

შაკ 631.367

## სტრატეგიული კულტურების მორწყვა გაუმჯობესებული, კოინციზრალ მოქმედი დანაწვიმი აბრემატიი

ვ. ნანიტაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

**რეზიუმე:** *ნაშრომში განხილულია ჩაისა და ციტრუსოვანი კულტურების მორწყვის საკითხი, როგორც დიდმნიშვნელოვანი ღონისძიება, რომელიც იძლევა მაღალი და ხარისხიანი მოსავლის მიღების გარანტიას, ორიენტირებულს საექსპორტო პროდუქციის გაზრდაზე.*

*მოცემულია ჩაისა და ციტრუსოვანი კულტურების სარწყავი, დასაწვიმი დანადგარების კონსტრუქციული სქემები, ძირითადი კვანძები და მუშაობის პრინციპები, აგრეთვე ტექნიკური პარამეტრები და მორწყვის ტექნოლოგია.*

**საკვანძო სიტყვები:** *სარწყავი ტექნიკა; ირიგაციული ეროზია; ეკოლოგიური უსაფრთხოება; დაწვიმება.*

### 1. შუსავალი

საქართველოში მეჩაიობა და მეციტრუსეობა ფორმირებულია, როგორც დამოუკიდებელი დარგი სოფლის მეურნეობაში. ქვეყნის მეურნეობის განვითარებაში ამ დარგს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს. როგორც ყურძენი, ისე ჩაი და ციტრუსები ძირითად მიეკუთვნება სტრატეგიულ კულტურებს და წამყვანი ადგილი უკავია სოფლის მეურნეობის მთლიანი, მათ შორის საექსპორტო პროდუქციის წარმოებაში.

საქართველოს ნიადაგურ-კლიმატური პირობები განაპირობებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მორწყვის აუცილებლობას აღმოსავლეთ რაიონებში, რომელიც არასაკმარისი ტენიანობის ზონაშია მოქცეული, ასევე დასავლეთშიც, სადაც,

მიუხედავად ატმოსფერული ნალექების სიჭარბისა, მათი არათანაბარი განაწილების გამო, წლის განმავლობაში შეიგრძნობა ტენის დეფიციტი მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში, ამიტომ ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების მორწყვა, სხვა ტექნოლოგიურ პროცესებთან ერთად, ითვლება მნიშვნელოვან აგროტექნიკურ ღონისძიებად, რომელიც იძლევა მაღალი და ხარისხიანი მოსავლის მიღების გარანტიას, ორიენტირებულს საექსპორტო პოტენციალის გაზრდაზე.

რწყვის ტექნოლოგიებიდან ჩაისა და ციტრუსოვანი კულტურებისათვის ჩვენში ფართოდ გამოიყენება დაწვიმების სტაციონარული სისტემები. მაგრამ, იმის გამო, რომ ასეთი სისტემები ითვლება კაპიტალურ ნაგებობებად და მათთვის საჭიროა დიდი რაოდენობით მილსადენი, სხვა დეფიციტური მასალები და, შესაბამისად, დიდი კაპიტალური დაბანდებები, ამიტომ ასეთი სისტემების მშენებლობა მომავალში ნაკლებად მიზანშეწონილია.

