

1977

გრომის წითელი დროშის ორდენოსანი  
საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის  
გრომები



სერია სასოფლო-სამეურნეო  
ნარგობების მექანიზაცია  
ელექტრიფიკაცია და  
ჰიდრომელიორაცია

8. 101 ტ.

Труды Грузинского ордена Трудового Красного Знамени  
сельскохозяйственного института

СЕРИЯ МЕХАНИЗАЦИЯ, ЭЛЕКТРИФИКА-  
ЦИЯ И ГИДРОМЕЛИОРАЦИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО  
ПРОИЗВОДСТВА

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი  
განყოფილება  
სოფლისმშენებლობის  
სამსახური



სერია **სასოფლო-სამეურნეო  
ნარმოების მექანიზაცია  
ელექტრიფიკაცია და  
ჰიდრომელიორაცია**

გ. 101 ტ.

188

Труды Грузинского ордена Трудового Красного Знамени  
сельскохозяйственного института

СЕРИЯ **МЕХАНИЗАЦИЯ, ЭЛЕКТРИФИКА-  
ЦИЯ И ГИДРОМЕЛИОРАЦИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО  
ПРОИЗВОДСТВА**

19 თბილისი 77  
19 Тбилиси 77

კ. მარქსის სახ. საქ. სსრ  
საბჭოთა მეცნიერებათა აკადემია



ეროვნული  
ბიბლიოთეკა

სოფლის მეურნეობის მექანიზაციის, ელექტრიფიკაციისა და ჰიდრომელიორა-  
ციის სერიის ტომის მასალები განხილულია ფაკულტეტის სამეცნიერო საბჭოს  
სხდომაზე და მოწონებულია შრომის წითელი დროშის ორდენისა და საქართველოს  
სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის დიდი საბჭოს მიერ.

მთავარი რედაქტორი პროფ. ვ. ი. მებრეველი

სარედაქციო კოლეგიის წევრები: პროფ. მ. მ. გუგუშვილი, პროფ. ა. გ.  
კეჩუაშვილი, დოც. კ. ი. კვანტალიანი, დოც. პ. ვ. მიქელაძე, დოც. გ. ი. მშვი-  
დობაძე, პროფ. ე. ა. მჭედლიშვილი, პროფ. ი. გ. ნათიშვილი, დოც. გ. ე. ტულუში,  
დოც. გ. გ. ქემოკლიძე, დოც. გ. ა. შალამბერიძე, პროფ. გ. ა. შხვაცაბაია, პროფ.  
ბ. მ. ჩიკვაშვილი (მთ. რედ. მოადგილე), პროფ. გ. ს. ჩიჩუა, პროფ. გ. ა. ხანთაძე,  
ბ. გ. ჯაფარიძე (პ/მგ. მდივანი).

Материалы тома серии — механизация, электрификация и гидро-  
мелиорация — рассмотрены на заседании Ученого совета факультета  
и одобрены большим ученым советом Грузинского ордена Трудового  
красного Знамени сельскохозяйственного института.

Главный редактор проф. Метрели В. И.

Члены редакционной коллегии: проф. Гугушвили М. М., Джапа-  
ридзе Б. В., (отв. секретарь), доц. Кванталиани К. И., доц. Кемоклид-  
зе Г. Г., проф. Кечуашвили А. Г., доц. Микеладзе П. В., проф. Мчед-  
лишвили Э. А., доц. Мшвидобаძე Г. И., проф. Натишвили О. Г., доц.  
Тугуши Г. Е., проф. Хантадзе Г. А., проф. Чиквашвили Б. М., (зам. гл.  
редактора), проф. Чичუა Г. С., доц. Шаламბერიძე Г. А., проф. Шхва-  
цабая Г. Я.



ბ. შალაშვილი

**სოფლის მეურნეობის წარმოების მაქსიმიზაციისა და ალექსანდრიისის  
საქალაქის მკვლევარის სოციალისტური რევოლუციის მე-60 წლისთავზე**

ოქტომბრის სოციალისტური რევოლუციის შედეგად გატარებულმა რე-  
ფორმებმა, მსხვილი სოციალისტური საბჭოთა მეურნეობებისა და კოლმეურნე-  
ობების ჩამოყალიბებამ შექმნეს მექანიზაციის საშუალებების გამოყენების  
საუკეთესო პირობები. სწორედ ამ პერიოდიდან ჩაეყარა საფუძველი სოფლის  
მეურნეობის მექანიზაციას, რომელიც დღითიდღე, სისტემატურად არნახულა  
ტემპით ვითარდება.

სკკ XXV ყრილობამ დასახა სოფლის მეურნეობის შემდგომი ამოცანების  
გრანდიოზული ამოცანები. მოგვცა მათი გადაწყვეტის კონკრეტული გზები,  
რომლებიც მდგომარეობს სამეურნეობათა შორის კოოპერაციის, აგროსამრეწ-  
ველო ინტეგრაციისა და სასოფლო-სამეურნეო წარმოების სპეციალიზაციის  
შემდგომ დაწერვაში.

სოფლის მეურნეობის წარმოების ინტენსიფიკაცია, ქიმიზაცია და ყო-  
ველმხრივი მექანიზაცია, რომლებიც ითვლება სოფლის მეურნეობის პროდუქ-  
ციის სიუხვის საფუძველად, დიდ როლს ანიჭებს და მოთხოვნებს უყენებს მეც-  
ნიერებას. სოფლის მეურნეობის წარმოების კადრებს.

საბჭოთა კავშირის და კერძოდ, საქართველოს მრავალდარგოვანი სოფლის  
მეურნეობა, შეიარაღებული მძლავრი მატერიალურ-ტექნიკური საშუალებებ-  
ით, სულ უფრო სწრაფად გადადის ინდუსტრიული განვითარების ბაზაზე, ეს  
იწვევს სოფლად თვისობრივ და რაოდენობრივ ცვლილებებს, რომლებიც, მი-  
ითხოვენ წარმოების ხელმძღვანელობისა და მართვის თანამედროვე ფორმებს—  
მეთოდებს.

დღეს სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების წარმოება უნდა ეყრდნობო-  
დეს მეცნიერებების — ფიზიკის, ბიოლოგიის, მათემატიკის თანამედროვე მილა-  
წევებს. სოფლის მეურნეობის წარმოება, როგორც მასიური — მსხვილი მექა-  
ნიზებული წარმოება, დღეს შეუძლებელია წარმოვიდგინოთ მათემატიკური  
მოდელირებისა და საინჟინრო დაპროექტების გარეშე.

დღეს რთული პრობლემებია გადასაჭრელი მექანიზაციის დარგში მოსაე-  
ლიანობისა და პროდუქტიულობის გადიდების მიზნით, შრომისა და სახსრების  
მინიმალური დანახარჯებით, უნდა დაინერგოს ინდუსტრიული ტექნოლოგია.



მათემატიკური პროგრამირება და პროგნოზირება, მანქანების განლაგების რაციონალური ფორმები, მანქანებისა და დასამუშავებელი მასშტაბების მცენარის, ცხოველის) ურთიერთმორგება, ავტომატიზაციისა და ელექტრონიკის ცირებული სისტემების ფართოდ გამოყენების საფუძველზე სულ უფრო იზრდება მექანიზაციის როლი სოფლად.

სკვპ ცკ 1965 წლის მარტის პლენუმზე ლ. ი. ბრეჟნევის მიერ აღნიშნულ იყო „... სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ზრდის ერთ-ერთი გადამწყვეტი პირობაა მისი უზრუნველყოფა მექანიზატორთა, ინჟინერ-ტექნიკოსთა მაღალკვალიფიციური კადრებით. დიდი ხანია სამართლიანად მიაჩნიათ რომ ... მექანიზატორი ცენტრალური ფიგურაა სოფლად“.

სოფლის მეურნეობის მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის დარგის რთული ამოცანის რეალიზაცია ძირითადად დაკავშირებულია ამ სპეციალობის კადრების მომზადებასთან. ამოცანა ის არის, რომ აღზარდოთ თანამედროვე, ტექნიკური პროგრესის შესაბამისი, ტექნიკას დაუფლებული, მოაზროვნე, საქმიანი, ორგანიზაციული უნარის მქონე სპეციალისტები, რომელთაც ექნებათ უნარი შემოქმედებითად გადაწყვიტონ მათ წინაშე დასმული რთული საკითხები.

მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის სპეციალობის ახალგაზრდა ინჟინრების მომზადებას რესპუბლიკაში ემსახურება ს. მ. მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის ფაკულტეტი, მასში შემავალი კათედრებითა და მაღალკვალიფიციური პროფესორ-პედაგოგიური პერსონალით.

ს. მ. მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის ფაკულტეტმა თავისი არსებობის მოკლე პერიოდში (47 წელი) სახელოვანი გზა განვლო. ის მხარში უდგას კავშირის ანალოგიურ ფაკულტეტებს და მათ შორის საპატიო ადგილი უჭირავს.

ზონალური მანქანათა სისტემის შექმნის, ს. მ. მექანიზაცია-ელექტრიფიკაციის, მანქანათა გამოყენების და ამ მიმართულებით კვლევითი-სამეცნიერო მუშაობის გაშლა-გაფართოების საქმეში დიდი გავლენა იქონია და შემდგომში განსაზღვრა მრავალი ქართველი ახალგაზრდის მიმართულება და გაფორმება რუსი მეცნიერის, მიწათმოქმედების მექანიკის, მეცნიერების ფუძემდებლის ვასილი პროხოვის ძე გორიაჩინის შრომებმა, რომლებზეც აღიზარდა მექანიზაციის დარგის თითქმის ყველა ქართველი მეცნიერი-პედაგოგი.

1921 წელს, საქართველოს სახელმწიფო უნივერსიტეტის ახლად ჩამოყალიბებულ აგრონომიულ ფაკულტეტზე საგანს — „სასოფლო-სამეურნეო მექანიკა“ — კითხულობდა პროფ. კონსტანტინე მიხეილის ძე ამირაჯიბი. 1930 წლის მაისში სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში ჩამოყალიბდა ს. მ. მექანიზაციისა და ინდუსტრიალიზაციის ფაკულტეტი კათედრებით: სასოფლო-სამეურნეო მანქანები, ფიზიკა და მათემატიკა. ფაკულტეტის პირველ დეკანად არჩეული იყო კ. ამირაჯიბი, რომლის სახელთან არის დაკავშირებული ქართველი მექანიზატორების მაღალკვალიფიციური კადრების აღზრდა და ამ დარგში კვლევითი-სამეცნიერო მუშაობის გაშლა. მანვე 1926 წელს ჩამოაყალიბა მექანიზაციის საცდელი სადგური. კ. ამირაჯიბმა პროფ. ა. დიდებულიძესთან ერთად შექმნა მსოფლიოში პირველი ელექტროტრაქტორი, რომლის სახელმწიფო გამოცდა ჩატარდა 1930 წელს ქ. თბილისში.



პროფესორებმა კ. ამირაჯიბმა და ა. დიდებულებმა შექმნეს მკვლევარი მექანიზატორებისა და ელექტროფიკატორების ძლიერი სკოლა, რომელიც ცნობილია ჩვენს ქვეყანასა და მის ფარგლებს გარეთ.

1938 წლის თებერვალში სასოფლო-სამეურნეო მანქანა-იარაღების გაერო-თიანებული კათედრიდან გამოიყო შემდეგი კათედრები: ტრაქტორები და ავტომობილები (გამგე ვ. მახალდიანი), სასოფლო-სამეურნეო მანქანები (გამგე მ. თედორაძე), მტპ ექსპლუატაცია (გამგე ვ. ზოფერია), სასოფლო-სამეურნეო მანქანების და ტრაქტორების რემონტი (გამგე გ. უშვერიძე), ლითონის, ხისა და სათბობი მასალების ტექნოლოგია (გამგე კ. ამირაჯიბი), სოფლის მეურნეობის ელექტრიფიკაცია (გამგე ა. დიდებულები).

ამრიგად, ს. მ. მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის ფაკულტეტზე კადრების აღზრდის საქმეში და სამეცნიერო-კვლევით მუშაობაში ამ პერიოდში მონაწილეობენ პროფესორები: ა. დიდებულები, ი. ვაწაძე, ი. გაჩეჩილაძე, დოცენტები: ა. დევიძე, ნ. კორძახია, ვ. მახალდიანი, რ. დვალი, დ. ციციშვილი, გ. ცქიფურიშვილი, ვ. ზოფერია, მ. თედორაძე, ა. კიზირია, ს. ჩოჩია, კ. ლეყანა, ი. ხოხლოვი, ვ. ბელეცი, გ. ცაგარელი, ვ. მანველიძე, ნ. ზირაქაძე, ა. აფხაიძე, ა. სიხარულიძე, გ. ხანთაძე, 1941 წ. მოსკოვიდან დაბრუნდა ფაკულტეტის აღზრდილი, ვ. პ. გორიაჩინის მოწაფე, ტექნ. მეცნ. კანდ. გ. შხვაცაბაია. ამ პერიოდში დაისვა ახალგაზრდა პედაგოგიური კადრების აღზრდის საკითხი. ამ მიზნით რესპუბლიკის გარეთ და სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ასპირანტურაში ჩაირიცხნენ 1936, 38, 39, 40 წლებში წარჩინებით კურსდამთავრებულნი: მ. გუგუშვილი, შ. კერესელიძე, ი. თუშიშვილი, კ. ჭულელი, პ. მიქელაძე, ა. კეჩუაშვილი, გ. შალამბერიძე, ზ. ხანთაძე, ე. დოლიძე და სხვ. ამავე პერიოდში ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატის ხარისხი დაიცვეს: ვ. მახალდიანმა, რ. დვალმა, მ. თედორაძემ, ა. კიზირიამ, დ. ციციშვილმა, გ. ცქიფურიშვილმა, ვ. ზოფერიამ, გ. ხანთაძემ, ვ. ბელეციმ და სხვებმა.

1938—41 წწ. ფართოდ გაიშალა სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობა, ეწყობა სამეცნიერო ექსპედიციები, რომლებშიც მონაწილეობას ღებულობდნენ სპეციალური და საპროფილო კათედრის თანამშრომლები და საქართველოს მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის საცდელი სადგურის მეცნიერ თანამშრომლები. საქართველოში, პირველად საბჭოთა კავშირში, საფუძველი ჩაეყარა სასოფლო-სამეურნეო აგრეგატების მუშაობის გამოკვლევას სამთო მიწათმოქმედების პირობებში.

სამამულო ომმა დროებით შეანელა ფაკულტეტისა და მისი კათედრების წევრობის საქმიანობა, მასწავლებელთა დიდი უმრავლესობა მობილიზებული იყო და სხვადასხვა ფრონტებზე იბრძოდა. მათ რიგებში იყო ვ. მახალდიანი, გ. ხანთაძე, ი. ხოხლოვი, დ. ციციშვილი, ა. კეჩუაშვილი, მ. გუგუშვილი, პ. მიქელაძე, კ. ჭულელი, გ. შალამბერიძე, ვ. ოქროპირიძე, გ. მამაცაშვილი, ზ. ხანთაძე, ვ. ბელეცი და სხვ.

სამამულო ომის დამთავრების შემდეგ კიდევ უფრო გაიშალა ფაკულტეტისა და მასში შემავალი კათედრების მასწავლო და სამეცნიერო საქმიანობა, გაიზარდა სტუდენტთა კონტინგენტი და კათედრის სამტატო ერთეული.



დღეს სოფლის მეურნეობის მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის ფაკულტეტის შემადგენლობაში შედის 9 კათედრა და სამაჩხანო პარკი.

**ნიადაგდამამუშავებელი მანქანების კათედრა.** ეს კათედრა ისტორიულად საბაზისო კათედრა იყო, რომლის საფუძველზე შეიქმნა სპეციალური და საპროფილო კათედრები. კათედრის პირველი გამგე იყო პროფ. კ. ამირაჯიბი, რომელმაც მის საქმიანობაში ჩააბა ახალგაზრდა ინჟინრები: ვ. მახალდიანი, რ. დვალი, დ. ციციშვილი და სხვ. 1938 წლიდან კათედრას სხვადასხვა დროს ხელმძღვანელობენ მ. თედორაძე, დ. ციციშვილი. პროფ. დ. ციციშვილის ხელმძღვანელობით საპროფილო საგნების სწავლება გადაყვანილი იყო საინჟინრო საწყისებზე. კათედრაზე აღიზარდნენ მაღალკვალიფიციური პედაგოგები, მომზადდა და გამოიცა მრავალი სახელმძღვანელო და მეთოდური მითითება.

1967 წლიდან კათედრას ხელმძღვანელობს პროფ. მ. გუგუშვილი. კათედრა დაკომპლექტებულია კვალიფიციური სპეციალისტებით. კათედრაზე 4 პროფესორია, 3 დოცენტი და ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატი, 3 უფროსი მასწავლებელი. კათედრაზე პედაგოგიურ მუშაობას ეწევიან ცნობილი სპეციალისტები: პროფ. ზ. ხანთაძე და პროფ. შ. კერესელიძე.

კათედრამ ნაყოფიერი მუშაობა გასწია სასწავლო-მეთოდურ დარგში. კათედრის წევრების მიერ გამოცემულია ქართულ ენაზე 12 სახელმძღვანელო და მრავალი მეთოდური მითითება, მოწყობილია სასწავლო კაბინეტ-ლაბორატორიები, აღჭურვილი უახლესი ტექნიკით.

ამჟამად კათედრაზე მუშაობენ: პროფ. მ. გუგუშვილი, პროფ. ზ. ხანთაძე, პროფ. შ. კერესელიძე, პროფ. ბ. ჩიხლაძე, დოც. ო. მაისურაძე, უ/მ. ე. რამაზაშვილი, უ/მ ი. იობაშვილი, უ/მ. ქ. მანველიძე, ტექნ. მეცნ. კანდ. ლ. ქერტყოვეცი, ტექნ. მეცნ. კანდ. ჯ. ზანგალაძე, უფ. ლაბ. ე. არჩუაძე, სასწ. მოხ. ი. ძმანაშვილი, სასწ. მოხ. გ. ლობჯანიძე, მექანიკოსი ნ. ზანგალაძე.

კათედრამ თავისი არსებობის პერიოდში დიდი მუშაობა ჩაატარა სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის ხაზით, კათედრის წევრებიდან ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხი დაიცვა 4 პედაგოგმა, კათედრაზე მომზადდა 15 ასპირანტი, მ. შ. საკანდიდატო დისერტაცია დაიცვა 12-მა.

კათედრაზე საფუძველი ჩაეყარა სამთო პირობებში სასოფლო-სამეურნეო მანქანების მუშაობის თეორიულ კვლევებს. შესრულებულია მნიშვნელოვანი გამოკვლევები სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ოპტიმალური სტრუქტურის დაპროექტების საკითხებზე, მათემატიკური მეთოდებისა და გამოთვლითი ტექნიკის გამოყენებით. მევენახეობის, მებოსტნეობის და სხვა კულტურების კომპლექსური მექანიზაციის და მანქანათა სისტემის დამუშავების საკითხებზე, კვლევის შედეგები დანერგულია წარმოებაში.

ამჟამად კათედრა მუშაობს სოფლის მეურნეობის წარმოების მექანიზაციის ისეთ აქტუალურ საკითხებზე, როგორცაა: ფართომწკრივიანი და მაღალ-ნაპლერიანი ვენახების კომპლექსური მექანიზაცია, სიმინდის მოვლა-მოყვანის კომპლექსური მექანიზაცია პუნქტირული თესვისა და ჰერბიციდების გამოყენების ბაზაზე, როტაციული სამუშაო ორგანოების გამოყენება სასოფლო-სამეურნეო მანქანებში.



დიდი ოქტომბრის სოციალისტური რევოლუციის მე-60 საიუბილეო წელთან დაკავშირებით კათედრამ აიღო გადიდებული ვალდებულება მჭიდროდ დაეხმოს წარჩინებით შეასრულა.

**მოსავლის ამღები და მეცხოველეობის მანქანების კათედრა.** კათედრა განიხილავს სასოფლო-სამეურნეო მანქანა-იარაღების კათედრას და დამოუკიდებლად არსებობს 1952 წლიდან. დღიდან დაარსებისა მას ხელმძღვანელობს საკავშირო; სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის და საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, ტექნ. მეცნ. დოქ., პროფ. გ. შხეცაბაია.

კათედრის შემადგენლობაში პედაგოგიურ საქმიანობას ეწევიან: დოცენტები—გ. ქემოკლიძე, ვ. ზევენიშვილი, მ. ოშორიძე, ასისტენტები—ნ. სურგულაძე და ზ. შხეცაბაია.

