახნავი გუთნის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: ხვნის პროცესში როდესაც გუთნის რომელიმე ფრთა 8 შედგება სიმაღლეზე, ამ ფრთის 8 ნიადაგში ჩასვლის სიღრმეს განსაზღვრავს სიღმის მარეგულირებელი დეზი 9 და არ ჩაუშვებს მას დასახულ სიღრმეზე მეტად. შედეგად გუთნის ფრთის ყელი 5 მასზე დასმული ზამბარის საყრდენი ყელის 6 მეშვეობით შეკუმშავს ზამბარას 7 და ასწევს მიმმართველში 4 ზემოთ, შემოაბრუნებს ბერკეტს 11, რომლის მეორე ბოლოც გუთნის იმ ფრთას რომელიც ნაკლებ სიღრმეზეა შესული სახნავ ზედაპირთან აიძულებს დაიწიოს შესაბამისად ქვემოთ მანამ, სანამ ნაკლებ სიღრმეზე მყოფი ფრთის დეზი 9 არ შევა სახნავ ზედაპირში იგივე სიღრმეზე, როგორც პირველი. ასე მოხდება გუთნის ყველა შემდეგი ფრთისთვის მანამ, სანამ ყველა მათგანის ხვნის სიღრმე არ გათანაბრდება.

ლიტერატურა

- ურუშაძე, თ. 2020. აგრონიადაგმცოდნეობა. თბილისი: საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი. მოძიებულია 02. 02.2025.
<https://rustaveli.org.ge/res/docs/0cf87f3f8d35b349790a6210e5aa1285b33cda4fc.pdf>
- სამადალაშვილი, ა., ლომიძე ა., დადუნაშვილი, გ., კაჭახიძე, ი. 2016. „ეროზირებული ნიადაგების ზოლურად სახნავი კომბინირებული მანქანა“ // აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის „მოამბე“ №2(8), 2016, 36-44. მოძიებულია 12.10.2024.
https://atsu.edu.ge/index.php?option=com_content&view=featured&keepThis=true&TB_iframe=true&height=500&width=900.
- სამადალაშვილი, ა., ლომიძე, ა., დადუნაშვილი, გ., კაჭახიძე, ი. 2017. „ნიადაგის ზოლურად სახნავი მუშა ორგანოს ზოგიერთი პარამეტრის განსაზღვრა“ // საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია - სასოფლო-სამეურნეო და სატრანსპორტო მანქანები: განვითარების პერსპექტივები სტანდარტიზაციის და ხარისხის მართვის თანამედროვე მოთხოვნების გათვალისწინებით. შრომების კრებული. ქუთაისი: აწსუ, 21-23 აპრილი, 2017, 17-20.
- Самадалашвили, А.Г., Ломидзе, А. Н., Лешкашели, Т.Н. 2019. «Антиэрозионные комбинированные машины для полосовой обработки почвы и выкапывания корнеплодов» // Международная научно-практическая конференция *Автомобиле и тракторостроение*. Беларусь, Минск: Белорусский Национальный технический университет. Том 1. – 2019, 279-287.

Зеленый, П.В., А. Самадалашвили, А. Ломидзе, И. Дадунашвили. 2017.
«Сварная конструкция рабочего органа полосовой пахотной машины»
// Международная научная конференция *Сельскохозяйственные и
транспортные машины: перспективы развития с учетом современных
требований стандартизации и управления качеством*. сборник трудов.
Кутаиси: ГУАЦ, 21-23 апреля, 2017, 60-63.

Mechanical Engineering

Efficient innovative tillage tool – a plow

Rani Chabukiani

rani.chabukiani@atsu.edu.ge

Isidore Kachakhidze

sidore.kachakhidze@atsu.edu.ge

Aleksandre Lomidze

aleksandre.lomidze@atsu.edu.ge

Temur Leshkasheli

temur.leshkasheli@atsu.edu.ge

Akaki Tsereteli State University

Kutaisi, Georgia

DOI: <https://doi.org/10.52340/atsu.2025.1.25.17>

The article discusses important soil characteristic parameters, the characteristics of soils in Georgia and similar countries and their plowing process, the shortcomings of using the production plows on slopes and soils with uneven surfaces, for the correction of which, a more effective innovative plowing tool (plow) with a stable tillage depth is proposed, which will improve the quality of soil treatment and increase crop yields.