## 2. ძირითადი ნაწილი

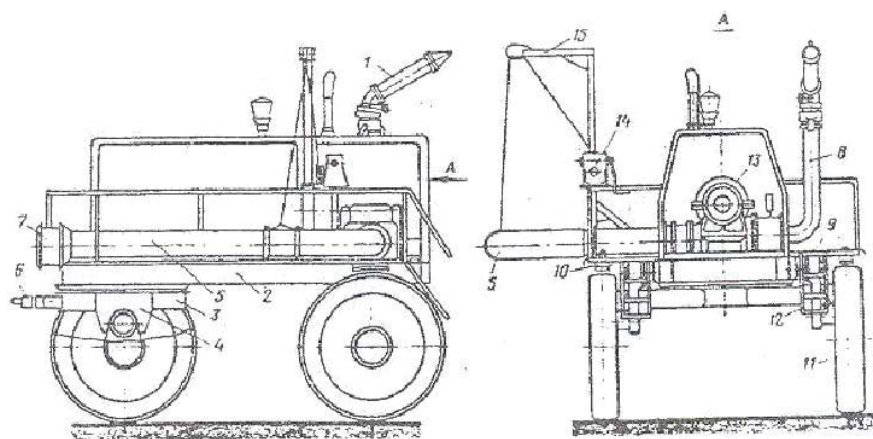
ჩაისა და ციტრუსების რწყვის განხორციელება უფრო ეფექტურია პოზიციური მოქმედების დასაწვიმი დანადგარებით, რომელთა გაბარიტები საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ ისინი ისე, რომ მცენარეთა რიგთაშორის გადაადგილება მოხდეს მათი ამოძირკვისა და დაზიანების გარეშე.

უკანასკნელ წლებში საქართველოში დამუშავდა და დამზადდა გრძელჭაგლიანი დასაწვიმი დანადგარი დღჩ-50 (ავტორი ო. ნანიტაშვილი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი).

*დასაწვიმი დანადგარ დღჩ-50-ის ტექნიკური მონაცემები:*

მწარმოებლურობა, ჰა/სთ .....	0,65
ძირითადი სიგანე რიგთაშორის, რომელზეც	
გათვლილია დანადგარი, მ .....	1,75, 2,05
წყლის ხარჯი, ლ/წმ .....	50
წნევა, მ .....	70
მოქმედების რადიუსი, მ .....	68
წვიმის ინტენსიურობა, მმ/სთ .....	12-13
მანძილი მრწყველებს შორის, მ .....	100
მანძილი პოზიციებს შორის, მ .....	110

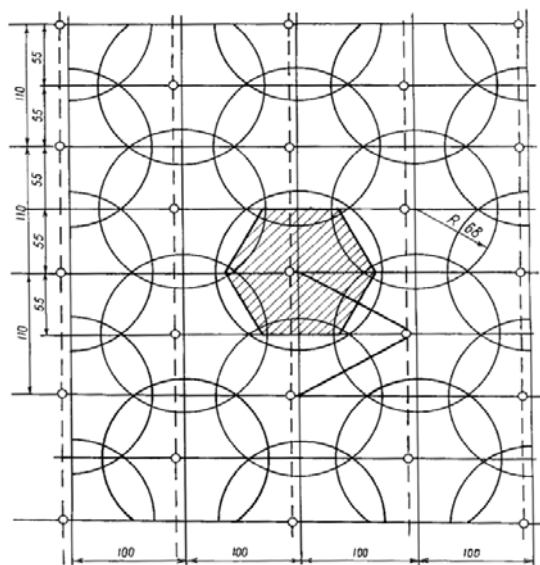
ყველაზე მაღალი მოსარწყავი მცენარის სიმაღლე, მ .....	0,90
მომსახურე პერსონალი, კაცი .....	1
დანადგარის მასა ძალური დანადგართა და	
სატუმბი აგრეგატით, კგ .....	2850
გაბარიტული ზომები, მმ	
სიგრძე .....	4120
სიგანე .....	2450
სიმაღლე .....	3265



ნახ. 1. დასაწვიმი დანადგარ დდფ-50-ის სქემა

ჩაის პლანტაციების სარწყავი გრძელჭავლიანი დასაწვიმი მაღალი ლიანდის მქონე პნევმოთვლებიანი (წინა თვლების მოსაბრუნებელი მექანიზმით) დანადგარი დდფ-50 არის მისაბმელი, რომელიც შედგება შემდეგი ძირითადი კვანძებისაგან (ნახ. 1): ჩარჩო (1), კოჭა (2), ხელნა (3), ხრუტუნა (4), ბაქანი (5), ისარი (6), მუხრუჭი (7). საკიდური (8), შემწოვი მილყელი (9), სადაწნეო მილსადენი (10), კიბე (11), ჯალამბარი (12), სატუმბი აგრეგატი (13), სავალი ბორბალი (14), დასაწვიმი აპარატი (15).