კათედრის თანამშრომლები ნაყოფიერ მუშაობას ეწევიან კვლევით-სამეცნიერო დარგში. დამუშავებულია თემები: მარცვლეული კულტურებისა და ჩაის მოვლა-მოყვანის და აღების, მეცხოველეობის მანქანების გამოკვლევის საკითხებზე. მუშავდება ჩაის შერჩევითი კრეფის მანქანის თეორიული საფუძვლები, საკრეფი აპარატის მუშა ორგანოების მუშაობა გადიდებულ სიჩქარეზე. შექმნილია მანქანათა კომპლექსი ჩაის მოვლა-მოყვანის და აღების მცირე მექანიზაციისათვის მცირე სიმძლავრისა და მცირეგაბარიტიანი ტრაქტორების, სასოფლო-სამეურნეო მანქანა-იარაღებისა და ხელის მოტორიზებული მანქანების ბაზაზე, რომელთა გამოცდა ტარდება მთავორიან რელიეფზე განლაგებულ ჩაის პლანტაციებში.

დამუშავებულია და შექმნილია საზომი და საკონტროლო ხელსაწყოები: წვევითი და როტაციული დინამომეტრები—დინამოგრაფები, მუშაობის მზომები, ჰიდრაულიკური და მექანიკური კალიბრატორები, კვლის სიღრმის ავტომატური მზომი, ხელის ტახოგრაფი და სხვ.

კვლევით მუშაობაში ჩაბმულია კათედრის ყველა წევრი, ასპირანტი და სტუდენტობა.

კათედრამ მოამზადა 60-ზე მეტი ასპირანტი, რომელთა უმრავლესობას მიღებული აქვს სამეცნიერო ხარისხი. ამჟამად კათედრაზე მუშავდება სადოქტორო 2 და საკანდიდატო 5 დისერტაცია. გამოქვეყნებულია 200-ზე მეტი სამეცნიერო შრომა, 20-ზე მეტი დასახელების სახელმძღვანელო-მონოგრაფია და ბროშურა.

კათედრას მჭიდრო კავშირი აქვს დამყარებული სასწავლო და სამეცნიერო საქმიანობის ხაზით. საბჭოთა კავშირისა და სოციალისტური ქვეყნების (ვიეტნამი, ჩეხოსლოვაკია, გერმანია, ბულგარეთი და სხვ.) უმაღლეს სასწავლებლებსა და სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებებთან.

კათედრის წევრები ქმედით დახმარებას უწევენ საშეფო მეურნეობებს, სისტემატურად ეხმარებიან მათ პროგრესული მეთოდების დანერგვაში, კონსულტაციებს უწევენ რესპუბლიკის მრავალ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტსა და წარმოების მეცნიერ თანამშრომლებს.

**ტრაქტორებისა და ავტომობილების კათედრა.** ტრაქტორებისა და ავტომობილების კათედრა ჩამოყალიბდა 1938 წლის 5 იანვარს, იგი გამოეყო აღრე არ-





სებულ სარემონტო და ავტოსატრაქტორო საქმის კათედრას, რძმელსა და პროფ. კ. ამირაჯიბი ხელმძღვანელობდა. კათედრის გამგედ დაინიშნა **კეკელიძე** ტანჯ მახალდანი.

კათედრის შემადგენლობაში შედიოდნენ: დოც. რ. დვალი, ასისტენტები: ვ. ბელეციკი, გ. ხანთაძე, ე. დოვლათბეგოვი, ა. თუმანიანი, უფრ. ლაბ. ლ. კობალიანი.

ამჟამად კათედრის შემადგენლობაში შედიან: საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკად. ვ. მახალდანი, პროფ. გ. ხანთაძე, დოცენტები: ვ. ოქროპირიძე, პ. მიქელაძე, გ. თაბორიძე, ლ. კობალიანი, უფრ. მასწ. გ. მამაცაშვილი, ასისტ. კ. პეტრიაშვილი, უფ. ლაბ. ნ. ბიჭაშვილი, სასწ. მოხელეები: შ. გიგაური, ა. თოთლაძე და ს. მხიტარიანი, მექანიკოსი ე. ნეგნესოვი.

კათედრაზე სხვადასხვა დროს მუშაობდნენ ლენინური პრემიის ლაურეატი პროფ. შ. კერესელიძე, პროფ. დ. პეტრიაშვილი, დოც. შ. სამადაშვილი და ასისტ. ა. ხომასურიძე.

კათედრა აღჭურვილია თანამედროვე ხელსაწყოებითა და მოწყობილობით: აქვს 4 სასწავლო კაბინეტი და ძრავების საგამოცდო, საწვავ-მიმწოდებელი აპარატურისა და ელექტრომოწყობილობის გამოსაცდელი, მცირელიტრაჟიანი ძრავებისა და დაშლა-აწყობის ლაბორატორიები.

ლაბორატორიებში მოქმედი დანადგარებიდან აღსანიშნავია: ელექტრობალანსირული მაღალი სიმძლავრის მანქანები, ძრავების გამოსაცდელი ელექტრობალანსირული სტენდები, ელექტრობენევატიკური, ელექტრონული და რენტგენული მოწყობილობანი ძრავების ინდიცირებისათვის და ბევრი სხვა.

კათედრა დაარსების მომენტიდან შეუდგა ქართულ ენაზე სახელმძღვანელოების შექმნას და 1939—1941 წლების პერიოდში გამოსცა ორტომიანი — ძირითადი სახელმძღვანელო „ტრაქტორებისა და ავტომობილების კონსტრუქცია და გაანგარიშება“. ამ წიგნებმა დიდი გავლენა მოახდინა კადრების აღზრდასა და ტერმინოლოგიის ჩამოყალიბებაზე.

დამუშავდა და გამოიცა ლექციების კითხვისა და ლაბორატორიული მუშაობების ჩატარების მეთოდიკები.

კათედრამ სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის ძირითად მიმართულებად თავიდანვე დაისახა მთავარიან პირობებში ტრაქტორების, ავტომობილებისა და მათი ძრავების მუშაობის გამოკვლევა და ღონისძიებების დასახვა, რომლებიც აუმჯობესებენ ამ მანქანების მაჩვენებლებს დასახელებულ პირობებში მათი ექსპლუატაციის დროს.

ამ მიმართულების შერჩევა გაპირობებული იყო იმით, რომ მაღალმთიან პირობებში მუშაობის დროს, მობილური მანქანებისა და მათი ძრავების მაჩვენებლები შესამჩნევად უარესდება, რასაც თან სდევს მათი მწარმოებლობის შემცირება, შესრულებული სამუშაოს ხარისხის გაუარესება, მანქანის ნაწილების გაცვეთის გაძლიერება და პროდუქციის თვითღირებულების გადიდება.

უნდა აღინიშნოს, რომ დასახელებული მიმართულებით ჩატარებულმა სამუშაოებმა დიდი ნაყოფი გამოიღო და ჩვენს სპეციალისტებს სახელი მოუხვეჭა მთელს საბჭოთა კავშირში.



მიუხედავად იმისა, რომ მთავორიანი რაიონები ბევრ სხვა რესპუბლიკასაც მოეპოვება, აღნიშნული მიმართულების სამუშაოები პირველად ჩატარდა და ახლაც მას წამყვანი ადგილზე უჭირავს. შირში საქართველოში ჩატარდა და ახლაც მას წამყვანი ადგილზე უჭირავს. კათედრაზე მიღებული მნიშვნელოვანი შედეგები შევიდა სხვადასხვა რუსულ სახელმძღვანელოში.

ამჟამად კათედრის წამყვანი წევრები აწარმოებენ სამეცნიერო მუშაობას მნიშვნელოვან პრობლემებზე.

კათედრა მკიდროდა დააკავშირებული სხვადასხვა საკავშირო და რესპუბლიკურ სამეცნიერო დაწესებულებებთან და წარმოებასთან. მკიდრო კონტაქტია დამყარებული ხარკოვის ძრავების საკონსტრუქტორო ბიუროსთან, რაც სახელმწიფოებრივ სამუშაოების ჩატარებითაა გაპირობებული.

კათედრაზე მიღებული შედეგები მოხსენებული იყო მრავალ რესპუბლიკურ, საკავშირო და საერთაშორისო ღონისძიებებზე. საერთაშორისო ღონისძიებებიდან აღსანიშნავია: „სიმაკის“ კონგრესი, რომელიც შედგა 1971 წელს შვედეთში: „ფიზიტას“ კონგრესი, რომელიც შედგა საფრანგეთში 1974 წელს (პროფ. ვ. მახალიანი) და „სიმაკის“ კონგრესი, რომელიც შედგა იაპონიაში 1977 წელს (დოც. ვ. ოქროპირიძე და ასპირანტი გ. ჰანტურია).

კათედრის არსებობის პერიოდში მისი წევრების მიერ გამოცემულია მრავალი სახელმძღვანელო, მონოგრაფია და სამეცნიერო სტატია; მიღებულია 7 საავტორო მოწმობა.

სტატიები, გარდა რესპუბლიკური და საკავშირო გამოცემისა, დაიბეჭდა რუმინეთში, საფრანგეთში, შვედეთში, გერმანიის დემოკრატიულ რესპუბლიკაში და ინგლისში:

არსებობის პერიოდში კათედრის წევრთა მიერ დაცული იყო 3 სადოქტორო და 11 საკანდიდატო დისერტაცია.

**მასალათა ტექნოლოგიისა და მანქანათა რემონტის კათედრა.** კათედრა ჩამოყალიბდა მასალათა ტექნოლოგიის კათედრასთან მანქანათა რემონტის კათედრის შეერთების შედეგად.

მასალათა ტექნოლოგიის კათედრა დაარსდა 1938 წ. პირველი გამგე იყო პროფ. კ. ამირაჯიბი. მისი გარდაცვალების შემდეგ კათედრის გამგედ არჩეულ იქნა დოც. კ. ჭოელი. ხოლო 1973 წლიდან კათედრას ხელმძღვანელობს პროფ. ა. კეჩხუაშვილი.

მანქანათა რემონტის კათედრა დაარსდა 1938 წ. მის გამგედ მიწვეული იყო პროფ. გ. უშვერიძე, ხოლო 1952 წ. კათედრის გამგედ არჩეულ იქნა დოც. ი. თუშიშვილი.

1975 წ. მანქანათა რემონტის კათედრა შეუერთდა მასალათა ტექნოლოგიის კათედრას და მიიღო მასალათა ტექნოლოგიისა და მანქანათა რემონტის კათედრის სახელწოდება.

კათედრაზე იკითხება შემდეგი დისციპლინები: მასალათა ტექნოლოგია, მასალათმცოდნეობა, ურთიერთშენაცვლებადობის და ტექნიკური გაზომვების საფუძვლები; მანქანათა რემონტის ტექნოლოგია და ორგანიზაცია; ს. ს. ტექნიკის საიმედოობის საფუძვლები. ემსახურება მექანიზაციის, ელექტროფიკაციის, პროდუქტთა ტექნოლოგიის სპეციალობებს და კვალიფიკაციის ამალღების კურსებს.



კათედრა ხელმძღვანელობს სადიპლომო და საკურსო გეგმარების დამუშავებას და საწარმოო და სასწავლო პრაქტიკებს ორ წამყვან სპეციალობაზე: ამჟამად კათედრის შემადგენლობაში არიან პროფ. ტყეშელაშვილი დოცენტები — ი. თუშიშვილი, ა. ლუღუშაური, ა. ბარბაქაძე, შვილი. ასისტ. ჯ. ჯელიძე, თ. გოჩიტაშვილი, ბ. ხომასტრიძე, უფ. ლაბ. მ. თედორაშვილი, სასწ. მოხ. ა. ნამორაძე, მექანიკოსები—ბეჟაშვილი და ბესტაევი.

წლების განმავლობაში კათედრის წევრები ნაყოფიერ სასწავლო-მეთოდურ და სამეცნიერო-კვლევით მუშაობას ეწევიან.

მათ მიერ შესრულებულია მნიშვნელოვანი თემები: „სასოფლო-სამეურნეო მანქანების საქესპლუატაციო სისტემის თეორიული საფუძვლები, შექმნილია შვიდი მოწყობილობა თვლიანი და მუხლუხა ტრაქტორებისა და მანქანების ავტომატური ზუსტი მართვის მიზნით (პროფ. ა. კეჩხუაშვილი). ამ მოწყობილობების სიახლე დაკულია 14 საავტორო მოწმობით. „მანქანათა ცვეთა-დაზიანების და მათი აღდგენის ოპტიმალური რეჟიმების გამოკვლევა“ (დოც. ი. თუშიშვილი), „ჩაის ამღები მანქანების ცვეთა-დაზიანების და რემონტის ტექნოლოგიური პროცესის გამოკვლევა“ (დოც. ი. თუშიშვილი, დოც. ა. ლუღუშაური), „პოლიმერების გამოყენება მანქანების რემონტის ტექნოლოგიაში“ (დოც. ა. ლუღუშაური), „დეფიციტური უხვკალიანი სასაყისრე შენადნობების შემცველების გამოყენება“ (დოც. ა. ბარბაქაძე).

კათედრის წევრების მიერ გამოქვეყნებულია 160-ზე მეტი მეცნიერული შრომა, გამოცემულია 20-ზე მეტი სახელმძღვანელო და დამხმარე სახელმძღვანელო. მრავალი სალექციო კურსი და მეთოდური მითითება.

კათედრის ტექნიკური პერსონალი აქტიურ მონაწილეობასღებულობს სასწავლო პროცესის მომზადებასა და ჩატარებაში.

მასალათა ტექნოლოგიის კათედრის წევრები ახალი შრომითი მიღწევებით ხედებიან ოქტომბრის სოციალისტური რევოლუციის საიუბილეო თარიღს. ამ თარიღის აღსანიშნავად გამოსაცემად მომზადებულია სახელმძღვანელოები. სალექციო კურსი, მეთოდური მითითებები და სხვ.

**მანქანა-ტრაქტორთა პარკის ექსპლუატაციის და შრომის დაცვის კათედრა.** კათედრა ჩამოყალიბდა 1938 წელს. კათედრას სხვადასხვა პერიოდებში ხელმძღვანელობდნენ დოც. ვ. ზოფერია, პროფ. ი. ხოხლოვი, დოც. გ. ცაგარელი, 1972 წლიდან კათედრის გამგეა დოც. გ. შალამბერიძე.

კათედრაში შემავალი დისციპლინები „მტპ ექსპლუატაცია“ და „შრომის დაცვა“ იკითხება ინსტიტუტის ყველა ფაკულტეტზე. ითვლება ს. მ. მექანიზაციის და ელექტრიფიკაციის ფაკ-ის ერთ-ერთ ძირითად საპროფილო-წამყვან კათედრად.

კათედრა დაკომპლექტებულია მაღალკვალიფიციური სპეციალისტებით. მის შემადგენლობაში პედაგოგიურ და კვლევით-სამეცნიერო მოღვაწეობას ეწევიან: სოფლის მეურნეობის ვ. ი. ლენინის სახელობის საკავშირო აკადემიის აკადემიკოსი, პროფ. ი. ხოხლოვი, დოც. გ. ცაგარელი, დოც. ა. ჯერვალიძე, უ/მ. გ. აღასანია, ასისტენტები: ე. ჭეიძე, რ. ცაგარელი, გ. მოსაშვილი, ო. ქის-ტაური. საათური ანაზღაურების წესით მოწვეული არიან ტმკ გ. ჩიტაია, ინჟინ-



რები: ც. დათუციშვილი, ვ. რთველიაშვილი, თ. თაღიაშვილი, ს. გულუაშვილი და სხვები. კათედრის წევრი ტექ ა. ასათიანი ზემდგომი ორგანოების მიერ მივლინებულია ხელმძღვანელ თანამდებობაზე.

კათედრა ყოველწლიურად აღმოჩენებს სასწავლო პროცესში მუშაობის სრულყოფილი, თანამედროვე ტექნიკით და აპარატურით აღჭურვილი. ლაბორატორიები: აგრეგატების დაკომპლექტების, მანქანათა ტექნიკური მომსახურების და დიაგნოსტიკის, ტენზომეტრიული გაზომვების, შრომის დაცვისა და სახანძრო უსაფრთხოების საშუალებებისა და ცოდნის მანქანური კონტროლის.

მომზადებულია და გამოცემულია 18 სახელმძღვანელო-მონოგრაფია ბროშურა და დიდი რაოდენობის მეთოდური მითითებები.

კათედრა ნაყოფიერ მუშაობას ეწევა კვლევით-სამეცნიერო დარგში. ბოლო წლებში დამუშავდა თემები: სატრაქტორო აგრეგატების მუშაობის რეჟიმების დადგენა ფერდობების დამუშავებისას, საძოვრების და სათიბების ძირეული და ზედაპირული დამუშავების ტექნოლოგია, ფერდობებზე თავთავიანი კულტურების ამღები კომბაინის მუშაობის გამოკვლევა, კარტოფილის მოვლა-მოყვანასა და აღებაზე გამოყენებული აგრეგატების ოპტიმალური პარამეტრების დადგენა. თემები დამუშავებულია მაღალ თეორიულ დონეზე, ექსპერიმენტები ტარდებოდა ელექტრონულ-ტენზომეტრიულ, თანამედროვე ხელსაწყო-მოწყობილობებით, კათედრაზე შექმნილია სათანადოდ სრულყოფილი კვლევითი ბაზა.

კათედრის კვლევით მუშაობაში კათედრის წევრების გარდა მონაწილეობას ღებულობენ სხვა კათედრების და კვლევითი დაწესებულებების ასპირანტები, ფაკ-ის წარჩინებული სტუდენტები.

ბოლო 5 წლის განმავლობაში დატულია 4 და დასაცავად მომზადებულია 4 საკანდიდატო, 1 სადოქტორო დისერტაცია. კათედრის წევრების მიერ სულ გამოქვეყნებულია 250-ზე მეტი სამეცნიერო შრომა.

კათედრაზე საგნის სწავლების და კვლევითი მუშაობის ხაზით განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა მტა ოპტიმალური პარამეტრების და მტპ ოპტიმალური სტრუქტურის დადგენის და წარმოებაში დანერგვის საკითხებს. მუშავდება მათემატიკური პროგრამირებისა და მოსავლის პროგნოზირების მეთოდების საკითხები.

კათედრას მკიდრო საქმიანი კავშირი აქვს სსრკ სასწავლო და კვლევით სამეცნიერო დაწესებულებებთან.

კათედრის წევრები წარმატებით მუშაობენ საშეფო დახმარების ხაზით, ნერგავენ მეცნიერების და პრაქტიკის მოწინავე მიღწევებს, რაც დიდ ეკონომიურ ეფექტს აძლევს წარმოებას.

მიმდინარე წლის აგვისტოში, ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს დადგენილებით შრომის დაცვის კათედრა გამოყოფილია, ის დამოუკიდებლად შევა ფაკ-ის შემადგენლობაში.

გამოყენებითი მექანიკის კათედრა. კათედრა ჩამოყალიბდა 1938 წლის დეკემბერში. კათედრის პირველ გამგედ დანიშნული იყო დოც. ი. ვაწაძე, 1947 წლიდან კი დოც. გ. ცქიფურიშვილი.



1972 წლიდან კათედრას ხელმძღვანელობს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, პროფ. ე. სეხნიაშვილი.

კათედრა აერთიანებს დისციპლინებს: „მასალათა გამძლეობის მექანიკა“, „მექანიზმების და მანქანების თეორია“, „მანქანათა ნაწილები და ამწე-სატრანსპორტო მანქანები“, „გამოყენებითი მექანიკა“ და „ტექნიკური მექანიკა“. კათედრა მეცადინეობებს ატარებს მექანიზაციის და ელექტროფიკაციის, ჰიდრომელიორაციის, ტექნოლოგიისა და სატყეო-სამეურნეო ფაქულტეტებზე.

კათედრის შტატში ამჟამად ირიცხება: დოცენტები დ. თაქთაქიშვილი, ნ. ხუხუნაიშვილი, ჯ. ნადირაშვილი, უ/მ მ. წოწკოლაური, ასისტენტები: რ. კახნიაშვილი, ტ. პანიევა, უფ. ლაბ. თ. ნარიმანიძე, სასწ. მოხ. ნ. შუბითიძე და ლაბ. ლ. მისურაძე. კათედრაზე რიგი წლების განმავლობაში მუშაობდნენ აწ განსვენებული დოც. ა. ჯაბუა, უფ. მასწავლებელი გ. სვანიძე, სასწავლო ნიშნულე მ. კოლესნიკოვი.

კათედრა მაღალ დონეზე ატარებს სასწავლო პროცესს, გააჩნია თანამედროვე დანადგარებით და აპარატურით მოწყობილი, „მასალათა გამძლეობისა და მექანიზმების თეორიის და მანქანათა ნაწილების“ ლაბორატორიები, კათედრის ლაბორატორიაში მზადდება სასწავლო მოდელები, ხელსაწყოები და ნიმუშები.