Keywords: uneven soil, plow, lever, spring; stable tillage depth.

The production (standard) plows cannot provide plowing at an even depth. Therefore, it is necessary to equip such plows with a simple technical device that will better adapt to the set of environmental conditions - the surroundings, while maintaining the efficiency and reliability of the machine.

The proposed design concerns the springing of the bodies of a multi-wing (at least three wings) reversible plow, the main purpose of which is to achieve a high level of plowing depth and processing of the area. In accordance with the requirements of agricultural standards, this will contribute to increasing the efficiency, durability, and reliability of the plow as an agricultural machine.

During the plowing process, it is impossible for the wing of the body of the

production plow to be in the soil at the same depth. In such a case, one wing of the plow provides one depth, and the other wings - a different one. As a result, the bottom of the plow is uneven (that is, the depth of the plow is uneven). Sometimes the plow falls out of the furrow, resulting in a missed turn.

No less important are the economic characteristics of the aggregate: the productivity of the aggregate (ha/day) and fuel consumption (l/day). Uneven plowing causes soil erosion, which worsens the agro-ecological characteristics of the work and reduces crop yields (Samadashvili 2019, 279).

Attention should also be paid to the splitting of the force vector through the center of gravity of the plow into two positions, due to which the cultivated strip of soil is inclined down the slope. As a result, this worsens mechanical soil tillage for the pre-sowing processes such as cultivation and smoothing. These operations are provided by agricultural machinery and provide ideal smoothing (leveling) of the soil surface, which guarantees obtaining high yields.

As is known, seeders are of various types, with the so-called row, strip, and precision seeding pneumatic or electric control, the performance of which is significantly influenced by the quality of the main soil cultivation.

The relevance of the issue we raised is shared by specialists, farmers, and famous scientists working in this field: Khantadze, Ivanov, Maksimov, Murusidze, Patrenk, and others, however, to date, there are no practical recommendations and solutions to this issue.

To achieve this, we propose to perform the following work on a production plow: separate all the plow wings and place their necks in the guides that will be firmly connected to the plow frame. Below the guide, on all the movable necks of the plow wing, a spring will be placed, which will force the plow wing to touch the arable surface. A plow depth regulator, sliding (floating) on the soil surface, will be installed on the side of the plow wing, which will not allow the plow wing to penetrate deeper than the desired depth. The upper necks of the plow wings will be connected to each other in a leverage-hinged connection. The plow wing that will be subjected to a greater force from the arable surface (this will happen if one of the plow wings is at the peak of an uneven surface, and the other is in a depression), respectively, the first wing will press the soil more, and the second less, its spring will compress, transferring the excess force through the lever to the wing that is less hooked. This ensures an even distribution of depths on the plow wings, as a result of which the spring and levers force all wings to plow evenly. It is difficult to spread such a method for plows with more than three wings, but there is a solution - to divide the multi-wing plow into sections

with three wings each and to connect the sections, similarly to the wings, with leverage-hinged-spring connections. In addition to the above, such a design, due to proper adjustment, will save fuel, and the division into sections will reduce the length of the plow. Therefore, the moment acting on haulage equipment from the plow (which occurs both during the plowing process and when moving in road conditions) will be reduced, making it more manageable, maneuverable, and economical.

Figure 1 illustrates the proposed plow schematic. The plow comprises: a frame 1, with which the plow surface smoothing (maneuvering) wing 2 and the plow depth regulating wheel 3 are in adjustable connection. It is also connected through guides 4 to the neck 5 of each plow wing, on the supports 6 of which a spring 7 is mounted, a plow wing 8 is also mounted on the necks 5 of the plow wings, with plow depth regulating spur 9. The necks of the plow wings 5 are interconnected by joints 10 and levers 11.

The principle of operation of the arable plow is as follows: during the plowing process, when any of the plow wings 8 is at a height, the depth of penetration of this wing 8 into the soil is determined by the depth regulating device 9 and does not allow it to penetrate beyond the set depth. As a result, the plow wing's neck 5 compresses the spring 7 through the spring support device 6 placed on it and lifts the guide 4 upwards, turning the lever 11, the other end of which forces the plow wing that has entered the arable surface at a lesser depth to descend accordingly until the wing spur 9 that is at a lesser depth enters the arable surface at the same depth as the first one. This will happen for all subsequent plow wings until the plowing depth of all of them is even.