დანადგარი მუშაობს პოზიციურად როგორც წრეზე (ნახ. 2), ისე სექტორზე. იგი წყალს იღებს სარწყავი არხიდან ან მილსადენის დახურული ქსელის ჰიდრანტიდან. მუშაობის ადგილამდე და პოზიციიდან პოზიციამდე მისი გადაადგილება ხდება ჩაის მოდიფიკაციის ტ-16მმ მარკის თვითმავალი შასით. პოზიციებზე დანადგარი ფიქსირდება მუხრუჭით, რის შემდეგაც მოეხსნება თვითმავალი შასი სხვა სამუშაოს შესასრულებლად.



————— დანადგარის გადაადგილების გზა

----- სარწყავი არხი

o დანადგარის დგომის ადგილი

**ნახ. 2. დასაწვიში დანადგარ დღ-50-ის მუშაობის სქემა  
ჩაის პლანტაციების წრეზე რწყვის დროს**

დანადგარის რთულ რელიეფურ პირობებში გამოყენებისათვის ჩატარდა კვლევები მისი მუშაობის უსაფრთხოების მიზნით, ფერდობის დახრილობის მიხედვით. მიღებული შედეგების მიხედვით, დანადგარს აქვს მაღალი დინამიკური მდგრადობა, რაც საშუალებას იძლევა რეკომენდებულ იქნეს იგი მთიანი მასივების მოსარწყავად. დაწვიმებისას ეროზიული პროცესების კვლევებმა გვიჩვენა, რომ მსუბუქი და საშუალო მექანიკური შედგენილობის თიხნარ ნიადაგებში დანადგარის გამოყენება, ეროზიული პროცესების წარმოქმნის გარეშე, ჩაისა და ციტრუსოვანი კულტურების რწყვის ჩატარების სრულ გარანტიას იძლევა 11–12 გრადუსამდე დახრილობის ფერდობებზე, ხოლო მძიმე თიხნარ ნიადაგებში გარანტიის ზღვარმა 9 გრადუსს არ უნდა გადააჭარბოს. აღნიშნულ პირობებში უფრო მეტი დახრილობის ფერდობებზე რწყვის ჩატარებას თან ახლავს ეროზიის წარმოქმნის საშიშროება.

დაწვიმების დანადგარის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ტექნიკური მახასიათებელია მდგრადობის მაჩვენებლები, რომლის მიხედვით განისაზღვრება დანადგარის

ექსპლუატაციის შესაძლო არეალი, მუშაობის უსაფრთხოების ხარისხი და, შესაბამისად, მისი საერთო ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები.

მდგრადობის მაჩვენებლების სიდიდეები კიდევ უფრო მნიშვნელოვანია დანადგარის ფერდობზე მუშაობის დროს. მობილური მანქანების ანალოგიურად, ფერდობზე მომუშავე დაწვიმების დანადგარის მდგრადობა (როგორც სტატიკური, ისე დინამიკური პირობებისთვის) შეიძლება დახასიათდეს მისი გრძივი და განივი მდგრადობის მახასიათებლებით.

გრძივი მდგრადობის დარღვევის შემთხვევაში დანადგარი გადაყირავდება წინ (დაღმართი) ან უკან (აღმართი), ხოლო განივი მდგრადობის დარღვევის შემთხვევაში – გვერდით (მარჯვნივ ან მარცხნივ).

ამრიგად, განსახილველი დაწვიმების დანადგარი პოზიციური მოქმედების აგრეგატია. მის დინამიკურ მდგრადობაზე, ნიადაგის მიკრორელიეფისა და საექსპლუატაციო წონის გარდა, გაგვენას ახდენს საჭირხნი საქშენიდან მაღალი წნევით (70 მ) გამოდინებული ჭავლის მიერ განვითარებული რეაქტიული ძალა, რომელიც მოქმედებს დამჭირხნი მილყელის ვერტიკალური ღერძის გარშემო მბრუნავი საქშენის ღერძის გასწვრივ. ეს უკანასკნელი, თავის მხრივ, ნიადაგის სიბრტყის მიმართ დახრილია  $\gamma$  კუთხით, რომლის ოპტიმალური სიდიდე  $\gamma = 28 \div 32$ -ის ფარგლებში მერყეობს, რაც ჭავლის მაქსიმალური ფრენის მანძილს შეესაბამება.