კათედრის წევრები ნაყოფიერ მუშაობას ეწევიან გამოცემლობის ხაზით. მომზადებულია რა გამოცემულია 10 სახელმძღვანელო, მონოგრაფია, ბროშურა და მრავალი მეთოდური მითითება.

კათედრის ყველა წევრი ჩაბმულია საბიუჯეტო და სახელმწიკრულებო ოქმების დამუშავებაში. ოქმების უმეტესობა დანერგულია წარმოებაში. ასეთებია: „ჰიდროქურთ და წნევის მათანაბრებელი მილი“ (დოც. ი. ვაწაძე), „მსუბუქი რკინა-ბეტონის გამოყენება მაღლივ შენობებში სეისმურ რაიონებში“ (პროფ. ე. სეხნიაშვილი), მაღალშტამბიანი სასუფრე ჯიშის ვენახის რკინა-ბეტონის საყრდენი კონსტრუქციები და სეტყვისაგან ვენახის დამცველი მოწყობილობა. დანერგულია ცენტრალური რკინა-ბეტონის ანძები. დოც. დ. თაქთაქიშვილის ხელმძღვანელობით მუშავდება „გაუმჯობესებული ვერტიკალური შპალერი და სეტყვისაგან ვენახის დამცავი მოწყობილობა“, ამ საკითხებთან დაკავშირებით მას მიღებული აქვს 4 საავტორო მოწმობა.

დოც. ნ. ხუხუნაიშვილი მუშაობს სასოფლო-სამეურნეო მანქანებში გამოყენებული სივრცითი მექანიზმების კინემატიკისა და კინეტოსტატიკის საკითხებზე. დოც. ჯ. ნადირაშვილი — თამბაქოს ფოთლების ამკრეფი მოწყობილობის მექანიზმზე, მიღებული აქვს 1 საავტორო. მ. წოწკოლაურის მიერ კონსტრუირებული და დამზადებულია ვენახის მეჩხერიანობის სალიკვიდაციო მანქანა, რომელმაც გაიარა გამოცდა. ამჟამად წარმოებს ტექნიკური დოკუმენტაციის შედგენა საგამოცდო ეგზემპლარის დასამზადებლად (მიღებული აქვს 5 საავტორო).

**ფიზიკის კათედრა.** სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზოგადი ფიზიკის კათედრას, რომელიც აგრეთვე ემსახურებოდა აგრონომიულ ფაქულტეტს, ხელმძღვანელობდა პროფ. ა. დიდებულისძე. უნივერსიტეტიდან სასოფლო-სამეურ-



ნეო ინსტიტუტის გამოყოფის შემდეგ 1930 წ. ჩამოყალიბდა ფიზიკისა და მეტეოროლოგიის კათედრა, რომლის გამგედ არჩეული იყო პროფ. ი. გაჩეჩილაძე, მას დიდი დამსახურება მიუძღვის ფიზიკისა და მეტეოროლოგიის განვითარების გაუმჯობესების საქმეში. მანვე შეილთან ერთად, მოაწყო ქვემოთაღნიშნული იესო ლაბორატორია. ფიზიკის კათედრას ხელმძღვანელობდნენ: დოცენტები ა. გაჩეჩილაძე, ვ. ლომინაძე, ვ. ქათამაძე, ხოლო 1962 წელს არჩეული იყო პროფ. ს. გუნია, რომელიც მას ხელმძღვანელობდა გარდაცვალებამდე (1977 წ.).

კათედრაზე სხვადასხვა დროს პედაგოგიურ მოღვაწეობას ეწეოდნენ დოცენტები: ვ. მამასახლისოვი, კ. კელენჯერიძე, გ. ლლონტი, ე. მიქაძე, რ. ციტაიშვილი, გ. ასლანიძე, კ. გორდენიანი, ნ. ყიფშიძე, გ. შენგელია, ი. სააკაშვილი, გ. დოცენკო.

ამჟამად კათედრაზე მუშაობენ: პროფ. გ. ჩიჩუა, დოცენტები: გ. ესიაშვილი, ი. გაფრინდაშვილი, ნ. ნადიბაიძე, უფ. მასწ. ბ. მიშველაძე, ზ. სურგულაძე, ასისტ. თ. მეგრელიშვილი, უფ. ლაბორანტი რ. თაქთაქიშვილი, ლაბორანტები: რ. კვანტალიანი, ნ. კიკოშვილი, და ნ. ხარჩილაძე. კათედრის განვითარებაში აქტივობის საღმრთო სალექციო აუდიტორია და ლაბორატორიები.

კათედრის თანამშრომლები ეწევიან ინტენსიურ კვლევით-სამეცნიერო მუშაობას. მათ სასახელოდ უნდა აღინიშნოს, რომ ფიზიკის საკითხები დაკავშირებულია ნიადაგის, მცენარის, კლიმატის შესწავლასთან სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გადიდების მიზნით. ასე, მაგალითად: „ქვემოქუხილის პროცესები ამიერკავკასიის პირობებში“ (პროფ. ს. გუნია), რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ამინდის პროგნოზირებისა და სეტყვისთან ბრძოლის საქმეში. „საქართველოს ნიადაგის ძირითადი ტიპების სითბურ მახასიათებლებს“ აქვს თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა, შედეგების დიდი ნაწილი გამოქვეყნებულია მონოგრაფიებში (პროფ. გ. ჩიჩუა). „მცენარეების დამოკიდებულების გამოკვლევა ნიადაგსა და ნიადაგის ჰაერთან“. „რადიაციული ბალანსის ზოგიერთი მახასიათებელი და მისი როლი ტემპერატურული ველის ფორმირებისათვის“ (დოცენტები ი. გაფრინდაშვილი, ნ. ნადიბაიძე). ამ თემების შედეგებს დიდი მნიშვნელობა აქვს სოფლის მეურნეობის პრაქტიკული საკითხების გადაწყვეტაში.

კათედრის წევრები ნაყოფიერ მუშაობას ეწევიან გამომცემლობის და მეოთხედი მუშაობის დარგში.

სკკ XXV ყრილობის გადაწყვეტილებების შუქზე ფიზიკის კათედრამ სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობა დაუკავშირა ფიზიკის მიღწევების გამოყენებას სოფლის მეურნეობაში. მე-10 ხუთწლედში კათედრის წევრები მუშაობენ პრობლემის: „საქართველოს ნიადაგისა და ატმოსფეროს ქვედა ფენების ზოგიერთ ფიზიკური მახასიათებლის დადგენის“ ცალკეული საკითხების შესწავლისა და პრაქტიკული შედეგების მიღებაზე, რომლებსაც ექნებათ გარკვეული მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობის აქტუალური საკითხების გადაჭრის საქმეში.

ელექტროამპრაჟისა და ელექტროტექნიკის კათედრა დამოუკიდებელ კათედრად სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში ჩამოყალიბდა 1938 წ. კათედრის გამგედ არჩეული იყო ცნობილი მეცნიერი და საზოგადო მოღვაწე აკად. ა. დიდ-

ბუღიძე, პროფ. ა. დიდებულის ძირითად სამუშაოდ საქართველოს მეტროლოგიაში და აკადემიაში გადასვლის გამო 1946 წ. კათედრის გამგედ დანიშნა დოც. ნ. ზირაქაძე.

## ეროვნული მეტროლოგიის

კათედრა მეტად ნაყოფიერ მუშაობას ეწეოდა სოფლის მეურნეობის ელექტროენერჯის გამოყენების სხვადასხვა საკითხის დანერგვაში. კათედრა სასწავლო პროცესს ატარებდა ინსტიტუტის ყველა ფაკულტეტზე და კითხულობდა დისციპლინებს: საინჟინრო სპეციალობებზე — ელექტროტექნიკის ზოგად კურსს, ხოლო აგრონომიულ სპეციალობებზე — ს. მ. ელექტრიფიკაციას.

1963 წლიდან ს. მ. მექანიზაციის ფაკულტეტთან დაარსდა სოფლის მეურნეობის ელექტრიფიკაციის სპეციალობა, რის შემდეგ კათედრა მაპროფილებელი გახდა. კათედრაზე იკითხებოდა 14 საგანი, გაიზარდა კათედრის წევრთა რიცხვი. 1966 წ. კათედრის გამგედ დანიშნა დოც. შ. აბზიანიძე. კათედრაზე სხვადასხვა პერიოდში პედაგოგიურ საქმიანობას ეწეოდნენ: დოც. ნ. ვარდანიძე, ასისტენტები ა. ისაკაძე და ა. კოტია.

1977 წ. კათედრის გამგედ არჩეულ იქნა საკავშირო სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, პროფ. ვ. მეტრეველი.

ამჟამად კათედრის შტატში ირიცხებიან: დოც. ვ. ქაშაყაშვილი, უფრ. მ.ს.წ. ელმბლები ა. დიდებულიძე, ი. კაკიაშვილი, შ. ქელიძე, ასისტ. გ. ლოლობერიძე, ს.ს.წ. მოხ. გ. ქუთათელაძე, ლაბ. რ. მამალაძე და ნ. კენჭიაშვილი. კათედრას გააჩნია კეთილმოწყობილი ლაბორატორიები, აღჭურვილი თანამედროვე ელექტროდანადგარებით და აპარატებით, სასწავლო პროცესში ფართოდ ინერგება თანამედროვე ტექნიკური საშუალებები.

კათედრასთან ჩამოყალიბებულია დარგობრივი სამეცნიერო-კვლევითი ლაბორატორია. კვლევით მუშაობაში ჩაბმულია კათედრის ყველა წევრი და სტუდენტობა. ამჟამად მუშავდება ისეთი აქტუალური თემები, როგორცაა ენახების მოსავლის პროგრამირების ტექნიკური საშუალებების დამუშავება და მთის პირობებში საკვებმომპოვების ელექტრომექანიზაცია.

კათედრის წევრები ნაყოფიერად მუშაობენ სასწავლო-მეთოდურ დარგში. ქართულ ენაზე მომზადებულია და გამოცემულია 7 სახელმძღვანელო და სალექციო კურსი, აგრეთვე რამდენიმე მეთოდური მითითება.

1969 წ. კათედრას გამოეყო სოფლის მეურნეობის ელექტრიფიკაციის კათედრა.

**სოფლის მეურნეობის ელექტრიფიკაციის კათედრა.** საქართველოს შრომის წითელი დროშის ორდენოსანი სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ს/მ ელექტრიფიკაციის კათედრა ჩამოყალიბდა 1969 წელს ელექტროტექნიკის კათედრის გაყოფის შედეგად. დაარსების დღიდან კათედრას ხელმძღვანელობს დოც. ვ. მშვიდლობაძე. კათედრა არის მაპროფილებელი ს/მ ელექტრიფიკაციის სპეციალობისათვის, დაარსების დღიდან გამოშვებულია 200-მდე სტუდენტი, მათ შორის 12 წარჩინებული დიპლომით. ასპირანტურა დაამთავრა 2 ასპირანტი, ამჟამად სწავლობს 1 დასწრებული და ორი დაუსწრებელი ასპირანტი. უნდა აღინიშნოს, რომ კათედრა ფართო პროფილისაა, მისი 5 მასწავლებელი კითხუ-



ლობს 15 საგანს როგორც დღის დასწრებულ, ასევე დაუსწრებელ განყოფილებებზე და კვალიფიკაციის ამაღლების კურსებზე.

კათედრის შტატში ირიცხება: დოც. გ. მშვიდლობაძე, პროფ. მარქანაძე, დოც. გ. ტიციშვილი, ასისტენტები: დ. იმნაძე, ა. ვაშაქიძე, უფ. მექანიკოსი გ. რუსია, ლაბორანტი გ. ბიბილეიშვილი.

ინსტიტუტის სამეცნიერო-თემატური გეგმის შესაბამისად კათედრაზე და-მუშავებულია სამეცნიერო თემა: «Исследование фактических и проектирование перспективных режимов с.-х. нагрузок по Груз. ССР», რომელიც შესრულებულ იქნა „სელენერგოპროექტის“ უკრაინის განყოფილებასთან დადებული სახელშეკრულებო თემის შესაბამისად 1972—1973 წლებში. კათედრაზე მუშავედა თემა: «მცირე მექანიზაციის ელექტრიფიცირებული ტექნიკური საშუალებების დამუშავება მებაღეობისათვის, მევენახეობისა და მეცხოველეობისათვის: შექმნილია ხელის სათიბელას ორი კონსტრუქცია და გადასაგორებელი ელექტროსათიბელა, ამ მანქანების საცდელი პარტიები მომზადებულია საველე გამოცდებისათვის. დამთავრებულია საპროექტო დოკუმენტაცია ხელის ელექტრიფიცირებული ხერხისათვის.

კათედრის თანამშრომლები ლებულობენ მონაწილეობას რესპუბლიკურ და რეგიონალურ სამეცნიერო კონფერენციებში, აქვეყნებენ სამეცნიერო შრომებს. სულ 1972—1976 წლებში მათ მიერ გამოქვეყნებულია 45 შრომა, მათ შორის 4 — საკავშირო ჟურნალებში.

კათედრის წევრები იმალდებენ თავის კვალიფიკაციას, უკანასკნელ წლებში კვალიფიკაციის ამაღლების კურსები დაამთავრეს დოც. გ. მშვიდლობაძემ, ასისტ. ა. ვაშაქიძემ, ასისტ. დ. კახიანმა, დოც. ა. ტიციშვილმა, ასისტ. დ. კახიანმა და იცვა საკანდიდატო დისერტაცია.

ს/მ ელექტრიფიკაციის კათედრაზე ამჟამად მოწყობილია 5 ლაბორატორია; ძირითადად სალაბორატორიო სტენდები აღჭურვილია ახალი მოწყობილობებით.

**მანქანათა სასწავლო პარკი.** სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის სტუდენტების მიერ ტექნიკის გამოყენების და მართვის უკეთ დაუფლების მიზნით, ტექტორის ბრძანებით ჩამოყალიბდა მანქანათა სასწავლო პარკი:

პარკი აღჭურვილია თანამედროვე ტექნიკით: ტრაქტორებით, სას.-სამ. მანქანა-იარაღებით და ავტომობილებით. სასწავლო პარკში საინჟინრო და აგრონომიული სპეციალობის სტუდენტებს ასწავლიან ტექნიკის მატერიალურ ნაწილს, ტრაქტორების, რთული სას.-სამ. მანქანებისა და ავტომობილების გამოყენებასა და მართვას. ამ საქმეს ხელმძღვანელობს უ/მ კ. გაბრიჩიძე.

ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებლები და სტუდენტობა საუკეთესო მიღწევებით ხვდებიან დიდი ოქტომბრის სოციალისტური რევოლუციის მე-60 საიუბილეო წელს, ინსტიტუტის მთლიან კოლექტივთან ერთად ეხმაურებიან სკკპ პარტიის და მთავრობის მოწოდებებს და დავალებების შესრულების საქმეში მუდამ მოწინავეთა რიგებში არიან. აღსანიშნავია ფაკულტეტის საქმიან-





ნობა შრომაში, სწავლაში, მეცნიერულ მუშაობასა და მოწინავე გამოცდლებს დანერგვის საქმეში.

ფაკულტეტის სტუდენტების 40% გაერთიანებულია სამეცნიერო-საგანმანათლებლო დაწესებულებაში, ყოველწლიურად 100-ზე მეტი სტუდენტი გამოდის მოხსენებებით, რეფერატულ და კვლევითი ხასიათის თემებზე საფაკულტეტო, საქალაქო, რესპუბლიკურ და საკავშირო კონფერენციებზე.

1956 წლიდან 5 წლის განმავლობაში, ყოველწლიურად ფაკულტეტის 120—150 სტუდენტი მონაწილეობდა ყამირ მიწებზე მოსავლის აღების საქმეში. მიღწეული წარმატებებისათვის ფაკულტეტის 24 წარმომადგენელი დაჯილდოებული იყო მთავრობის ჯილდოთი, მედლით „ყამირის ათვისებისათვის“.

საქ. კპ ცკ და ს. მ. სამინისტროს დავალებით ფაკ-ის თანამშრომლებისა და სტუდენტების მიერ 1961 წელს დანერგილი იყო სიმინდის კვადრატულ-ბედობრივი თესვა 1000 ჰა ფართობზე გარდაბნის რაიონის ჯანდარის საბჭოთა მეურნეობაში—ამ საქმეში თავი ისახელეს: ზ. ხანთაძემ, ა. აფხაიძემ, ი. თუმეშვილმა, ე. რამაზაშვილმა, ნ. სურგულაძემ, რ. ცაგარელმა და 40-მა სტუდენტმა გ. ქურდიანის, ა. ასათიანის და გ. ჩიტაიას ხელმძღვანელობით.

ბოლო ხუთი წლის განმავლობაში ფაკულტეტის თანამშრომლები და 200—300 სტუდენტი ყოველწლიურად მონაწილეობას ღებულობს რესპუბლიკის საბჭოთა მეურნეობებში მოსავლის აღებაში, თივის დამზადებაში, ხვნასა და მშენებლობებზე. მათი წარმატებები აღნიშნულია მთავრობის ჯილდოებით, მაღლობებითა და სიგელებით.

ფაკულტეტის პარტიული ორგანიზაცია და კათედრები დროულად გამოეხმაურნენ ზემდგომი ორგანოების დადგენილებას და კვლევითი მუშაობის შედეგებს უშუალოდ წარმოებში.

ფაკულტეტმა წარმატებით შეასრულა დიდი ოქტომბრის სოციალისტური რევოლუციის მე-60 საიუბილეო წელთან დაკავშირებული ვალდებულებები.





1651

ბ. ჩიკვაშვილი

სასოფლო-სამეურნეო მიწებისა და სარწყავ-მაშრომბი სისტემების  
 რაციონალურად გამოყენების ძირითადი საკითხები

1. ზოგადი მონაცემები ჰიდრომელიორაციის ფაქტორების საქმიანობაზე.

ჩვენს ქვეყანაში კომუნისტური საზოგადოების მშენებლობის პროგრამა სოფლის მეურნეობის წინაშე აყენებს უდიდეს ამოცანებს, რომელთა სწორ და დროულ გადაწყვეტაზე ბევრად არის დამოკიდებული სოციალიზმიდან კომუნიზმში გადასვლის დაჩქარება.

ისმება კითხვა — როგორია ამ პასუხსაგები ამოცანების გადაწყვეტის გზები? სოფლის მეურნეობის განვითარების გამაძლეველი ფაქტორია სასოფლო-სამეურნეო წარმოების მექანიზაცია და ელექტრიფიკაცია, მელიორაცია და ქიმიზაცია.

სკკ ცენტრალური კომიტეტის დადგენილებაში ხაზგასმით არის აღნიშნული — სოფლის მეურნეობის წარმოება უნდა იყოს იმგვარად ორგანიზებული, რომ მან ყოველწლიურად, ყოველგვარ ამინდში უზრუნველყოს საჭირო რაოდენობის სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოება. ამ ამოცანის გადაწყვეტა კი შეიძლება მხოლოდ და მხოლოდ მელიორაციული მიწათმოქმედების ფართო განვითარებით.

ჩვენი მთავრობა ყოველწლიურად უამრავ თანხას ხარჯავს სარწყავი სისტემების მშენებლობაზე. თუ, მაგალითად, საბჭოთა ხელისუფლების დამყარებამდე საქართველოში საინჟინრო ტიპის მხოლოდ ერთი — ყარაიაზის სარწყავი სისტემა და თხუთმეტამდე პატარ-პატარა არხი არსებობდა, ამჟამად რესპუბლიკაში ფუნქციონირებს საინჟინრო ტიპის მრავალი სარწყავი სისტემა უნიკალური და ურთულესი ჰიდროტექნიკური ნაგებობებით, როგორც, მაგალითად, ალაზნის, სამგორის, ტირიფონის, სალთვისის, ტაშისკარის, თეზი-ოკამის, მუხრანის, საბჭოთა მაშველის და ა. შ. მშენებლობის პროცესშია ისეთი უნიკალური და ურთულესი ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მქონე ობიექტები, როგორიცაა ზემო ალაზნის სარწყავი სისტემა, 80 მეტრი სიმაღლის წყალსაცავიანი კაშხალი მდინარე პატარა ლიახზე, ზილიჩის სარწყავი სისტემა და მრავალი სხვა.

რესპუბლიკაში დიდი სამუშაოებია ჩატარებული და ამჟამადაც მიმდინარეობს მუშაობა კოლხეთის ქარბტენიანი მიწების დასაშრობად, ალაზნის მლა-2. შრომები, ტ. 101, 1977

კ. ბარჭისის სახ. საქ. სსრ  
 მახვომწიფო რესპუბლიკა

შე მიწების სასოფლო-სამეურნეო მიზნით გამოყენებისათვის, სასოფლო-სამეურნეო წყალმომარაგების, საძოვრების გაწყლიანებისა და სხვა მრავალ მელიორაციულ საკითხებთან დაკავშირებულ დარგებში.

ერქვენული

ყველა ზემოთ აღნიშნულ მელიორაციულ ღონისძიებებში მნიშვნელოვანი როლი წყალსამეურნეო ობიექტების დაპროექტებას, შენებასა და ექსპლუატაციას, საბჭოთა მეურნეობებსა და კოლმეურნეობებში მელიორაციული მიწათმოქმედების წარმართვას ხელშეწყობენ მელიორატორები.

სწორედ ასეთი კადრების აღზრდას ემსახურება სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ჰიდრომელიორაციის ფაკულტეტი.

ჰიდრომელიორაციის ფაკულტეტი საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში 1974 წელს ჩამოყალიბდა. იგი აერთიანებს ორ განხრას: საკუთრივ ჰიდრომელიორაციას და აგრომელიორაციას. ჰიდრომელიორაციის განხრის დამთავრების შემდეგ სტუდენტს ენიჭება „ინჟინერ-ჰიდროტექნიკოსის“ კვალიფიკაცია, რომლის საქმიანობის ძირითად სფეროს წყალსამეურნეო ობიექტების დაპროექტება, მშენებლობა და ექსპლუატაცია შეადგენს.

აგრომელიორაციის განხრის დამთავრების შემდეგ სტუდენტებს ენიჭებათ სწავლული აგრონომის კვალიფიკაცია და მათი გამოყენება წარმოებაში ძირითადად ხდება სარწყავი ან დაშრობილი მიწების ზონაში.

თანახმად ჩვენი რესპუბლიკის განვითარების პერსპექტიული გეგმისა, უახლოეს ათწლეულში საქართველოში გათვალისწინებულია დაპროექტდეს და აშენდეს ახალი სარწყავი სისტემები 200—230 ათას ჰა ფართობზე, მოხდეს რეკონსტრუქცია და ამალდეს წყლით უზრუნველყოფა არსებულ სარწყავ სისტემებზე, რომლებიც ემსახურებიან 170—200 ათას ჰა ფართობს. მომავალში გათვალისწინებულია დამატებით 40 ათასი ჰა ფართობის დაშრობა, შემდგომ 5—10 წელიწადში — კოლხეთის მიწების სრული დაშრობა და ათვისება.

აღნიშნულთან ერთად, თუ გავითვალისწინებთ ამჟამად რესპუბლიკაში სოფლის ქვეფური წყალსადენების მასობრივ მშენებლობას, საძოვრების გაწყლიანებით და ამავე დროს მელიორირებული მიწების ექსპლუატაციის აუცილებლობას, მაშინ ნათელი ხდება, თუ რა დიდი პერსპექტივებია ჩვენს რესპუბლიკაში (მით უმეტეს კავშირის მასშტაბით) იმ სტუდენტებისათვის, რომელთაც ჰიდრომელიორაციის ფაკულტეტი ამზადებს.

ფაკულტეტი აღჭურვილია სასწავლო, სამეცნიერო-კვლევითი ლაბორატორიებით, სამხაზველო აუდიტორიით. ფაკულტეტზე ჩამოყალიბებულია სამეცნიერო და საგნის მოყვარულთა წრეები. სტუდენტები გაერთიანებული არიან სპორტის სხვადასხვა სახეში, მხატვრულ თვითმოქმედებაში და ა. შ.

სტუდენტები სასწავლო და სამშენებლო-საექსპლუატაციო პრაქტიკას გადიან ინსტიტუტის სასწავლო-საცდელ მეურნეობებში, რესპუბლიკის მსხვილ სამშენებლო წყალსამეურნეო ობიექტებზე, მელიორაციისა და წყალთა მეურნეობის სამინისტროს სისტემაში შემავალ სამშენებლო და საექსპლუატაციო ობიექტებზე, საპროექტო ინსტიტუტებში.



ჰიდრომელიორაციის ფაკულტეტის კურსდამთავრებულებზე დიდი მთხოვნილებაა. მათ შეუძლიათ წარმატებით იმუშაონ როგორც სოფლად, ისე ქალაქად სხვადასხვა სასწავლო, სამეცნიერო-კვლევით და საპროექტულ სფეროებში, საპრობლემო ლაბორატორიებსა და ყველა იმ სასწავლო და სამეცნიერო დაწესებულებაში, სადა მოხერხდება მათი დასაქმება. ამ კიდევ მის მავნე მოქმედებასთან ბრძოლის საკითხებს შეეხება.

ჰიდრომელიორაციის ფაკულტეტი ხუთ კათედრას აერთიანებს (მათ შორის სამი კათედრა მაპროფილებელია), სახელდობრ:

1. ჰიდრაულიკის და სასოფლო-სამეურნეო ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კათედრა (გამგე - პროფ. ო. ნათიშვილი).
2. სასოფლო-სამეურნეო მელიორაციის კათედრა (გამგე დოც. გ. ტულუნი);
3. ჰიდრომელიორაციულ სისტემათა ექსპლუატაციის კათედრა (გამგე პროფ. ბ. ჩიკვაშვილი);
4. უმაღლესი მათემატიკისა და თეორიული მექანიკის კათედრა (გამგე დოც. კ. კვანტალიანი);
5. მხაზველობითი გეომეტრიისა და სამშენებლო ხაზვის კათედრა (გამგე - პროფ. ე. მჭედლიშვილი);

დასახელებულ კათედრებზე მომუშავე პროფესორ-მასწავლებლები დიდი აღზარდობით ეგებებიან დიდი ოქტომბრის სოციალისტურ რევოლუციის გამარჯვების მოახლოვებულ საიუბილეო-მესამოცე წლისთავს. მათ მიერ დამუშავებული რიგი პრობლემატურ-მეცნიერული საკითხი სრულდება დევიზით: „ღირსეულად წევხვდეთ ოქტომბრის რევოლუციის გამარჯვების მესამოცე — საიუბილეო წლისთავს“. ფაკულტეტის კურსდამთავრებული სპეციალისტები საქმიანი შერბრთებით მუშაობენ წყალსამეურნეო ობიექტების მშენებლობისა და ექსპლუატაციის სხვადასხვა დარგებში, ბევრი მათგანი ხელმძღვანელობს წამყვან სამინისტროებს და უწყებებს. ნაწილმა კი დაიცვა სამეცნიერო დისერტაციები და დიდი წარმატებით მოღვაწეობს სხვადასხვა მაპროფილებელ სამეცნიერო-კვლევით და სასწავლო ინსტიტუტებში. მაგალითისათვის შეიძლება დავთვალოთ, რომ საქართველოს მელიორაციისა და წყალთა მეურნეობის მინისტრის პირველ მოადგილედ მუშაობს ჰიდრომელიორაციის ფაკულტეტის კურსდამთავრებული ჯ. ქაჯაია, იმავე სამინისტროს წყალსამეურნეო ობიექტების ექსპლუატაციის მთავარ სამმართველოს ხელმძღვანელობს ჯ. ტვილდიანი, ხოლო სოფლის წყალსადენების ექსპლუატაციის მთავარ სამმართველოს კიტქენ. მეცნ. კანდიდატი ვ. მულაძე, პედაგოგიურ მოღვაწეობას ეწევიან დოც. თ. ქაცარავა, დოც. ა. ხურცილავა და სხვ.

ფაკულტეტის წამყვანი პროფესორ-მასწავლებლების მიერ გამოცემული მრავალი მეცნიერული მონოგრაფია, სტატია, სასწავლო სახელმძღვანელო და მეთოდური მითითება, ისინი აქტიურ მონაწილეობას ღებულობენ და გამოდიან მოხსენებებით მსოფლიო და საკავშირო სიმპოზიუმებსა და სემინარებზე, კონფერენციებზე, ჰიდრაულიკის, ჰიდროდინამიკისა და ჰიდრომელიორაციის პროფილით, ნაყოფიერ საზოგადოებრივ მუშაობას ეწევიან კავშირის მასშტაბით მო-



ნათესავე ინსტიტუტებისა და ორგანიზაციების სამეცნიერო კვლევებსა და კოლეგიებში, როგორც მათი წევრები. ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებელთა ხელმძღვანელობით დაცულია მრავალი საკანდიდატო დისერტაცია და აგრეთვე მიღებულია საავტორო მოწმობები გამოგონებებზე.

ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებელთა ხელმძღვანელობით სტუდენტები მონაწილეობას ღებულობენ კათედრების სამეცნიერო თემატიკაში, ამუშავებენ სამეცნიერო საკითხებს და გამოდიან მოხსენებებით საკავშირო, რესპუბლიკურ, საქალაქო და საინსტიტუტო კონფერენციებზე.

ფაკულტეტს მჭიდრო სამეცნიერო კავშირი აქვს საბჭოთა კავშირის მრავალ სამეცნიერო და სასწავლო ინსტიტუტთან, როგორც მაგალითად, მოსკოვის ჰიდრომელიორაციულ სასწავლო, ლენინგრადის ჰიდროტექნიკის საკავშირო სამეცნიერო-კვლევით, ლენინგრადის პოლიტექნიკურ, ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის საკავშირო და სხვადასხვა რესპუბლიკების სამეცნიერო-კვლევით, საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტებთან, მოსკოვის, ლენინგრადის და თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტებთან და სხვ.

ქვემოთ ზოგადად ჩამოყალიბებულია ყველა ის საკითხი, რომელთა მეცნიერული შესწავლა მიმდინარეობს (ან კიდევ განზრახულია მომავალში) ფაკულტეტის მპროფილებელ კათედრებზე.

**II. სასოფლო-სამეურნეო მიწებისა და მელიორაციული სისტემების რაციონალურად გამოყენების ზოგიერთი საკითხი**

ცნობილია, რომ სოფლის მეურნეობის პროდუქტების კვლავწარმოების გაფართოება შეიძლება განხორციელდეს ორი ძირითადი გზით: ექსტენსიურად, როცა სოფლის მეურნეობის პროდუქციის გადიდება აღწევნ მხოლოდ დასამუშავებელი მიწის ფართობების გადიდებით და ინტენსიურად, როცა ერთსა და იმავე მიწის ფართობზე იღებენ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის სულ უფრო და უფრო მზარდ რაოდენობას მიწათმოქმედების მაღალი კულტურის, მეცნიერებისა და ტექნიკის ახალი მიღწევების მაქსიმალურად გამოყენებისა და სარწყავი მიწათმოქმედების შემოღების შედეგად მიწის ნაყოფიერების გადიდების ანგარიშზე.

მიწათმოქმედების განვითარების ექსტენსიური გზა, უდავოდ, არ გამოდგება სოფლის მეურნეობის პროდუქტების წარმოების გადიდების ძირითად მიმართულებად, რადგანაც ჭერ ერთი, იგი ვერ უზრუნველყოფს მიწის ნაყოფიერების ზრდას და მეორეც, დასამუშავებელი მიწების ფართობების გადიდება არ შეიძლება დაუსრულებელი იყოს სასოფლო-სამეურნეო მიწის მასივების სივრცის შეზღუდულობის გამო. ასე, რომ სოფლის მეურნეობის მაქსიმალურად განვითარების ძირითად გზად უნდა ჩაითვალოს მეურნეობის ინტენსიური წარმოება და ამის საფუძველზე თითოეულ ჰა მიწის ფართობზე სოფლის მეურნეობის პროდუქციის მოსავლიანობის გადიდება ერთეულ პროდუქციაზე შრომისა და წარმოების საშუალებათა დანახარჯების ერთდროულად მაქსიმალურად შემცირებით.



ვ. ი. ლენინი, იკვლევდა რა სოფლის მეურნეობის განვითარებას, საზღვარ-  
 მით აღნიშნავდა, რომ „სოფლის მეურნეობა აქ ვითარდება უმეტესწილად ტექ-  
 ტენსურად, არა დამუშავებული მიწის რაოდენობის გადიდებით, არამედ დამუშავების ხარისხის გაუმჯობესების საშუალებით. მიწის წინანდელ  
 რაოდენობაში დაბანდებული კაპიტალის ოდენობის გადიდების საშუალებით  
 (ვ. ი. ლენინი, თხზ. ტ. 22, გვ. 73—74, ქართული გამოცემა).

სოფლის მეურნეობის ინტენსიფიკაციის გადამწყვეტ ფაქტორებად უნდა  
 ჩაითვალოს სოფლის მეურნეობის სამუშაოთა წარმოების მექანიზაცია და  
 ელექტრიფიკაცია, ირიგაცია და მელიორაცია, ქიმიური მრეწველობისა და სო-  
 ფლის მეურნეობის მეცნიერებათა მიღწევების გამოყენება, მეურნეობის, მი-  
 წათმოქმედებისა და მეცხოველეობის გაძღოლის მეცნიერულად დასაბუთებუ-  
 ლი სისტემების რაციონალურად და დროულად დანერგვა, ნიადაგის ჩამორე-  
 ცხვის საწინააღმდეგო ღონისძიებათა და აგრეთვე სასოფლო-სამეურნეო  
 წარმოების ყველა დარგის ინტენსიფიკაციის ხელშემწყობი სხვა ღონისძიებე-  
 ზის განხორციელება.

ამასთან ინტენსიფიკაციის შედეგების ყველაზე უფრო ეფექტურად გამო-  
 ყენებისათვის საჭიროა, რომ აქ ჩამოთვლილი ცალკეული ფაქტორი გამოყენე-  
 ბული იქნეს ერთმანეთთან კომპლექსში.

სოფლის მეურნეობის ინტენსიფიკაციაში განსაკუთრებით დიდია როლი  
 სასოფლო-სამეურნეო მანქანებისა, რომლებიც მნიშვნელოვნად ამსუბუქებენ  
 ადამიანის შრომას, კვეცავენ წარმოების ვადებს, აუმჯობესებენ მიწე-  
 ზის დამუშავების ხარისხს და ყოველივე ამის გამო, მატულობს მოსავლიანობა.

ამ მიზნით საჭიროდ მიგვაჩნია დაისახოს სათანადო ღონისძიებანი უახ-  
 ლეს წლებში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის, მოსავლის  
 აღების და პროდუქციის შემდგომი დამუშავების ნაკადურ ტექნოლოგიაზე გა-  
 დასვლის განსახორციელებლად. ამ ღონისძიებათა სპეციფიკურ რელიგიოზურ  
 განხორციელებაში დიდი როლი უნდა შეასრულოს საქართველოს სოფლის მე-  
 ურნეობის მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის სამეცნიერო-კვლევითმა ინს-  
 ტიტუტმა, რომლისაგანაც სოფლის მეურნეობის მუშაკები და, პირველ რიგში,  
 ჩვენი რესპუბლიკის მეჩაიეები მოელიან სრულფასოვანი ჩაის საკრეფი და  
 სხვა სასოფლო-სამეურნეო მანქანების შექმნას. გარდა ამისა, საჭიროა მათ  
 შექმნან ისეთი სამელიორაციო მანქანები, რომლებიც კოლხეთის სპეციფიკურ  
 ნიადაგ-გრუნტის პირობებში საშუალებას მოგაციმენ მაქსიმალურად მექანი-  
 ზებული გავხადოთ კოლხეთის დაბლობი მიწების დაშრობისა და ათვისების  
 ყველა სამუშაო, რაც, თავის მხრივ, აღნიშნულ რაიონში სასოფლო-სამეურნეო  
 პროდუქციის უხვი და სტაბილური მოსავლის მიღების გარანტია იქნება.

სოფლის მეურნეობის ინტენსიფიკაციის ზემოთ ჩამოთვლილი გადამწყვე-  
 ტი ფაქტორებიდან, მექანიზაციასთან ერთად, საქართველოს პირობებში ყვე-  
 ლაზე მნიშვნელოვნად აგრეთვე უნდა ჩაითვალოს მიწების მელიორაცია (მორ-  
 წყვა და დაშრობა), ვინაიდან მელიორაციულ მიწათმოქმედებაშია სოფლის მე-  
 ურნეობის ინტენსიფიკაციის დიდი რეზერვები. მაგალითად, საყოველთაოდ  
 ცნობილია, რომ სარწყავი მიწათმოქმედების პირობებში ჩაისა და სხვა სასოფ-



ლო-სამეურნეო კულტურების მისავლიანობა საშუალოდ 25-40 პროცენტით და უფრო მეტით მატულობს. სწორედ ამიტომ ჩვენი პარტია და მოსახლეობა განსაკუთრებულ ყურადღებას აქცევენ სოფლის მეურნეობის განვითარების საკითხს. ამ ამოცანის გადაწყვეტა შეიძლება განხორციელდეს მხოლოდ და მხოლოდ მელიორაციული მიწათმოქმედების ფართოდ განვითარების საფუძველზე.

წყალთა მეურნეობის ახალი ობიექტების მშენებლობა მეცნიერების, კონსტრუქტორებისა და ჩვენი რესპუბლიკის სოფლისა და წყალთა მეურნეობების ყველა მუშაის წინაშე აყენებს მთელ რიგ მნიშვნელოვან ამოცანებს, რომელთა გადაწყვეტაზე დიდად არის დამოკიდებული სარწყავი და დასრობილი მიწათმოქმედების ეფექტურობა.

ამასთან პირველ რიგში აუცილებელია გამოვნახოთ არხებიდან სარწყავი წყლის დანაკარგების ლიკვიდაციის ყველაზე უფრო მისაღები და ამავე დროს ეკონომიური მეთოდები, განსაკუთრებით იმ რაიონებში, სადაც წყალი ძალიან დეფიციტურია. ჩვენს რესპუბლიკაში არსებული სარწყავი სისტემების უმრავლესობაში არხები არაფრით არ არის მოპირკეთებული, რაც იწვევს წყლის მნიშვნელოვან დანაკარგებს ფილტრაციის შედეგად. რიგ სარწყავ სისტემაში ეს დანაკარგები 50 პროცენტზე მეტს შეადგენს. ასე, რომ პირდაპირი დანიშნულებით, მეტ შემთხვევაში, გამოყენებულია სისტემისათვის მიწოდებული წყლის მხოლოდ ნახევარი. ეს მაშინ, როცა ჩვენი რესპუბლიკის მრავალ რაიონში განსაკუთრებით კი აღმოსავლეთ საქართველოში, სარწყავი წყალი გაცილებით იმაზე ნაკლებია, რაც ფაქტიურად საჭიროა აქ არსებული დასამუშავებელი მიწების მოსარწყავად.

საჭიროა არსებულ სარწყავ სისტემებსა და იმათში, რომლებიც ახლად შენდებიან, განსაკუთრებული ყურადღება მიექცეს ფილტრაციის საწინააღმდეგო ღონისძიებების გათვალისწინებას. ამ პრობლემის გადაწყვეტის ყველაზე უფრო რეალური გზა არხების მოპირკეთება „საქსახინწყალპროექტი“-ს სისტემების ასაწყობი რკინა-ბეტონის კონსტრუქციის ღარებით. მიზნიდევლად გვეჩვენება ამ მიზნისათვის აგრეთვე ახალი სინთეზური მასალების გამოყენება, მაგრამ ამ შემთხვევაში უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ჩვენში სარწყავი არხების უმრავლესობა სისტემატურად საჭიროებს დანალექებისაგან გაწმენდას, რის გამოც სინთეზური აპკები შესაძლებელია დაზიანდეს. შემდგომში სარწყავი არხების მოსაპირკეთებლად შეიძლება დიდი გამოყენება ჰპოვონ მინალასტებისაგან დამზადებულმა მაღალი სიმტკიცის მოსაპირკეთებელმა მასალებმა. ამასთან ერთად საჭიროა, აგრეთვე, შესწავლილი იქნეს ღია სარწყავი არხების დახურულით მაქსიმალურად შეცვლის საკითხი, რადგანაც ეს კიდევ მეტად ამაღლებს სარწყავი წყლის გამოყენების ხარისხს და ამარტივებს მექანიზმების მანევრირებას მიწების დამუშავების დროს. საჭიროა გავითვალისწინოთ, რომ მხოლოდ ფილტრაციის თავიდან აცილების მეოხებით რიგ შემთხვევაში შეიძლება ერთიორად გავადიდოთ სარწყავი ფართობი.



ჩვენი რესპუბლიკის სოფლისა და წყალთა მეურნეობის დარგის მეცნიერთა წინაშე დგას დიდმნიშვნელოვანი ამოცანები. საჭიროა ხელახლა განვიხილოთ (ან დაზუსტდეს) როგორც არსებული, ისე იმ მიწების ჰიდროლოგიური, ლიორაციული თვისებები, რომელთა ათვისება შემდეგ მოხდება მელიორაციულ მეურნეობაში ახალი ტექნიკის დანერგვის გათვალისწინებით. ამ მიზნით თავისი ავტორიტეტული სიტყვა უნდა გამოთქვას სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის მელიორაციის კათედრამ, სადაც წლების განმავლობაში მუშავდება სარწყავი ნორმების დადგენა სხვადასხვა რაიონებისათვის. უნდა დაზუსტდეს სარწყავი ნორმები და ვადები, განსაკუთრებით იმ შემთხვევებისათვის, როცა სარწყავად გამოყენებული იქნება დამწვინებელი აგრეგატები. საქართველოს ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო-კვლევითმა ინსტიტუტმა ყოველმხრივ უნდა შეუწყოს ხელი სოფლის მეურნეობის წარმოებაში მის მიერვე დამუშავებული დამლაშებული მიწებისაგან სიმლაშის მოცილების მეთოდის დანერგვას და ამით დააჩქაროს ალაზნის ველის დამლაშებული მიწების მთლიანად ათვისება.