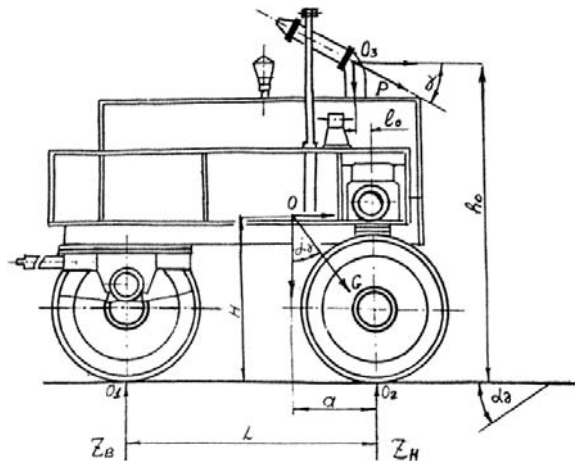
რეაქტიული  $P$  ძალა, საქშენთან ერთად, ასრულებს ბრუნვით მოძრაობას  $n = 0.5 \div 1$  ბრ/წთ სიხშირით, ამიტომ  $P$  ძალის მიერ შექმნილი მომენტი, აყირავების შესაძლო ღერძის მიმართ, ერთი პერიოდის განმავლობაში იცვლის მდგომარეობას ამყირავებელ, მასტაბილიზებელ და ამ ორ საპირისპირო ხასიათის მომენტებს შუა არსებულ შუალედში (ამყირავებელ-მასტაბილიზებელი). დანადგარის დინამიკური (როგორც გრძივი, ისე განივი) მდგრადობის თვალსაზრისით,  $P$  ძალის ის მიმართულებაა საინტერესო, რომლის დროსაც ეს ძალა ცდილობს ამოაყირავოს მომუშავე აგრეგატი. ამიტომ, დაწვიმების დანადგარის მდგრადობის განხილვისას რეაქტიულ  $P$  ძალას პირობითად მინიჭებული აქვს ფიქსირებული მიმართულება, კერძოდ ისეთი, როდესაც მის მიერ შექმნილი მომენტი აყირავების ღერძის (გრძივი ან განივი) მიმართ ასრულებს ამყირავებელი მომენტის ფუნქციას. ამ დაშვების გათვალისწინებით (ფერდობის მიკრორელიეფის თავისებურებას მხედველობაში არ ვიღებთ) განვსაზღვროთ აგრეგატის დინამიკური მდგრადობის კუთხეები.

გრძივი დინამიკური მდგრადობის საზღვრების გამოთვლისათვის განვიხილოთ  $\alpha_{\text{გ}}$ -გრადუსიან აღმართზე მომუშავე დაწვიმების დანადგარზე მოქმედ ძალოთა სქემა (ნახ. 3). მდგრადობის კრიტერიუმად ამ შემთხვევაში გამოიყენება ნიადაგის ნორმალური რეაქციის სიდიდე განტვირთულ თვალზე. ჩვენს შემთხვევაში ასეთად გვევლინება  $Z_B$  რეაქცია წინა თვლებზე. მისი დადებითი მნიშვნელობის დროს წინა თვლები კარგ კონტაქტშია ნიადაგთან და დანადგარი შეიძლება არ ამოყირადეს (ე. ლვოვი).

$Z_B$  რეაქციის დასადგენად შევადგინოთ დანადგარზე მოქმედ ძალოთა მომენტების განტოლება უკანა დატვირთული თვლების ნიადაგთან კონტაქტის  $O_2$  წერტილის მიმართ

$$Z_B \cdot L - a \cdot G \cos \alpha_{\text{გ}} + HG \sin \alpha_{\text{გ}} - Pl_0 \sin \gamma + Ph_0 \cos \gamma = 0, \quad (1)$$

სადაც  $P$  რეაქტიული ძალაა;  $h_0$  და  $l_0$  – რეაქტიული ძალის მოდების  $O_3$  წერტილის შესაბამისად ვერტიკალური და გრძივი კოორდინატები  $O_2$  წერტილის მიმართ;  $G$  – დანადგარის წონა;  $H$  და  $a$  – სიმძიმის  $O$  ცენტრის ვერტიკალური და გრძივი კოორდინატები;  $\gamma$  – საქშენის დახრის კუთხე;  $L$  – დანადგარის ბაზა.