ცნობილია, რომ ყოველ ნიადაგს გააჩნია განსაზღვრული ბუნებრივი ნაყოფიერება, მაგრამ როცა მის დამუშავებას იწყებენ, მაშინ მისი ბუნებრივი ნაყოფიერება საგრძნობლად იცვლება. იგი შეიძლება გაუმჯობესდეს ან გაუარესდეს იმის მიხედვით, სწორად თუ არასწორად მუშავდება ნიადაგი. თუკი ნიადაგის დამუშავებისას უმჯობესდება წყალ-ჰაერის რეჟიმი, გროვდება ნაყოფიერების ელემენტები, ნიადაგს სცილდება მცენარისათვის მავნე მარილები, ამ შემთხვევაში ნიადაგის ნაყოფიერებაც უმჯობესდება და პირიქით, თუკი ნიადაგზე ზემოქმედების შედეგად უარესდება ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი თვისება, ნიადაგის ნაყოფიერებაც უარესდება.

ცნობილია ასევე ისიც, რომ მცენარეულობათა ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის აუცილებელია ნიადაგში საკვები ნივთიერებების არსებობასთან ერთად იყოს აგრეთვე წყლის განსაზღვრული რაოდენობაც, რასაც აკადემიკოსი ვ. ვილიამსი ასე განმარტავდა: „მხოლოდ წყლისა და საკვების ერთდროულად უზრუნველყოფის უნარს აქვს რეალური მნიშვნელობა, მხოლოდ ამ ორი თანაბარი მნიშვნელობის შემცველი ფაქტორის უნარი ერთდროულად დაკმაყოფილოს მცენარის სიცოცხლე, შეიძლება განხილულ იქნეს, როგორც ნიადაგის ნაყოფიერება“.

ამავე საკითხზე კარლ მარქსი, ფრიდრიხ ენგელსისადმი მიწერილ წერილში. (26. XI. 1869.) წერდა: „ნაყოფიერება სრულიადაც არ წარმოადგენს ნიადაგის ისეთ ბუნებრივ თვისებას, როგორც ეს შეიძლება მოგვეჩვენოს, იგი მჭიდროდაა დაკავშირებული თანამედროვე საზოგადოებრივ ურთიერთობასთან“. ნიადაგის ბუნებრივი და ეკონომიური ნაყოფიერება, აღნიშნავდა იგი: „ესაა ერთიანი პროცესის ორი მხარე. ნიადაგის ეკონომიური ნაყოფიერების საფუძველს მისი ბუნებრივი ნაყოფიერება წარმოადგენს, ხოლო ნიადაგის დამუშავების წესების გაუმჯობესება შესაძლებლობას იძლევა შეიცვალოს და ამაღლდეს მისი ნაყოფიერება“. ამ გაგებით შეიძლება დავასკვნათ, რომ ნიადაგის ნაყოფიერება ერთსა და იმავე დროს არის როგორც ბუნებრივი, ისე საზოგადოებრივ-ეკონომიკური მოვლენა. ამრიგად, ნაყოფიერება ეს ნიადაგის ისეთი ობიექტური,





სპეციფიკური თვისებაა, რომელიც მისი რაციონალურად გამოყენების პირობებში უზრუნველყოფს სოფლის მეურნეობის პროდუქტების მზარდ მოსავლიანობას.

ასე, რომ ყველა ამ საკითხის სწორად გადასაწყვეტად მშენებლობის ტექნიკურმა აუცილებელია იცოდნენ, თუ როგორია ნიადაგები მეურნეობაში და როგორ უნდა გვაუმჯობესოთ მათი დამუშავება. გარდა ამისა, მხედველობაში უნდა გვქონდეს ისიც, რომ ერთი და იგივე ნიადაგი შეიძლება ერთი მცენარისათვის ნოყიერი იყოს, მეორისათვის, პირიქით — მწიერი. ასე, მაგალითად, ქაობის მცენარეები კარგად იზრდებიან ქაობებში, ხოლო რაც შეეხება ასეთ ნიადაგებში ხორბლის მოყვანას, ამ მოზნისათვის ასეთი ნიადაგი ნაკლებად ნოყიერი იქნება. მაგრამ თუკი აღრევე გვეცოდინება ნიადაგის დადებითი და უარყოფითი თვისებები, სათანადო აგროლონისძიებების განხორციელებით შეიძლება გვაუმჯობესოთ მათი ხარისხი. მაშასადამე, ამა თუ იმ მეურნეობის ტერიტორიის გამოყენებისას საჭიროა, უწინარეს ყოვლისა, შევისწავლოთ მისი ნიადაგის საფარი და შევადგინოთ ნიადაგის რუკა, რომელიც უნდა წარმოადგენდეს ძირითად დოკუმენტს ნიადაგის ნაყოფიერების გადიდებისათვის ყველა ღონისძიების დამუშავების დროს.

**III. მელიორაციულ მშენებლობაში სინთეტიკური მასალების გამოყენების პერსპექტიულობის ზოგიერთი საკითხი**

მელიორაციული სამუშაოების ფართო პროგრამამ, რომელიც ჩვენი პარტიისა და მთავრობის მიერ არის განსაზღვრული უახლოესი წლებისათვის, ვანაპირობა ჰიდრომელიორაციული სისტემების მშენებლობის დიდი გაჯანება მთლიანად საბჭოთა კავშირში და კერძოდ საქართველოში. ამიტომ სპეციალისტების მისწრაფება, ჰიდრომელიორაციული სისტემების დაპროექტებისას გამოიყენონ ახალი სამშენებლო მასალები, რომლებიც ხელს შეუწყობენ კაპიტალდაბანდების ეფექტიანობას, წარმოების ეკონომიკურ განვითარებას, პროდუქციის ერთეულზე დანახარჯების შემცირებას, წარმოადგენს არა მარტოდროულ, არამედ აუცილებელ პირობას.

ეს ვასაგებიც არის, რადგან წყალსამეურნეო ობიექტების მშენებლობისათვის დამახასიათებელია მშენებლობის დიდი ბაზა და სახალხო მეურნეობის სხვა დარგებთან შედარებით მზა პროდუქციის უფრო მაღალი ღირებულება. ჰიდრომელიორაციული (ჰიდროტექნიკური) მშენებლობის ასეთი თავისებურება მოითხოვს ყოველდღიურ კვლევას, შრომითი და მატერიალური რესურსების უფრო ეფექტურ გამოყენებას, კერძოდ სამშენებლო კონსტრუქციების შემსუბუქებას, სატრანსპორტო დანახარჯებისა და მშენებლობის ვადის შემცირებას.

ჰიდროტექნიკური მშენებლობა უკანასკნელი 100 წლის მანძილზე მიმდინარეობდა და შეიძლება ითქვას ამჟამადაც მიმდინარეობს უკიდურესად ხისტი მასალებისაგან (ბეტონი, რკინა-ბეტონი, ქვა და სხვ.) შექმნილი კონსტრუქციებისა და სრულყოფის გზით. ასეთი კონსტრუქციების მაღალი სიმტკიცე შერწყმულია მათ სიხისტესთან. ეს თვისება აუცილებელია ნაგებობების ნორმალური

მუშაობისათვის, მაგრამ ხშირად უარყოფით როლს ასრულებს — საშუალებებს არ გვაძლევს ნაგებობა მსუბუქი წონისა დავაპროექტოთ. ხის კონსტრუქციებს (ტრადიციული მასალებისაგან) ჩვეულებრივ ერთნაირი მოცულობისაა, როგორც მუშა, ისე არამუშა მდგომარეობაში. ამიტომ მათი ტენიანობა და მონტაჟი მოითხოვს მძიმე ამწესატრანსპორტო საშუალებებს. გარდა ამისა, ასეთი ნაგებობების ავტომატიზაციის პროცესი გაძნელებულია მათი სიხისტი-  
გამო.

ბოლო დროს მსოფლიო მშენებლობის პრაქტიკაში გამოჩნდა ახალი მი-  
მართულება, რომელიც დაკავშირებულია რბილი მასალებისაგან შექმნილი  
კონსტრუქციების გამოყენებასთან და რომელსაც პირობითად რბილი კონსტ-  
რუქციები უწოდეს. რბილი კონსტრუქციები წარმოადგენენ ცილინდრულ გარ-  
სებს, რომლებიც დამზადებული არიან რბილი, მაღალი სიმტკიცის მასალისაგან,  
ხოლო დატვირთვის ქვეშ ფორმის მიღება და სტაბილიზაცია წარმოებს ქარბი  
წნევის ხარჯზე, რომელსაც კმნის შემავსებელი (წყალი, ჰაერი, წყალი და ჰაერის  
სწვადასხვა შერწყმით).

რბილი კონსტრუქციები სავსებით შეესაბამებიან ჰიდრომელიორაციული  
სისტემების მშენებლობის ტექნიკის თანამედროვე ტენდენციებს, კონსტრუქ-  
ციის მაქსიმალურ შემსუბუქებას. რბილი კონსტრუქციები ყველაზე მსუბუქია  
მათ შორის, რაც ადამიანს თავისი განვითარების ისტორიაში მელიორაციის  
დარგში შეუქმნია. ამიტომ მათი გამოყენების სფერო ფართოა. რბილი კონსტ-  
რუქციების დახმარებით შეიძლება მოვქმენოთ წყალსაშვიანი კაშხალების მო-  
ხაზულობის ოპტიმალური ფორმები, სწვადასხვა სახის გადაძობი ნაგებობანი,  
საკეტები და ა.შ. ერთი სიტყვით, დაწინეიანი ჰიდროტექნიკური ნაგებობების  
მრავალნაირი სახეობა.

ასეთი კონსტრუქციები ადვილად ემორჩილებიან ავტომატიზაციას, ისინი  
ქიმიურად მდგრადი არიან, გამოირჩევიან მცირე წონით, დამონტაჟების სისწ-  
რაფით და პრაქტიკულად ნებისმიერ ადგილზე დამატებითი დანახარჯების გა-  
რეშე საექსპლუატაციოდ გადაცემით. გარდა ამისა, რბილი კონსტრუქციებისა-  
თვის დამახასიათებელი თავისებურებაა მათი მუშაობა გაკვივზე, რაც საშუა-  
ლებას გვაძლევს უფრო სრულყოფილად გამოვიყენოთ თანამედროვე სინთეტი-  
კური მასალების სიმტკიცის თვისებები.

ა.ად. ე. ა. ტრაპეზნიკოვის მიერ წამოყენებული დებულება ეკონომიური  
პროგნოზირების შესახებ, აფუძნებს კონცეფციას, რომელიც ასახავს თანამედ-  
როვე განვითარების ტემპებს შენობების სწრაფ, ტექნიკურ, მორალურ და ეკო-  
ნომიურ ცვეთას და ხაზს უსვამს მშენებლობის მიზანშეწონილობას ოპტიმალუ-  
რი, ეკონომიურად ხელსაყრელი დროისათვის, რაც დამახასიათებელია რბილი  
კონსტრუქციებისათვის.

ფორმის მიხედვით რბილი კონსტრუქციები არის შემდეგი ტიპის: შევსე-  
ბული (წყალი, ჰაერი ან კიდევ წყალი და ჰაერი ერთად), მემბრანული და კომ-  
ბინირებული. ჰიდროტექნიკური მშენებლობის მსოფლიო პრაქტიკაში ყველაზე  
შეტი გავრცელება ჰპოვა რბილმა შევსებულმა კონსტრუქციამ. ისინი ჰიდრომე-  
ლიორაციული სისტემების არხებზე გამოიყენება როგორც წყალგამტარი, გა-



დამკეტი, დამტბორავი მიმმართველი და სარგულაციო ნაგებობები, დამკეტი დამბები მდინარეებზე და ა. შ. რბილი კონსტრუქციების გამოყენების ასეთი ფართო შესაძლებლობები სახალხო მეურნეობების სხვადასხვა კონსტრუქციებში გამოყენებულია ამ კონსტრუქციის მრავალი უპირატესობით. ისინი უზრუნველყოფენ, კომპაქტურნი, ანაწყოების სახით შეიძლება გადაზიდული იქნენ ნებისმიერი ტრანსპორტით. რბილი კონსტრუქციების საშუალებით მშენებლობა წარმოებს მოკლე ვადებში, რომელიც განისაზღვრება რამდენიმე დღე-ღამით და საათით, მძიმე ამწე მექანიზმების გამოყენებლად ან სხვა დამხმარე საშუალებების გარეშე, ბევრ კონსტრუქციას გააჩნია მაღალი სეისმომდებლობა, ფუძეების გრუნტის ხარისხისადმი ნაკლები მომთხოვნელობა, სხვა მასალისაგან დამზადებულ კონსტრუქციებთან შედარებით განსხვავდებიან მუშაობის დროის მანერირებით და შედარებით დაბალი ღირებულებით.

მიუხედავად ყოველივე ამისა, მსოფლიო მასშტაბით სამეცნიერო კვლევები ამ დარგში ტარდება 60-იანი წლებიდან. ამასთან, დღეისათვის როგორც ჩვენს ქვეყანაში, ასევე საზღვარგარეთ, ჰიდრომელიორაციულ მშენებლობაში დიდი გავრცელება ჰპოვა მსუბუქმა, შევსებულმა კონსტრუქციებმა. ასე, მაგალითად, მარტო აშშ-ში აგებულია რამდენიმე ათეული ასეთი წყალსაშვი სიგანით 20-დან 200 მ-მდე, ხოლო საზღვარგარეთის ბევრმა ფირმამ დაიწყო ასეთი კონსტრუქციების სერიული გამოშვება.

ჭიმოური მეცნიერებისა და მრეწველობის წარმატებებმა, შესაძლებელი გახადა ახალი მაღალი სიმტკიცის სამშენებლო მასალების გამოშვება წინასწარ მოცემული თვისებებით, უფრო მეტი გაზრდილი რაოდენობით. ეს თავის მხრივ საშუალებას გვაძლევს გამოვიყენოთ რბილი კონსტრუქციები სამშენებლო პრაქტიკაში, მათ შორის ჰიდრომელიორაციული ობიექტების მშენებლობისას. ამასთან, უახლოეს ხანში, განსაკუთრებით ეფექტური იქნება რბილი შევსებული კონსტრუქციის გამოყენება ჰიდრომელიორაციულ მშენებლობაში იმ შემთხვევაში, როცა მათი გამოყენება მოკლევადიანია და საწარმოო მდგომარეობა მოითხოვს ამა თუ იმ ნაგებობის სწრაფად მოწყობას.

რბილი შევსებული კონსტრუქციის ხარისხის ანალიზი საშუალებას გვაძლევს გავითვალისწინოთ ისეთი პერსპექტიული კონსტრუქციის ტიპები, რომლებშიც უფრო მეტწილად არის გამოხატული მათი უპირატესობანი და მათი უმნიშვნელო ნაკლოვანებანი: წყალსაგდები, შემაუღლებელი, წყალგამტარი, სხვადასხვა ტიპის გადამგდები ნაგებობა. ამასთან, ყველა შემთხვევაში, რბილი მასალა შეიძლება გამოყენებული იქნეს როგორც დამოუკიდებლად, ასევე ბეტონთან, ლითონთან და სხვა მასალებთან შერწყმული სახით.

მოყვანილი მაგალითები მოწმობენ ჰიდრომელიორაციულ მშენებლობაში სინთეტიკური მასალების გამოყენების უდიდეს ტექნიკურ-ეკონომიურ შესაძლებლობას. ამიტომ, უპირველესი მნიშვნელობა ეძლევა სპეციალურად ჰიდროტექნიკური დანიშნულებისათვის მაღალი სიმტკიცის სინთეტიკური მასალების საკმარისი რაოდენობით გამოშვებას. გარდა ამისა, რბილი შევსებული კონსტრუქციის განვითარების პერსპექტივა საჭიროებს უფრო ფართო სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების ჩატარებას კონსტრუქციის უფრო ხელსაყრელი ტექნიკური პარამეტრების მოსაძებნად, რბილი კონსტრუქციის ჰიდრაულიკური



და გეომეტრიული ფორმების განსასაზღვრავად, აგრეთვე სხვადასხვა შენაარსებულ  
 შიშვესებული კონსტრუქციის მუშაობის მონაცემების მიღებასა და მასიურად  
 მსუბუქი კონსტრუქციების გაიაფებისა და მასიურად უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება მათ უფრო ფართო ტიპიზაციას, სტანდარტი-  
 ზაციას და კონსტრუქციის ცალკეული ელემენტის უნიფიკაციას.

ყველა ზემოთ ჩამოთვლილის განსახორციელებლად, ვფიქრობთ, აუცილე-  
 ბელია საქართველოში მელიორაციის დარგის რომელიმე მაპროფილებელ საპ-  
 როექტო, სამეცნიერო-კვლევით ან კიდევ სასწავლო ინსტიტუტთან შეიქმნას  
 ერთი მაკოორდინებელი სამეცნიერო-კვლევითი და საპროექტო ლაბორატორია  
 (ასეთი ლაბორატორიები უკვე არსებობს საბჭოთა კავშირის შთელ რიგ რესპუ-  
 ბლიკებში), სადაც შესაძლებელი იქნება ყველა ზემოთ დასმული საკითხის  
 ირგვლივ ჩატარდეს გეგმური თეორიული, ლაბორატორიული და ნატურაში  
 უკვე აშანებული მეცნიერული გამოკვლევები, ექსპერიმენტული დაპროექტება  
 და დანერგვა კონკრეტულ წყალსამეურნეო ობიექტებზე.

ჰიდრომელიორაციის ფაკულტეტის მაპროფილებელ კათედრებს განზრ-  
 ხული აქვთ უაზლოეს წლებში ჩაატარონ შესაბამისი სამეცნიერო-კვლევითი  
 სამუშაოები ყველა ზემოთ დაგეგმილ საკითხზე და დარგობრივ სამინისტროებ-  
 თან და უწყებებთან საქმიანი კავშირის საფუძველზე, დანერგონ კვლევის შე-  
 დეგები წყალსამეურნეო ობიექტების მშენებლობისა და ექსპლუატაციის პრაქ-  
 ტიკაში.





Г. Я. ШХВАЦАБАЯ

### МАЛАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ В ЧАЕВОДСТВЕ

#### Результаты применения ручных моторизованных чаесборочных машин в республике и ближайшие перспективы

Прежде всего следует отметить небывалый успех чаеводов нашей республики, которые в первом году десятой пятилетки вырастили и собрали свыше 356 тыс. т сортового чайного листа и перевыполнили и план (315 тыс.) и взятое повышенное обязательство (335 тыс.) более чем на 20 тыс. т. При этом 70% сырья собрано первым сортом.

В связи с этими успехами наших чаеводов, Генеральный секретарь ЦК КПСС Леонид Ильич Брежнев прислал поздравительную телеграмму на имя ЦК КП Грузии и Совета Министров Грузинской ССР:

«Сердечно поздравляю труженников сельского хозяйства, работников чайной промышленности, заготовительных, транспортных организаций, партийных, советских, профсоюзных и комсомольских органов республики с успешным выполнением социалистических обязательств по продаже государству 350 тысяч тонн сортового чайного листа. Достигнутые успехи — результат упорного труда и возросшего мастерства чаеводов Грузии, большой организаторской работы по претворению в жизнь решений XXV съезда КПСС. Уверен, что Вы и впредь будете настойчиво внедрять на чайных плантациях и фабриках достижения науки и передовой практики, осваивать новые машины и прогрессивные технологические приемы, обеспечивающие дальнейшее увеличение производства чая и повышение его качества.

От души желаю Вам, дорогие товарищи, успешно выполнить планы и обязательства по производству и продаже государству всех сельскохозяйственных продуктов в первом году десятой пятилетки. Брежнев. 29 сентября 1976 года».

Успехи наших чаеводов потребовали поистине необычайных усилий, так как из собранных 356 тыс. т качественного чайного листа более 305 тыс. или 86% собрано вручную. Таким образом, несмотря на то, что в 1976 году, по сравнению с предыдущим годом механизированный

сбор листа составил 51,9 тысяч тонн за счет внедрения малой механизации, относительно общие темпы роста и количества собранного чая опережают темпы роста механизированного сбора.

Одной из основных причин этого являются тяжелые природные условия, так как 75—80% чайных плантаций в республике расположены на горных склонах и на мелкоконтурных участках, где почти невозможно применять крупные машины.

Здесь выход надо искать в применении средств так называемой малой механизации: маломощных, малогабаритных машин и ручных моторизованных сборочных и подрезочных аппаратов. Малую механизацию в чаеводстве мы в Грузии начали по-настоящему внедрять лишь с 1974 года.

Лишь после известного Постановления ЦК КПСС об организационной и политической работе Тбилисского Горкома партии и вызванных им коренных перемен, наметился перелом; новое руководство партии и правительства в республике приняло энергичные меры по созданию и внедрению средств малой механизации в чаеводстве. Поскольку дело не терпело отлагательства, с одной стороны начались закупки японских ручных моторизованных чаесборочных и подрезочных машин, с другой — приняты меры по расширению научно-конструкторской работы, направленной на создание отечественной такого рода техники. В 1973 году в Японии было закуплено около двадцати ручных чаесборочных и подрезочных машин трех различных типов, поначалу с целью изучения возможности их широкого применения в практике.


1. Бензомоторная, чаесборочная и подрезочная машина. Вес 8,2 кг (мотор, подвешенный к спине рабочего, 4,5 кг, сборочный аппарат с гибким валом 3,7 кг). Рабочий захват аппарата 270 мм.

2. Электромоторная, напряжением в 24 в, с 50-метровым кабельным питанием через трансформатор от постоянной электросети, напряжением в 220 в. Вес сборочного аппарата с электродвигателем 4 кг, вес кабеля 5,4 кг.

3. Электромоторная, напряжением в 24 в, с 50-метровым кабельным питанием от передвижного генератора, весом 48 кг, питающего одновременно 4 аппарата. Вес сборочного аппарата с электродвигателем 4 кг.

Решением директивных органов на Грузинский сельскохозяйственный институт (кафедра уборочных машин) было возложено научно-методическое руководство по испытаниям и эксплуатации этих машин.

Проведенные испытания дали положительные результаты и в 1974 году их уже было закуплено около 300 штук, всех трех упомянутых типов. А в 1975 году дело вовсе было поставлено на промышленную погу, когда работало около 700 чаесборочных ручных машин, с помощью которых было собрано более 3250 т чая.



1976 год был отмечен новым усилением роли механизации сборки. На плантациях республики работали свыше 2500 штук ручных чаесборочных машин и около 1000 самоходных и было собрано 31900 т сырья с одного листа, из них ручными аппаратами 19200 т или 37%. Это действительно небывалый успех малой механизации, ибо около двух тысяч чаеводов в 1976 году впервые взяли в руки эту технику и в среднем за 45-50 рабочих дней каждый из них собирал 6,5-7 т листа. При этом сотни чаеводов-новаторов собирали по 12-15 т и больше.


Таким образом, малая механизация сделала весомый вклад в сборку чая в республике. Темпы роста удельного веса механизированной сборки листа средствами малой механизации необыкновенно высоки. Это становится вовсе ясно, если сопоставить их с темпами роста механизированной сборки чая с помощью крупных самоходных чаесборочных агрегатов. Здесь за 12 лет применения последних в республике (в 1976 году их работало около 1000 штук) удалось довести объем сборки листа за сезон до 32 тысяч тонн. Еще год, два и малая механизация обгонит «большую» на уборке чая.

Перед нами встает вопрос, какие же машины из этих трех типов сборочной и подрезочной техники, преимущественно следует внедрять?

Причем, надо подчеркнуть, что машины всех трех типов имеют совершенно одинаковые сегментно-режущие сборочные аппараты, осуществляющие силовой сбор (срез) всех подошедших побегов листа чая. Итак, разница сводится лишь к особенностям энергоснабжения машин. И теперь мы можем сделать более определенные выводы, поскольку в силах опереться не только на сравнительно узкие данные проведенных лабораторно-полевых испытаний, но и на опыт довольно широкого производственного применения машин в практике республики.

1. Бензомоторные машины очевидно имеют свои некоторые преимущества. Меньше организационные потери времени, которые у электромоторных машин связаны с перетаскиванием 50-метрового кабеля между шпалерами чая. Потом с ними можно работать на любых участках, любого размера и рельефа, причем при любой погоде, в результате чего этими машинами собирают чай на 25-30% больше, чем электромоторными. Кроме этого, комплект бензомоторных машин стоит значительно дешевле, но они отличаются и существенными недостатками.

Например, вес и вибрация работающего бензомотора (4,5 кг), подвешенного к спине рабочего, тем более, что влияние его вибрации на организм рабочего пока еще недостаточно изучено, усложняет их эксплуатацию и то обстоятельство, что бензомоторные аппараты требуют большой сноровки от рабочего, более капризны в работе и нуждаются в точной регулировке оборотов вала двигателя. Довольно значительная часть мощности мотора, расходуется на преодоление трения гибкого вала, вращающегося с большой скоростью (5 тысяч об/мин.) в предельно изогну-



том положении. Недостатком является и то, что их моторы обычно изнашиваются за два сезона. В силу всего сказанного, нормальная эксплуатация бензомоторных аппаратов возможна лишь при условии хорошей организации ремонта и обеспечения массового производства моторов. Тем не менее надо подчеркнуть, что при всех присущих им недостатках они пока незаменимы на маленьких, изолированных участках, отдаленных от линий электросети и в ряде некоторых других случаев, когда обойтись без них пока трудно.


2. Главная роль, очевидно, должна принадлежать электромоторным аппаратам с питанием от постоянной электросети, которая висит над плантациями. Здесь труд более облегчен, по сравнению с генераторными аппаратами (поскольку отпадает необходимость в передвижении ПЭС вслед за фронтом работы) и более производителен, так как не требует дополнительного ухода за генераторами. Вообще питание от электросети создает большие удобства в работе электромоторных аппаратов, хотя и требует сравнительно крупных капиталовложений и нуждается в строгом соблюдении правил по технике безопасности и в постоянном контроле состояния электросети, в связи с опасностями, которые создаются от наличия над плантациями голых проводов под напряжением.

Так или иначе, пока проблема сплошной механизации чаеводческих работ не может быть успешно решена без электрификации чайных плантаций, т. е. без электромоторных аппаратов с питанием от постоянной электросети. Однако эта электрификация требует сравнительно больших капиталовложений, нуждается в строительных рабочих и материалах (столбы, электропровода и т. д.), т. е. потребует сроков для осуществления.

В связи с этим, в дальнейшем нам придется серьезно заняться изысканием для строительства на плантациях, более надежной и долгосрочной закрытой электросети взамен ныне существующей воздушной. Над этим вопросов ведутся работы и в нашем институте. Разработана принципиальная схема, наземной закрытой сети. У подножия кустов вдоль шпалеры, между ветками прокладываются полдюймовые водопроводные или пластмассовые трубы и по ним протягивается изолированный электропровод маркой ВРГ, сечением  $2 \times 6$  мм<sup>2</sup>. Трубы соединяются между собой переходными муфтами, а через каждые 40 м выводятся на поверхность шпалеры для установки штепселя.

Однако поставленные в X-ой пятилетке задачи по увеличению заготовки чая до 400 тыс. т и намеченное увеличение площадей под чаем не могут быть успешно решены без более существенной, обгоняющей темпы роста чаепроизводства механизации трудовых процессов в нем. Поэтому временный выход надо искать в значительном применении и электромоторных агрегатов с питанием от передвижных и самоходных генера-





торов, в особенности 8-килограммового генератора, питающего два сборочных аппарата. При довольно высокой производительности они более просты в применении, по сравнению с бензомоторными, более надежны и не так быстро изнашиваются. При этом надо принять во внимание и то, что применение электромоторных агрегатов с питанием от генератора облегчает в дальнейшем постепенный безболезненный переход, по мере электрификации плантации, на питание машин от постоянной электросети.

Ориентируясь, в основном, на электромоторные аппараты с питанием от электросети, мы исходим из нынешних возможностей и эксплуатационных преимуществ ныне существующей той или иной техники. Однако, сейчас идут усиленные поиски в сторону организации питания электромоторных машин от аккумуляторов и надо полагать, что и эта проблема будет решена успешно.

Так или иначе, механизация средствами малой техники, несомненно, позволяет успешно решить проблему сплошной механизации процессов труда в чаеводстве. Тем более, что массовое применение ручных моторизованных чаесборочных и подрезочных аппаратов уже дает сделать весьма интересные выводы:

1. Средства малой механизации сохраняют в плантациях почву от вредного, излишнего уплотнения и разрушения ее структуры.

2. Средства малой механизации сохраняют урожайность чайных плантаций на максимальном уровне ручной чаесборки.


3. Средства малой механизации лишь в незначительной степени снижают сортность собираемого чая (если при ручной сборке I сорт составляет в среднем 70-75%, то здесь — 60-65%), причем, эксплуатация аппаратов показала, что при умелом применении их можно больше приблизить сортность к «ручному» уровню.

4. Средства малой механизации позволяют значительно повысить производительность процессов сборки и подрезки чая. Так, например, по данным наших испытаний, производительность этих машин по сравнению с ручной сборкой уже выше в 4,1 раза.

5. Практика применения этих машин показала, что они недостаточно прочны и часто выходят из строя, требуя срочного ремонта. Поэтому, при создании отечественных сборочных и подрезочных машин особо следует обратить внимание на их прочность, так как только чаесборочные машины в отличие от других, работают в тяжелых условиях непрерывно в продолжении 5-6 месяцев в год.

Малая механизация убедительно доказала, насколько она необходима нам и эффективна в эксплуатации, но это не значит, что можно отказаться от крупной техники в чаеводстве.

Преимущество мощных агрегатов в условиях крупных хозяйств, в условиях организации их на социалистической основе, бесспорно.



Однако тракторные агрегаты должны иметь минимальный вес, как в силу обязательных агротехнических операций (культивация, перекопка почвы в междурядьях, подрезка шпалер, фумигация растений, внесение удобрений, сбор листа, лао-чая и облицовочного материала, причем некоторые из этих операций осуществляют многократно, например, сбор листа 8-10 раз) их колеса по 25—30 раз ежегодно, проезжая в междурядьях строго по следу вызывают сильное уплотнение и разрушение структуры почвы, в результате чего нарушаются водный, воздушный, биохимический режимы, увеличивается эрозия почвы, угнетается развитие почвенной микро- и макрофауны, снижается ее плодородие. Нетрудно представить, какое решающее значение приобретает в этих условиях вес машины: чем он больше, тем разрушительнее она действует на почву.

Учитывая это, ученые Грузинского научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства переоборудовали самоходные шасси Т-16М, заменив ходовые колеса облегченным гусеничным ходом.

Проведенные испытания самохода показали, что кроме улучшения проходимости его в междурядьях чая, давление на единицу площади почвы, по сравнению с колесным ходом, уменьшилось в 2,0 раза. Это показывает, что соответственно должно уменьшиться и разрушительное действие самохода на почву.

Поэтому весьма полезно использовать данную машину на таких операциях, как культивация и перекопка почвы в междурядьях, фумигация растений и внесение минеральных удобрений.

Следует учесть, что самоходные чаесборочные машины нам нужны не только для сборки и подрезки чая, но и для других операций и поэтому необходимо ускорить их совершенствование. Особенно, повторяю, их веса и качества сборки. Словом, внимание малой механизации не дает повода предать забвению «большую механизацию».

Как показывает практика, для осуществления полной механизации сборки 350-400 тыс. т чайного листа, нам необходимо до конца X пятилетки внедрять на плантациях республики 30—35 тысяч ручных моторизованных чаесборочных и подрезочных аппаратов и около 2000-2500 облегченных самоходных чаесборочных машин. В связи с этим следует отметить, что если производство самоходных чаесборочных машин более или менее налажено на заводе «Грузсельмаш», то производство ручных чаесборочных и подрезочных машин фактически еще не начато. Жизнь убеждает в необходимости сосредоточить, централизовать всю работу по созданию и производству машин малой механизации и в первую очередь ручных чаесборочных и подрезочных аппаратов. До сих пор созданием означенной техники занимаются многие научные учреждения, порою не имеющие ни средств и ни достаточного опыта. Эти научно-конструкторские разработки в основном дублируются, расходуется много средств и

времени, а должного эффекта нет. Поэтому совершенно необходимо, как можно скорее навести порядок в этом деле и как было намечено сосредоточить в конструкторском бюро Кутанского тракторного завода «Риони» разработку и производство машин малой механизации.

И когда говорим о тяжелом труде чаевода, многим не представляется действительная картина затраты физического труда (механической энергии) чаеводом на сборке и подрезке чая вручную. Так, например, по нашим исследованиям, на подрезке 1 га чайных кустов вручную (ножами) чаевод расходует 6 250 000 кГм/га или 62 500 килоджоуль/га, на подрезку же 1 га плантации ручной подрезочной машиной — 236 000 кГм/га или 2 360 килоджоуль/га, т. е. в 26,5 раза меньше, при повышении производительности труда в 4 раза.

Аналогично, на сборку тонны листа вручную чаевод расходует 850 000 кГм или 8 500 килоджоуль, а на сборку же тонны листа сборочной машиной — 260 000 кГм, или 2 360 килоджоуль, т. е. в 3,7 раза меньше, при повышении производительности труда в 3,5-4 раза.

Интересно отметить, что ручная подрезка чая почти в 7 раз более трудоемка, чем ручная сборка, так как на подрезку чая в среднем в день чаевод расходует 175 500 кГм, а на сборку листа — 25 000 кГм.



Р и с. 1. Сборка чая ручной электромоторной машиной.

Эти данные говорят о том, что нам необходимо поднять на более высокий уровень пропаганду малой механизации, с точки зрения заботы о человеке.



Партия и правительство правильно нацеливают нас на малую механизацию.

Для нее нет недоступных мест. Без нее невозможно вести процесс сборки и подрезки плантации на трех четвертях площадей под чайными плантациями Грузии и нет сомнения, что эта задача будет решена успешно в ближайшие годы.

В заключении должен упомянуть, что в испытаниях и внедрении этих машин принимали участие аспиранты кафедры: О. Тедорадзе, Р. Бочоршвили, ассистент З. Шхвацабая, учеб. мастер Р. Цирекидзе.





ბ. კახუაშვილი

**საორგანიზაციო მეთოდური ღონისძიებანი სწავლების ხარისხის  
ასამაღლებლად**

სტუდენტთა მომზადების ხარისხი, მათი ცოდნის ამაღლება და საერთოდ მაღალი კვალიფიკაციის სპეციალისტის მომზადება ძირითადად დამოკიდებულია სტუდენტის სისტემატური დამოუკიდებელი მუშაობის ხარისხზე, ამიტომ სწავლების ძირითად პრობლემას წარმოადგენს შევაჩვიოთ სტუდენტი სემესტრის განმავლობაში დამოუკიდებელ სისტემატურ მუშაობას და ამისათვის გამოვინახოთ სათანადო მეთოდები. ასეთ მეთოდს წარმოადგენს კონტროლისა და სწავლების ციკლური მეთოდი.

**კონტროლის ციკლური მეთოდი**

სასესიათაშორისო პერიოდის დაგეგმვისა და მეთოდური ორგანიზაციის ახალი ფორმების შესწავლას ძალზე დიდი მნიშვნელობა აქვს სტუდენტთა სისტემატური დამოუკიდებელი მუშაობის უზრუნველყოფისათვის.

ამ მიზნით აუცილებელი ხდება სტუდენტის ცოდნის სისტემატური კონტროლი, რაც ზრდის სტუდენტის პასუხისმგებლობას და იძლეობს მას სისტემატურად იმუშაოს.

კონტროლის ციკლური მეთოდის მიზანს შეადგენს სტუდენტთა სისტემატური დამოუკიდებელი მუშაობის უზრუნველყოფა, ამიტომ საგნების ჩაბარება ხდება არა სემესტრის ბოლოს ერთდროულად, არამედ საგნის ყოველი განაკვეთის დამთავრების შემდეგ. იგულისხმება, რომ მოცემულ დისციპლინაში კურსის დამთავრებისას ან სესიების დაწყების წინ სტუდენტს საგნის ყველა განაკვეთი ჩაბარებული და შეფასების საშუალო ბალი უკვე გამოყვანილი აქვს. სესიაზე ხდება გასაუბრება. შესწავლილი განაკვეთების ურთიერთკავშირის ცოდნის გამოსარკვევად და საგამოცდო ფურცლებისა და მატრიკულების საბოლოოდ გაფორმება.

**კონტროლის ციკლური მეთოდის უპირატესობანი**

1. სტუდენტი იძულებულია სისტემატურად აწარმოოს დამოუკიდებელი მუშაობა საგნის შესასწავლად. მასში მუშავდება სისტემატური მუშაობის ჩვევა.
2. ყოველი ლექციის წინ ან ერთი განაკვეთიდან მეორე განაკვეთზე გადასვლისას სტუდენტს შესწავლილი აქვს განვლილი მასალა.

3. სტუდენტისათვის ახალი მასალა გასაგებია, ამიტომ იზრდება მისი უკრძალავი და დაინტერესება, მასალის ათვისება ხდება უკეთესად, სტუდენტი აქტიურია ლექციაზე. მასალის ჩაწერას ახდენს შეგნებულად და მასალის შეგნება ხდება უკეთესად.

4. გამოსაკითხი მასალის მცირე მოცულობის გამო სტუდენტი მას სწავლობს ზედმიწევნით, ამიტომ განაკვეთის მასალის ჩაბარება ხდება მხოლოდ მაღალ ნიშანზე. იხსნება სამიანის პრობლემა. სტუდენტი რწმუნდება თავის თავში; ფრიაღზე აბარებენ სტუდენტები, რომლებსაც არასოდეს სამიანის ზევით ნიშანი არ მიუღიათ.

5. ლექტორს საშუალება აქვს საფუძვლიანად დაწვრილებით შეამოწმოს სტუდენტის ცოდნა, გამოიციხულია შემთხვევით ერთი რომელიმე ბილეთის ცოდნით მთელი საგნის ჩაბარება (მაგ., № 13 ბილეთის ანექლოტი), გადაწერა, შპარგალის ხმარება და სხვ.

6. ლექტორი სემესტრის განმავლობაში სისტემატურადაა დაკავშირებული თითოეულ სტუდენტთან და საშუალება აქვს შეისწავლოს სტუდენტთა მომზადების დონე, რომლის მიხედვითაც არეგულიროს გადაცემული მასალის სიღრმე.

7. მნიშვნელოვნად მცირდება გაცდენები არასაპატიო მიზეზებით.

8. სტუდენტი ადვილად სძლევს მცირე მოცულობის მასალას სახელმძღვანელოში, ეჩვევა წიგნზე მუშაობას.

9. იზრდება უკუკავშირი სტუდენტსა და ლექტორს შორის, რაც საგრძნობლად ზრდის უკუგებას.

10. იხსნება საგნების ჩაბარების წინასასესიო შტურმი.

11. ციკლური კონტროლის შემთხვევაში ხდება სასესიო პერიოდისათვის საჭირო დროის გამოთავისუფლება 15—20 დღის რაოდენობით.

12. შესაძლებელი ხდება სწავლების ხარისხის მაქსიმალურად გაზრდა.

### კონტროლის ციკლური მეთოდის ექსპერიმენტული შემოწმების შედეგები

1975/76 და 1976/77 სასწავლო წლებში მექანიზაციის სპეციალობის II კურსზე მასალების კრით დამუშავების დისციპლინაში (175 სტუდენტი) და III კურსზე ურთიერთშეცვლადობისა და ტექნიკური გაზომვების საფუძვლებში (150 სტუდენტი) ჩატარებული იქნა სტუდენტების ცოდნის ციკლური კონტროლის მეთოდით შემოწმების ექსპერიმენტები. თითოეული სასწავლო დისციპლინა გაიყო 4—4 განაკვეთად და თითოეული განაკვეთის სალექციო კურსის დამთავრების შემდეგ მიღებულ იქნა გამოცდები აღნიშნულ განაკვეთში. სულ ჩატარდა 1300 სტუდენტგამოცდაზე მეტი.

სტუდენტები წინასწარ გაფრთხილებული იყვნენ, რომ თუ აღნიშნულ განაკვეთებს ჩააბარებდნენ მაღალ ნიშნებზე, ეს ნიშნები ჩაეთვლებოდათ საგნის სასესიო შეფასების დროს.

სტუდენტები დიდის ენტუზიაზმით შეხედნენ ამ სიახლეს, დაიწყო სისტემატური დამოუკიდებელი მუშაობა, შემდეგი განაკვეთის შესწავლის დროს

სტუდენტები ლექციაზე მომზადებული მოდიოდნენ, გაიზარდა ინტერესი შესასწავლი კურსისადმი, საგრძნობლად შემცირდა გაცდენები, სტუდენტები გააქტიურდნენ, ამალდა შედგენილი კონსპექტის ხარისხი და სხვა. **შედეგებმა** მოლოდინს გადააჭარბა, სტუდენტებს ვეღარ ვეწინააღმდეგებოდნენ უმრავლესობამ განაკვეთი ჩააბარა ნიშანზე ფრიადი. ლექციაზე დასწრება მნიშვნელოვნად გაიზარდა, განვლილი მასალის ცოდნამ გააადვილა ახალი მასალის შეთვისება, გაძლიერდა კონტაქტი აუდიტორიასთან, გაიზარდა ინტერესი შესასწავლი საგნისადმი.