ნახ. 3. აღმართზე მომუშავე დასაწვიმ დანადგარზე მოქმედ ძალოთა სქემა

(1) განტოლებიდან განვსაზღვროთ  $Z_B$  რეაქციის სიდიდე

$$Z_B = \frac{G(a \cdot \cos \alpha_{\text{გ}} - H \sin \alpha_{\text{გ}}) + P(l_0 \sin \gamma + h_0 \cos \gamma)}{L}. \quad (2)$$



ამრიგად, დანადგარის გრძივი დინამიკური მდგრადობის პირობა, მისი აღმართზე მუშაობის დროს, შეიძლება გამოისახოს უტოლობით:

$$Z_B \geq 0; \tag{3}$$

ამ რეაქციის ნულოვანი მნიშვნელობა

$$Z_B = 0 \tag{4}$$

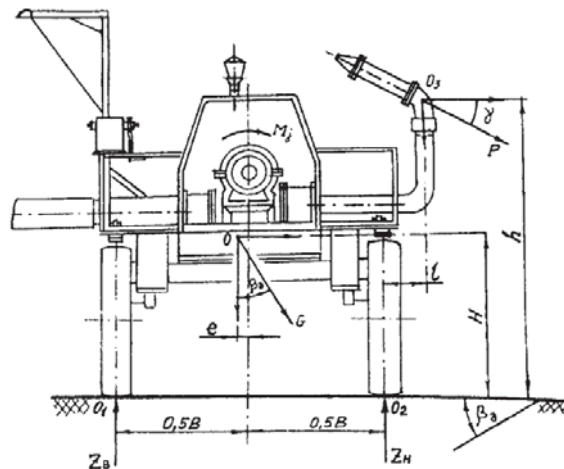
არის დანადგარის არამდგრადი წონასწორობის პირობა  $\alpha_{\text{გ}}^K$  კუთხის კრიტიკული მნიშვნელობით. ამ კუთხის სიდიდე გამოითვლება ფორმულით:

$$H \operatorname{tg} \alpha_{\text{გ}}^K = a - \frac{P}{G \cos \alpha_{\text{გ}}^K} (h_0 \cos \gamma - l_0 \sin \gamma). \tag{5}$$

ანალოგიურად განისაზღვრება განივი დინამიკური მდგრადობის  $\beta_{\text{გ}}^K$  კრიტიკული კუთხე. ამ შემთხვევაში მდგრადობის კრიტერიუმია ნიადაგის  $Z_B$  რეაქციის სიდიდე. მისი მნიშვნელობის დასადგენად შევადგინოთ დანადგარზე მოქმედ ძაღთა მომენტების განტოლება დატვირთული თვლის ნიადაგთან  $O_2$  შეხების წერტილის მიმართ (ნახ. 4):

$$Z_B \cdot B - G(0.5B + l_a) \cos \beta_{\text{გ}} + HG \sin \beta_{\text{გ}} + Pl_0 \sin \gamma + Ph_0 \cos \gamma = 0, \tag{6}$$

სადაც  $B$  აგრეგატის ლიანდია;  $l_a$  – სიმძიმის  $O$  წერტილის ექსცენტრისიტეტი აგრეგატის გრძივი ღერძის მიმართ;  $h_0$  და  $l_0$  – რეაქტიული  $P$  ძაღის მოღების  $O_3$  წერტილის კოორდინატები  $O_2$  წერტილის მიმართ.