ჩატარებული ექსპერიმენტის შესაფასებლად მასალები ამოკრფილ იქნა საგამოცდო ფურცლებიდან და სააღრიცხვო ჟურნალებიდან. მექანიზაციის ფაკულტეტის II კურსის მასალების ჭრით დამუშავების საფუძვლების დისციპლინაში 1973/74 და 1974/75 სასწავლო წლების საშუალო მაჩვენებლებთან შედარებით, 1975/76 და 1976/77 სასწავლო წლებში სწავლების ხარისხის ზრდა შემდეგ სურათს იძლევა (იხ. ცხრ.):

შეფასება ფრიადი გაიზარდა 12%-დან 59%-მდე, საშუალოდ 5-ჯერ;

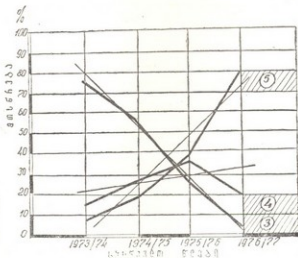
შეფასება კარგი " 21%-დან 28%-მდე, დაახლოებით 1,3-ჯერ;

შეფასება დამაკმაყოფილებელი შემცირდა 67%-დან 13%-მდე, დაახლოებით 5-ჯერ.

მექანიზაციის ფაკულტეტის III კურსზე ურთიერთშეცვლადობისა და ტექნიკური გაზომვების საფუძვლების დისციპლინაში 1973/74 და 1974/75 სასწავლო წლების საშუალო მაჩვენებლებთან შედარებით 1975/76 და 1976/77 სასწავლო წლებში სწავლების ხარისხის ზრდა შემდეგ სურათს იძლევა:

შეფასება ფრიადი გაიზარდა 13%-დან 61%-მდე, დაახლოებით 5-ჯერ;

შეფასება კარგი " 21%-დან 28%-მდე, დაახლოებით 1,6-ჯერ;



ნახ. 1

შეფასება დამაკმაყოფილებელი შემცირდა 67%-დან 5,5%-მდე, ე. ი. დაახლოებით 13-ჯერ.

სტატისტიკური მონიტორინგი და გაუფასურების კონტროლი



ს ა ს ტ ა ტ ი კ ა ე ს ე ს ი ა

ეროვნული

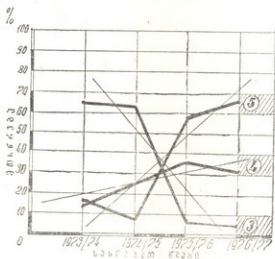
სტატისტიკის ეროვნული სამსახური

სტატისტიკის წილები	1973/74			1974/75			1975/76			1976/77			საშუალო	საშუალო		
	1973	1974	1975	1973	1974	1975	1973	1974	1975	1973	1974	1975				
მონეტარული	11	7	16	27	17	26	37	29	26	25	29	20	1	12%-დან 59%-მდე გაიზარდა 3-ჯერ	21%-დან 28%-მდე გაიზარდა 1,3-ჯერ	67%-დან 10%-მდე შემცირდა 3-ჯერ
ფინანსური	111	10	16	66	9	26	15	33	35	7	64	32	4	13%-დან 61%-მდე გაიზარდა 3-ჯერ	21%-დან 26%-მდე გაიზარდა 1,2-ჯერ	67%-დან 3,2%-მდე შემცირდა 13-ჯერ
გაუფასურების წილები	11	5,2			6,3				1,9			2,5		უმაღლესი გაუფასურების ხარისხი დაკლებულია საბურთალოს რაიონში და 3-ჯერ 3,8 სტატისტიკის სამსახურიდან 2,2 სტატისტიკის სამსახურში.		

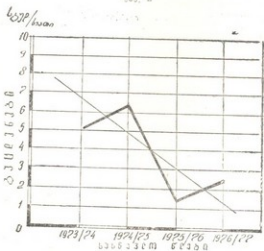


უმიზეზოდ გაცდენების რიცხვი 1975/76 და 1976/77 სასწავლო წლებში 1973/74 და 1974/75 სასწავლო წლებთან შედარებით 5,8 სტუდენტსათვის შემცირდა 2,2 სტუდენტსათამდე, ე. ი. დაახლოებით 3-ჯერ.

მიღებული შედეგების დინამიკა თვალსაჩინოდაა ილუსტრირებული მე-2 და მე-3 სურ-ზე. 1-ელ სურ-ზე მოცემულია მექანიზაციის სპეციალობის 11 კურსის სტუდენტების მოსწრება წლების მიხედვით, მასალების კრით დაზუსტების საფუძვლებში. მე-2 სურ-ზე III კურსის სტუდენტების მოსწრება ურთიერთშენაცვლებისა და ტექნიკური გაზომვების საფუძვლებში. მე-3 სურ-ზე კი მოცემულია არასაპატიო მიზეზით გაცდენები.



ნახ. 2



ნახ. 3

როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს, კონტროლის ციკლური მეთოდის შემოღებით, სტუდენტთა დამოუკიდებელი სისტემატური მეცადინეობის შე-



დეგად ძირითადად გადაწყვეტილ იქნა სამიანების პრობლემა (III კურსზე შემცირდა 13-ჯერ, II კურსზე — 5-ჯერ) და მინიმალურად (დაახლოებით 3-ჯერ) შემცირდა უმიზეზოდ გაცდენილი სტუდენტსათვის რიცხვი  $\frac{1}{1000000}$ .

ჩატარებული ექსპერიმენტული მუშაობის შედეგად  $\frac{1}{1000000}$  შესაძლებელი შეიქნა სტუდენტთა მოსწრებისა და გაცდენილი სტუდენტსათვის ოპტიმალური სიდიდეების დადგენა. სტუდენტების სისტემატური დაზოუვიდებელი მუშაობისა და ციკლური კონტროლის ჩატარების შედეგად მიღებული უნდა იქნეს მოსწრების ხარისხის შემდეგი საშუალო საორიენტაციო მაჩვენებლები: ფრიადი — 60—70%, კარგი — 30—35% და დამაკმაყოფილებელი — 0—5%.

**კონტროლის ციკლური მეთოდის ნაკლოვანებანი**

სწავლების ხარისხის ამაღლების ასპროცენტური რეცეპტი არ არსებობს, ყველა მეთოდსა და ღონისძიებას აქვს თავისი უპირატესობა და ნაკლოვანებანი. ასევე კონტროლის ციკლური მეთოდსაც გააჩნია თავისი სიძნელეები და ნაკლოვანებები.

პირველ ნაკლს წარმოადგენს მისი დიდი შრომატევადობა. მთელი ნაკადის ოთხჯერ გამოცდა დიდ დროს მოითხოვს როგორც მასწავლებლისაგან, ისე სტუდენტებისაგან. ასე, მაგალითად, 1976—77 წლებში ჩვენ მიერ ჩატარებულ იქნა სტუდენტების გამოცდა 92-ჯერ, 1300 სტუდენტგამოცდის რაოდენობით, რაც დაახლოებით 184 საათს შეადგენს. აღნიშნული დატვირთვა შესრულებულია დღის მეორე ნახევარში 14<sup>30</sup> საათიდან, რაც ძალზე ზრდის მასწავლებლის ფაქტიურ დატვირთვას.

მეორე ნაკლს შეადგენს შემდეგი: ექსპერიმენტის განმავლობაში სტუდენტები ძირითადად დაკავებული იყვნენ ჩვენ მიერ წავითხული დისციპლინების შესწავლით და რჩებოდა შთაბეჭდილება, რომ მიღებული წარმატებები მიღწეული იყო სხვა დისციპლინების ხარჯზე. ყველა საგანში რომ ასეთნაირად დავტვირთოთ სტუდენტები, შეიძლება ასეთ მაღალ შედეგებს ვერ მივაღწიოთ, რადგან სტუდენტის დროის ბიუჯეტი განსაზღვრულია და შეიძლება საკმარისი არ შეიქნეს.

პირველი ნაკლის გამოსასწორებლად საჭიროა გამოვიყენოთ კონტროლის პროგრამული მეთოდი, მეორე ნაკლის გამოსასწორებლად კი საჭიროა გამოვიყენოთ სწავლების ციკლური მეთოდი.

**კონტროლის პროგრამულ-ციკლური მეთოდი**

დაპროგრამებული კონტროლის დანიშნულებას შეადგენს შეამციროს სტუდენტის შემოწმებისათვის საჭირო დრო, რასაც კონტროლის ციკლური მეთოდის დანერგვისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს.

დაპროგრამებული კონტროლის მეთოდის შეყობისას საჭიროა გათვალისწინებულ იქნეს დისციპლინის ხასიათი. საინჟინრო დისციპლინებში საჭიროა სტუდენტმა ცოდნა გადმოგვეცეს პრინციპული ან კინემატიკური სქემისა და ფორმულის საშუალებით, რასაც ხშირად პროგრამული კონტროლის ზოგიერთი ხერხით ვერ ვაღწევთ. ტექნიკური დისციპლინების შესწავლის დროს დადებითი ან უარყოფითი პასუხის პროგრამული მეთოდით შემოწმება საკმარისი

არაა, ამიტომ ჩვენ მიერ რეკომენდებულია კიშინიოვის სას.-სამ. ინსტიტუტში აპრობირებული პლანშეტის გამოყენება, რომელიც საშუალებას გვაძლევს ვაპრობირების საშუალებით ჭერ გამოვაჩინოთ კითხვები, რომლებსაც სწორი პასუხები გვაქვს ცემს წერილობით პასუხს, შემდეგ გამოვაჩინოთ სწორი პასუხები სვენიისა და ფორმულების სახით. სტუდენტი ადარებს პლანშეტში მოცემულ სწორ პასუხებს თავის პასუხებს და არსებული ქულების წესის მიხედვით თვითონვე აფასებს თავის ცოდნას. კონტროლის ასეთი მეთოდი მნიშვნელოვნად ამცირებს შემოწმების დროს, რაც ციკლური კონტროლის დანერგვის საშუალებას იძლევა.

### სწავლების პარალელური და ციკლური მეთოდები

სტუდენტის სისტემატური დამოუკიდებელი მუშაობის უზრუნველყოფისათვის შემუშავებული სწავლების მეთოდებიდან, ქვემოთ განვიხილავთ სწავლების პარალელურ და ციკლურ მეთოდებს და მათ როლს სწავლების ამოღების საქმეში.

სწავლების პარალელური მეთოდი. უმაღლესი სკოლის დარსების დღიდან სასწავლო პროცესის სტრუქტურა ძირითადად არ შეცვლილა, წლის განმავლობაში ერთმანეთის პარალელურად იკითხება 8—12 დამოუკიდებელი დისციპლინა და სესიაზე გამოდის ჩასაბარებლად 4—5 საგანი.

მიუხედავად იმისა, რომ თითქმის ყველა უმაღლესი სასწავლებელი სწავლების პარალელური მეთოდით მუშაობს, მას უამრავი ნაკლოვანება და სიძნელებები გააჩნია:

1. სწავლების პარალელური მეთოდი ართულებს სტუდენტის დამოუკიდებელი მუშაობის ორგანიზაციას და აძნელებს სისტემატური მუშაობის ჩვევების გამომუშავებას.

2. დღის განმავლობაში ერთდროულად იკითხება 3—4 სხვადასხვა დისციპლინა, რაც აძნელებს მათ დამახსოვრებას; ცხადია, გადაცემული ინფორმაციის მნიშვნელოვანი ნაწილი იკარგება, ვინაიდან ოპერატიული მეხსიერებიდან ვერ ასწრებს ხანგრძლივ მეხსიერებაში გადასვლას. ერთ დისციპლინაში მიღებულ ცნობებს გადაფარავს შემდეგი დისციპლინის ლექციაზე მიღებული ინფორმაციები, რომლებიც ერთმანეთთან ორგანულ კავშირში არ არიან.

3. სტუდენტი იძულებულია ერთდროულად მოისმინოს სხვადასხვა ლექცია, მაგრამ მათ მომზადებას ახდენს არა იმავე დღეს, როდესაც მეხსიერებაში ჭერ არ წაშლილა ლექციაზე მიღებული შთაბეჭდილება და ინტერესი, არამედ რამდენიმე დღის შემდეგ, როდესაც ცხრილით განმეორდება იგივე ლექცია, მანამდე კი 3—4 სხვადასხვა დისციპლინაზე გადააქვს ყურადღება. რამდენიმე საგანი ერთმანეთში ირევა, შეუძლებელი ხდება მათი სისტემატრია და ხშირად სტუდენტი იძულებულია ლექციაზე მოუმზადებელი მოვიდეს.

4. სწავლების პარალელური მეთოდი ძალზე ართულებს სასწავლო გეგმის შედგენას. შეუძლებელი ხდება ცხრილში ლექციების, პრაქტიკულებისა და ლაბორატორიების კანონზომიერი თანმიმდევრობის დაცვა. რამდენიმე საგნის პარალელური შესწავლის დროს ხშირია შემთხვევა, როდესაც პრაქტიკულ-ლაბორატორიული მეცადინეობა წინ უსწრებს ლექციას და სხვა.

5. როდესაც სტუდენტი ლექციაზე მოუმზადებელი მოდის, მისთვის სალი მასალა გაუგებარია, უჭირს ლექციის მოსმენა, ლაპარაკობს, ღუ ასევე სტუდენტების რაოდენობა დიდია, აუდიტორიის დამორჩილება შეუძლებელია.

6. როდესაც სტუდენტი სალექციო მასალას ვერ იგებენ, იმეორებენ ინტერესებს, რის გამოც იზრდება არასაპატიო მიზეზით გაცდენების რიცხვი.

7. სემესტრის ბოლოს იწყება ჩათვლები, ხშირად ჩათვლები გამოცდების ხასიათს ატარებს. სესიაზე სტუდენტები მოდიან მოქანცული, მოუმზადებელი და დაბნეული. ბევრი სტუდენტი ჩათვლებს ვერ ასწრებს და მას გამოცდაზე არ უშვებენ. რაც შეუძლებელს ხდის დანარჩენი საგნების ჩაბარებას.

8. სწავლების პარალელური მეთოდის დროს სტუდენტი სესიაზე ყოველ 2—3 დღეში ერთხელ ახალ საგანს აბარებს, რაც შეუძლებელს ხდის მათ მალახარისხოვნად მომზადებას.

9. შეუძლებელი ხდება ნახევარი წლის განმავლობაში განვლილი მასალის 20 წუთში შემოწმება. ერთი ბილეთის ცოდნით ვმსჯელობთ 16—20 ბილეთში მოცემულ მასალაზე, რასაც ხშირად შეცდომაში შევყავართ. სწავლების აღნიშნული მეთოდის შედეგად ხშირად დანაშაულებრივ კუროიზებს აქვს ადგილი სწავლების კონტროლის საქმეში.

სწავლების ციკლური მეთოდი. ზევით განვიხილეთ სწავლების პარალელური მეთოდი და მისი ნაკლოვანებები, ახლა განვიხილოთ სწავლების ციკლური მეთოდი, რომელიც რეკომენდებულ იქნა პერმის პოლიტიქნიკური ინსტიტუტის მიერ და აპრობირებულ იქნა ტულისა და სხვა ინსტიტუტებში.

სწავლების პარალელური მეთოდისაგან განსხვავებით, ციკლური მეთოდის შემთხვევაში სასწავლო პროცესის ოპტიმიზაცია ხდება სპეციალიზაციის პრინციპის დაცვით. სწავლების ციკლური მეთოდის შემთხვევაში შრომატევადი მათემატიკური ხასიათის დისციპლინები: მათემატიკა, ფიზიკა, თეორიული მექანიკა, მასალათა გამძლეობა, მექანიზმების თეორია, ელექტროტექნიკა და სხვა სპეციალურ და საპროფილო დისციპლინაში სტუდენტს ეძლევა მასალის სასემესტრო ნორმა მხოლოდ ერთ საგანში, რომელსაც ჩათვლის და აბარებს. მათი ჩაბარებისათვის გამოიყოფა 2—3 დღე. ამის შემდეგ გადადის მეორე საგანზე და ასე შემდეგ. ციკლურ დისციპლინებთან ერთად იკითხება საზოგადოებრივ-პოლიტიკური დისციპლინები, ხაზვა, უცხო ენები, ფიზმომზადება და სხვა, რომლებიც ჩვეულებრივი გრაფიკით ტარდება და წყდება 2—3 დღით გამოცდის პერიოდში. ცხრილში ეს დისციპლინები ჩასმულია ციკლური დისციპლინების ლექციებსა და ლაბორატორიულ-პრაქტიკულ მეცადინეობებს შორის.

საათების რაოდენობა, ჩათვლებისა და გამოცდების რიცხვი და სხვა ზუსტად ეთანხმება დამტკიცებულ სასწავლო გეგმას.

ამგვარად, განსაზღვრული დროის განმავლობაში სტუდენტებს უხდებათ ერთ-ერთ მეცნიერულ დისციპლინაში დასპეციალება. ერთი თვის ან თვენახევრის განმავლობაში სტუდენტი ცხოვრობს ერთი მეცნიერების ატმოსფეროში. ლექცია, ლაბორატორია, სასწავლო პრაქტიკა ერთდროულად წარმოებს ამ პერიოდში. სტუდენტს უხდება ერთსა და იმავე ლიტერატურულ მასალაზე მუ

შაობა, მას ყურადღების კონცენტრაციის საშუალება ეძლევა. სტუდენტებს დამოუკიდებელი მუშაობის ორგანიზაცია იოლდება, არა აქვს ერთდროულად სხვადასხვა მოცემულობები შესასრულებელი. სწავლების ციკლურ მეთოდზე აძლევენ და აჩვენებენ სტუდენტს სისტემატურ დამოუკიდებელ მუშაობას არა აქვს საშუალება გამოეთიშოს სასწავლო პროცესს. მყარდება კავშირი სტუდენტსა და მასწავლებელს შორის. შესწავლის შედეგებით მოკლე ციკლი საშუალებას იძლევა სტუდენტმა მეხსიერებაში, შეინარჩუნოს მთელი შესწავლილი მასალა.

სწავლების პარალელური მეთოდის შემთხვევაში სემესტრის ბოლოს იქმნებოდა პიკი და გადატვირთვა. სწავლების ციკლური მეთოდის შემთხვევაში კი გამოცდა და ჩათვლა მიმდინარეობს მთელი სემესტრის განმავლობაში და სასწავლო პროცესის შემადგენელ ნაწილად ხდება. სესიები მთელი თავისი სიოლით უქმდება. სემესტრის ბოლოს სტუდენტი ისვენებს ნორმალურ პირობებში.

აღსანიშნავია ისიც, რომ ციკლურ მეთოდზე გადასვლა იოლად ხორციელდება და არ არის დაკავშირებული რაიმე სიძნელეებთან.

ჩვენ შორს ვართ იმ აზრისაგან, თითქოს აღნიშნული ციკლური კონტროლის და ციკლური სწავლების მეთოდები თავისუფალი არიან ზოგიერთი ნაკლოვანებისაგან, მაგრამ უპირატესობანი, რომლებიც ამ მეთოდებს გააჩნია, ცხადია და მოითხოვს ყურადღებით შესწავლას, რადგან კონტროლისა და სწავლების ციკლური მეთოდები აიძულებენ სტუდენტს სისტემატურად დამოუკიდებლად იმუშაოს და მნიშვნელოვნად აიმაღლოს სწავლების ხარისხი.

A. Г. КЕЧУАШВИЛИ

## ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА УЧЕБЫ

### Резюме

С целью внедрения систематической самостоятельной работы студентов и обеспечения повышения качества подготовки, в статье рекомендуется циклический метод контроля в течение семестра и для его осуществления циклический метод преподавания сложных технических дисциплин.

Рекомендуемый метод контроля предусматривает сдачу предмета в течение семестра циклами по отдельным разделам.

В статье даны результаты экспериментальной проверки рекомендованного метода контроля по двум дисциплинам на I и II курсе факультета механизации: Обработка материалов резанием и Основам взаимозаменяемости и техническим измерениям. Эксперименты проведены в 1975/76 и 1976/77 учебных годах и сравнены с данными успеваемости предыдущих учебных годов.



В результате применения циклического метода достигнуто значительное повышение качества успеваемости и снижения пропускаемых уважительных причин по сравнению с существующим традиционным методом.

Статья имеет дискуссионный характер и рекомендуется для апробации предлагаемого метода одновременно по нескольким дисциплинам.