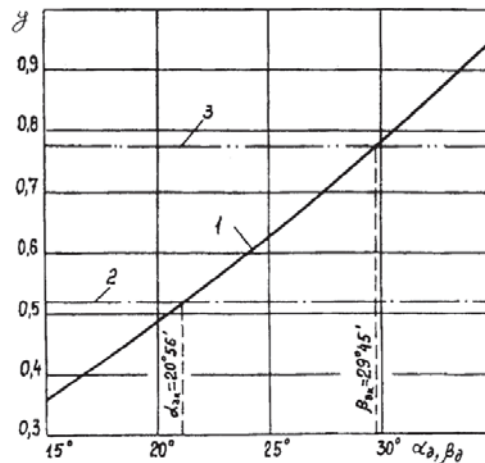


ნახ. 4. დანადგარზე მოქმედ ძაღთა სქემა განივი დახრის ფერდობზე მუშაობისას

(6) გამოსახულების გარდაქმნებით და წინა მსჯელობების ანალოგიურად, კრიტიკული  $\beta_{\text{გ}}^K$  კუთხის განსაზღვრისათვის ვიღებთ შემდეგ დამოკიდებულებას:

$$H \operatorname{tg} \beta_{\text{გ}}^K = (0.5B + l_0) - \frac{P}{G \cos \beta_{\text{გ}}^K} (l_0 \sin \gamma + h_0 \cos \gamma). \quad (7)$$

მე-5 ნახ-ზე მოცემულია (5) და (7) განტოლებების გრაფიკული ამოხსნები  $\alpha_{\text{გ}}^K$  (1 და 2 მრუდების კვეთის წერტილი) და  $\beta_{\text{გ}}^K$  (1 და 3 მრუდების კვეთის წერტილი) კუთხეების მიმართ.



ნახ. 5. დიაგრამა დასაწვიმი დანადარის დინამიკური მდგრადობის კრიტიკული კუთხეების განსაზღვრისათვის:

1.  $y = H \operatorname{tg} \alpha_{\text{გ}}$  - გრძივი დინამიკური მდგრადობისათვის;  $y = H \operatorname{tg} \beta_{\text{გ}}$  - განივი დინამიკური მდგრადობისათვის; 2.  $y = a - \frac{P}{G \cos \alpha_{\text{გ}}} (h_0 \cos \gamma - l_0 \sin \gamma)$ ; 3.  $y = (0.5B + l_0) - \frac{P}{G \cos \beta_{\text{გ}}} (l \sin \gamma + h \cos \gamma)$

თუ (5) და (7) გამოსახულებებში ჩავსვამთ  $P = 0$ , მივიღებთ გრძივი და განივი სტატიკური მდგრადობის ზღვრული კუთხეების საანგარიშო დამოკიდებულებებს.

### 3. დასკვნა

ნიადაგის მდგომარეობისა და მიკრორელიეფის გარემოებათა მიხედვით, ფერდობის რეალური ქანობები, რომლებზეც შეუძლია იმუშაოს დანადგარმა დღჩ-50-მა, გაცილებით ნაკლებია ფერდობის ზედაპირის არადეფორმირებული პირობებიდან გამომდინარე თეორიულ მნიშვნელობებზე.



### ლიტერატურა

1. Мирцхулава Ц.Е. Водная эрозия почв. Тбилиси: Мецნიереба, 2000. – 423 с.
2. Nanitashvili O., Nanitashvili V. Technology of antierosionsprinkling Irrigation. Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences. 173, N1. 2006. p 108-109.
3. Наниташвили О., Вартанов М., Наниташвили В. Экологически безопасное дождевание чайных и цитрусовых плантаций в горных условиях // Экологические системы и приборы. Москва: "Научтехлитиздат", 2008 г., №6.
4. Наниташвили О.С., Рехвиашвили Э.Р., Наниташвили В.О. Устойчивость установки ДДЧ-50 на поперечном склоне. Тракторы и сельскохозяйственные машины. М.: "Машиностроение", №3, 2003, с.24-29.
5. Наниташвили В. К расчёту критических узлов боковой устойчивости дождевальных установок типа ДДЧ". Вестник Академии наук Грузии. Тбилиси, 2014 г. – 168 с.