### Әдәбият — Литература

1. Ю. Ивашкин, Н. Кузьмин. Сопромат за месяц, газ. Известия, 1972, № 29.
  2. Р. Мавлютов, К. Галимханов. Сдать или усвоить? газ. Известия, 1972, № 79.
  3. Н. Я. Конфедератов, Методы совершенствования учебного процесса в высшей технической школе, Высшая школа, М., 1976.
  4. Экзаменационные листы и журналы за 1973—74—75—76—77 года II и III курсов, специальности Механизация с.-х. производства.
-



Г. Д. ТАБОРИДЗЕ

Д. Г. ТАБОРИДЗЕ

### РАССЛОЕНИЕ ЗАРЯДА И РАЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЕЕ ОРГАНИЗАЦИИ

Защита окружающей среды и в частности атмосферы, является одной из важнейших проблем современности.

С развитием промышленности и транспорта все более чувствительным становится вред, приносимый продуктами выхлопа силовых установок вообще и автомобильных двигателей в частности.

Обеспечение полноты сгорания топлива в двигателях с искровым зажиганием автомобильного типа, позволяет более рационально использовать энергетические ресурсы и способствует положительному решению вышеназванной проблемы чистоты окружающей среды.

По данным многочисленных исследований, посвященных влиянию состава горючей смеси на топливную экономичность поршневого двигателя и токсичность его отработавших газов, оптимальные регулировки лежат в области обедненных смесей и пределы этого обеднения ограничиваются значениями коэффициента избытка воздуха равными  $\alpha = 1,18 \div 1,24$ .

Повсеместному применению этих оптимальных дозровок горючей смеси, препятствует резкое снижение общей скорости распространения фронта пламени при обеднении смеси, что обуславливает в свою очередь значительное падение максимальной мощности и нарушение устойчивости работы двигателя на частичных нагрузках и на режиме холостого хода.

Поэтому наряду с обеднением горючей смеси до вышеназванных пределов, необходимо одновременно осуществлять и меры по интенсификации окислительных реакций.

На кафедре «Тракторы и автомобили» Груз. СХИ была разработана система расслоения заряда интенсифицирующая процесс сгорания, путем аккумуляторного частичного наддува чистого воздуха.

Экспериментальные исследования были проведены на одноцилиндровом двигателе установки ИТ—9-2, при степени сжатия  $\varepsilon = 6,04$ .



Наддув осуществлялся во время такта сжатия, при помощи электропневматического клапана.

Обработка индикаторных диаграмм, снятых при этих экспериментах, показала, что оптимальным пределом частичного наддува для данного двигателя является добавление около 36% чистого воздуха к основной массе горючей смеси мощностного состава ( $\alpha \approx 0,88$ ).

При большем добавлении чистого воздуха (рис. 1) индикаторный коэффициент полезного действия и среднендикаторное давление газов снижаются, несмотря на увеличение плотности заряда (приблизительно на 48%).

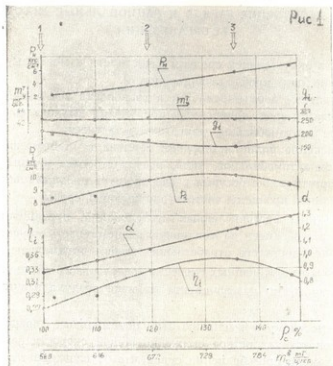


Рис. 1 — Зависимость основных параметров рабочего цикла от плотности заряда.

Единственной причиной этого может быть только нарушение условий оптимальной организации расслоения заряда.

Каковы оптимальные принципы и основные рациональные закономерности изменения состава горючей смеси в отдельных слоях свежего заряда?

Эти вопросы до сих пор являются окончательно еще не решенными и поэтому считаются очень актуальными для дальнейших исследований.

Теоретическое обоснование рациональной организации расслоения заряда было дано в работе Ю. Б. Свиридова, К. А. Морозова и Н. И. Синельникова [1].



По их гипотезе, при рациональном расслоении заряда, в камере сгорания перед воспламенением имеем два слоя (см. рис. 2): горючий и негорючий слой 3 и между ними переходную зону — 2, в которой, по мнению авторов, из-за сильного переобогащения смеси топлива, может не сгорать.

Авторы данной работы основываясь на принципах тепловой теории сгорания, считают необходимым обеспечить в горючем слое такие условия воспламенения и сгорания, которые позволяли бы достичь максимальных температур окислительных реакций, как гарантию распространения фронта пламени с максимальными скоростями.

Поэтому в названной работе рекомендуется:

1. При расслоении заряда в горючем слое необходимо обеспечить условия для быстрого и полного сгорания топлива, т. е. изменение состава смеси в горючем слое —  $\alpha_{r, c}$  допустимо только в пределах от 1,0 — 1,6, с постепенным обеднением по пути пламени (направленное расслоение).

2. Количество топлива, сгорающего в переходной зоне, необходимо сводить к минимуму.

3. Расслоение заряда не должно сопровождаться ухудшением качества смесеобразования.

4. При работе двигателя на режимах, когда  $\alpha = 1$ , расслоение заряда недопустимо.

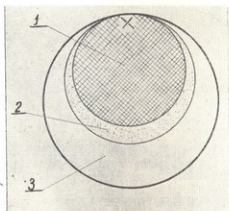


Рис. 2 — Теоретическая схема расслоения заряда.

5. Регулирование нагрузки двигателя должно осуществляться изменением соотношения объемов горючего и негорючего слоев (на всех скоростных режимах).

6. Сформулированные выше требования к оптимальному расслоению заряда должны удовлетворяться на протяжении всего процесса сгорания.

Но эти теоретические рекомендации не могут считаться бесспорными, т. к. они не учитывают необходимых условий для генерации активных центров (атомов, свободных радикалов и др.) окислительных реакций в достаточной, для быстрого протекания первой фазы (да происходит формирование мощного начального очага фронта пламени), концентрации.

Как свидетельствуют результаты известных исследований [2, 3, 4, 5, 7] к последним необходимым условиям относится обеспечение наличия в горючем слое (особенно около электродов свечи зажигания) обязательно обогащенной смеси.

Известно также, что при сгорании обедненных горючих смесей, определяющим является длительность протекания первой фазы, которая при  $\alpha = 1$  намного больше, чем при богатых смесях.

Для экспериментальной проверки вышеизложенного влияния состава горючей смеси на основные фазы процесса сгорания, авторами дан-

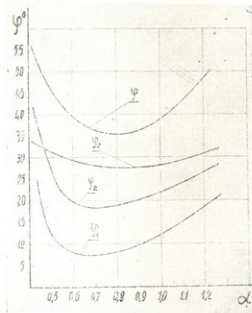


Рис. 3 — Зависимость основных параметров процесса сгорания от качества горючей смеси.

ной статьи были проведены стендовые испытания двигателя спец. установки ИТ 9-2, работающего при степени сжатия  $\varepsilon = 5,1$ , на скоростном режиме  $n = 900 \text{ мин}^{-1}$ , полным открытием дроссельной заслонки. Тепловой режим двигателя соблюдался постоянным и равным  $t_B \approx 90^\circ \text{C}$ .

Замер расхода воздуха производили объемным счетчиком газа «РГ-40», а топлива массовым методом.

Для индицирования двигателя применяли электростробоскопический индикатор «МАН-2А».

При контрольных экспериментах двигатель работал на (однородных) горючих смесях, равномерно расположенных слоями заряда) во всей камере сгорания. Состав смеси (коэффициент избытка воздуха) на взятой контрольной точке выдерживался постоянным.

Эксперименты проводились в широком диапазоне изменения состава горючей смеси (от  $\alpha \approx 0,45$  до  $\alpha \approx 1,1$ ).

Обработка индикаторных диаграмм показала, что общая длительность сгорания ( $\Phi^0$ ) — которую мы условно определяли как сумму первых двух фаз сгорания  $\Phi^0 = \tau_1^0 + \Phi_1^0$  — наименьшего значения достигает при  $\alpha \approx 0,8$  (см. рис. 3), поэтому и скорость сгорания своего максимума достигает при том же значении коэффициента избытка воздуха. (рис. 4.)

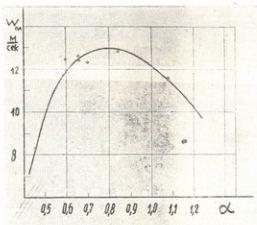


Рис. 4 — Зависимость средней скорости распространения фронта пламени от качества горючей смеси.

Подсчет последнего параметра производили по формуле:

$$W = \frac{l}{\tau} = 6 \frac{l \cdot \pi}{\Phi^0} \left[ \frac{\text{м}}{\text{сек}} \right]$$

$l = 0,085$  [м] — путь пламени мы брали равным диаметру цилиндрической камеры сгорания;

$\tau = \frac{\Phi^0}{6 \cdot \pi}$  [сек] — длительность сгорания.

Интересно отметить, что и максимальное давление газов ( $p_z$ ) и средняя величина нарастания давления в процессе сгорания (также имеют свое максимальное значение при  $\alpha \approx 0,8$ , хотя непосредственной связи (графически) они с предыдущими параметрами не имеют (см. рис. 5 и 6).

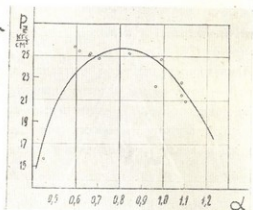


Рис. 5 — Влияние состава горючей смеси на максимальное давление рабочего цикла.

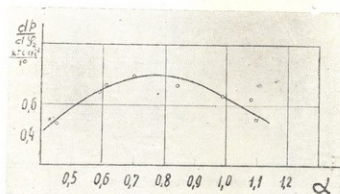


Рис. 6 — Изменение скорости нарастания давления в зависимости от состава горючей смеси.

Совершенно иного характера зависимость длительности первой фазы сгорания ( $\varphi_1$ ) от состава горючей смеси (см. рис. 3).

Своего минимума этот параметр достигает при  $\alpha \approx 0,6 + 0,7$ , что указывает на целесообразность применения в горючем слое при расслоении заряда — обогащенных смесей.



Этот параметр нужно считать определяющим для оценки интенсификации начальных окислительных реакций, что подтверждается термометром изменения запаздывания момента достижения максимальной скорости сгорания газов после В.М.Т. [см. на рис. 3, кривую  $\varphi_2^0 = f(\alpha)$ ].

Длительность второй фазы меняется незначительно с некоторым минимумом при значении  $\alpha \approx 0,8$  (см. рис. 3).

Проведенные нами эксперименты позволяют заключить, что для интенсификации сгорания обедненных горючих смесей, если применять метод расслоения заряда, в неразделенных камерах сгорания, то в горючем слое необходимо обеспечить наличие обогащенной смеси, качество которой (по нашим данным  $\alpha = 0,6 + 0,7$ ) должно быть уточнено путем проведения аналогичных исследований на более высоких степенях сжатия и разных способах начального воспламенения.

### Л и т е р а т у р а

1. Ю. Б. Свиридов, К. А. Морозов, Н. И. Синельников. Повышение экономичности двигателей с искровым зажиганием путем качественного регулирования нагрузки при расслоении заряда. Труды ЦНИТА, выпуск 32, 1967, стр. 42—53.
2. А. Н. Воинов. Процессы сгорания в быстроходных двигателях, М., 1965.
3. И. И. Вибс. Новое о рабочем цикле двигателей. М., Свердлов, 1962.
4. И. М. Ленин, А. В. Костров и др. Автомобильные и тракторные двигатели, М., 1976.
5. Брөзе. Сгорание в поршневых двигателях, М., 1969.
6. Г. Д. Таборидзе. Воздушный экомайзер карбюраторного двигателя. Труды Груз. СХИ, т. ХСIII, стр. 55—71, Тб. 1975.
7. Л. А. Гусак. Радикальный метод форкамерно-факельной организации процесса сгорания. Вестник АН СССР, № 8, 1976, стр. 53—61.



ბ. ბაღრიშვილი

კარბურატორიანი ძრავას გამონაბოლქვ აირებში ნახშირჟანგის შემცველობა და მისი შემცირება

სატრანსპორტო საშუალებათა ინტენსიური განვითარების გამო უკანასკნელ წლებში დიდი ყურადღება ექცევა შიგაწვის ძრავების გამონაბოლქვი აირების ტოქსიკურობის შემცირებას.

კარბურატორიანი ძრავას ერთ-ერთი ძირითადი ტოქსიკური კომპონენტი— ნახშირჟანგია. მისი შემცველობა გამონაბოლქვ აირებში საშუალო დატვირთვებზე დასაშვებ ზღვრებშია, ხოლო იგი მკვეთრად იზრდება ძრავას ზღვრულ რეჟიმებზე მუშაობისას (სრული და მცირე დატვირთვა, უქმი სვლა).

ტოქსიკურობის შემცირების სხვადასხვა ხერხებიდან უპირატესობა უნდა მიენიჭოს მათ, რომლებიც უშუალოდაა დაკავშირებული აალებისა და წვის პროცესების გაუმჯობესებასთან.

ჩვენ შიერ გამოკვლევულ იქნა М—21, УРАЛ—353, ВАЗ—2101 და ИТ9—2 დანადგარის კარბურატორიანი ძრავების სხვადასხვა პარამეტრებზე გამონაბოლქვ აირებში ნახშირჟანგის რაოდენობის ცვალებადობის დამოკიდებულება და მისი შემცველობის შემცირების საშუალებათა დადგენა.

გამონაბოლქვი აირების ანალიზი ჩავატარეთ ოპტიკურ-აუსტიკური ანალიზატორით Abgas-Infralyt და ქრომატოგრაფით ХЛ — 4. აირამრთველი მილი გამშვებ მილსადენთან მიერთებული იყო ისეთ ადგილას, სადაც წინასწარი გამოცდების შედეგების თანახმად, გამონაბოლქვი აირების ტემპერატურა არ აღემატებოდა 600°C [4]. სინჯს ვიღებდით 1 ლ მოცულობის პურქვლში 1—2 წუთის განმავლობაში, ჩამკეტ სითხედ ვიყენებდით NaCl-ის ჯერად წყლის ხსნარს.

აალების კერის გაძლიერება ხელს უწყობს გამონაბოლქვი აირების ტოქსიკურობის შემცირებას. მისი გავლენა მაქსიმალურია უქმი სვლის რეჟიმზე მინიმალური ბრუნთა რიცხვის დროს.

მაგალითად, ВАЗ—2101 ძრავას სტანდარტული სანთლებით მუშაობისას, როცა ელექტროდებს შორის მანძილი  $z = 0,5$  მმ, უქმი სვლის მინიმალური მდგრადი ბრუნთა რიცხვი ტოლია  $n = 700 + 720$  ბრ./წთ., გამონაბოლქვი აირები შეიცავს  $2 \div 4\%$  ნახშირჟანგს. ბრუნთა რიცხვის გაზრდით  $n = 850 \div 900$  ბრ./წთ.-მდე შეიძლება შევამციროთ CO-ს შემცველობა დაახლოებით  $1\%$ -მდე, მაგრამ ბრუნთა რიცხვის გაზრდა იწვევს საწვავის გადახარჯვას.

სანთლებში ღრეჩოს გაზრდა  $0.8 \pm 0.9$ , მმ-მდე, ნარევის გავრცელების სი-  
შეულებას იძლევა, რის გამო ნახშირყანვის შემცველობა მნიშვნელოვნად  
მცირდება, კერძოდ ( $n = 700$  ბრ./წთ.), CO-ს შემცველობა არ მცირდება.  
იგივე ბრუნთა რიცხვის დროს წინასწარი იონიზაციის მქონე ნარევის  
დიანი ექსპერიმენტული სანთლების [6] გამოყენებისას ნახშირყანვის შემცვე-  
ლობა გამონაბოლქვ აირებში მცირდება  $0.2-0.5\%$ -მდე.

უკანასკნელ ორივე შემთხვევაში საწვავის ხარჯი მცირდება.

სტანდარტული სანთლების შეცვლა ექსპერიმენტულით დადებით გავლენას ახდენს აგრეთვე YPAJI—353 ძრავას გამონაბოლქვ აირების ტოქსიკურობის შემცირებაზეც. კერძოდ, უქმი სვლის რეჟიმზე აღებული ჰაერის სიჭარბის მიხედვით სარეგულაციო მახასიათებლის აღებისას გამოვლინდა, რომ ეკონომიურობის თვალსაზრისით ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის ოპტიმალური მნიშვნელობა იზრდება დაახლოებით  $0.1$  ერთეულით და უახლოვდება ოპტიმალურს ტოქსიკურობის თვალსაზრისით [1], რის შედეგად გამონაბოლქვ აირებში დაახლოებით ორჯერ მცირდება ნახშირყანვის შემცველობა.

მართალია, სანთლებში ღრეჩოს გაზრდისა და სტანდარტული სანთლების ექსპერიმენტულებით შეცვლის ეფექტიანობა მცირდება დატვირთვის გაზრდისას, მაგრამ, თუ გავითვალისწინებთ, რომ ნაწილობრივი დატვირთვები სააქტომობილო ძრავას მუშაობის ძირითადი რეჟიმია, ძრავას ტოქსიკურობისა და საწვავის ხარჯის შემცირებას ამ რეჟიმებზე დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ცნობილია, რომ იძულებითი უქმი სვლის რეჟიმზე ძრავას მდგრადი მუშაობისათვის ამცირებენ ანთების წინსწრების კუთხეს, მაგრამ წინსწრების კუთხის სიდიდე გავლენას ახდენს გამონაბოლქვ აირებში ნახშირყანვის შემცველობაზე. კერძოდ, ანთების წინსწრების კუთხის შემცირება ზრდის CO-ს შემცველობას YPAJI—353 ძრავას გამონაბოლქვ აირებში, ვინაიდან სამუშაო ნარევი ვერ ასწრებს ცილინდრებში სრულ წვას, მუშაობის ასეთ დარღვევას თან ერთვის ხმაური გამშვებ მილსადენში. სამელექტროდიანი ექსპერიმენტული სანთლების გამოყენებით აალების პირველადი კერის გაძლიერება საშუალებას იძლევა გავზარდოთ ანთების წინსწრების კუთხე, რაც იწვევს გამონაბოლქვ აირებში ნახშირყანვის შემცველობის შემცირებას  $0.5 \pm 0.8\%$ -დან  $0.3\%$ -მდე.

ძრავას ტოქსიკურობის შემცირებისა და ეკონომიურობის გაუმჯობესება შეიძლება აგრეთვე ნარევის წინასწარი შეთბობის გადიდებით. შეთბობისათვის ნამუშევარი აირების თბური ენერჯის გამოყენებით კიდე უფრო გაიზრდება ძრავას ეკონომიურობა. მაგრამ შეთბობის ტემპერატურის გაზრდა იწვევს ცილინდრების შევსების გაუარესებას, რის გამო ძრავას სრულ დატვირთვაზე მუშაობისას მცირდება მაქსიმალური სიმძლავრე, ამიტომაც საჭიროა დატვირთვის მიხედვით ცვლადი შეთბობის ხარისხის მქონე ძრავას გამოყენება.

საუკეთესო შედეგებს იძლევა ნაწილობრივ დატვირთვებზე კუმშვის ხარისხის გაზრდა [5] როგორც ეკონომიურობის გაუმჯობესების, ისევე ტოქსიკურობის შემცირების თვალსაზრისით. მაგალითად ИТ 9—2 დანადგარის ძრავას გამოცდისას გამოვლინდა, რომ კუმშვის ხარისხის გაზრდა  $\varepsilon = 7$ -დან  $\varepsilon = 9$ -მდე საშუალებას იძლევა დაახლოებით  $0.1$  ერთეულით გავზარდოთ



პერის სიჭარბის კოეფიციენტის ოპტიმალური მნიშვნელობა (როცა შემცირდა ნახშირბადის შემცველობა,  $\gamma_{CO_2} = 0,3$ ), რის გამოწვევით აირებში 1,5-ჯერ შემცირდა ნახშირბადის შემცველობა.

ძრავას ცილინდრებში მიმდინარე პროცესები დამოკიდებულია ნახშირბადის წარუქვების შედეგებზე. ამჟამად ძრავას სიმძლავრის რეგულირებისათვის იყენებენ ხარისხობრივ, რაოდენობრივ ან შერეულ რეგულირებას, რომლის შედეგად იცვლება ციკლის განმავლობაში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა, რომელიც ტოლია

$$Q_{\text{თბ.}} = \frac{H_u - \Delta H_u}{dl \left( 1 + \frac{\gamma}{\mu_0} \right) + 1} g = (H_u - \Delta H_u) C_T g, \text{ კკალ}$$

სადაც  $H_u$  არის საწვავის უდაბლესი წვის სითბო, კკალ/კგ;  
 $l_0 - 1$  კგ საწვავის წვისათვის საჭირო პერის თეორიული რაოდენობა,

- $\gamma$  — ნარჩენი აირების კოეფიციენტი;
- $C_T$  — მუხტში საწვავის შემცველობა;
- $\mu_0$  — მოლეკულური ცვალებადობის კოეფიციენტი;

პერის სიჭარბის კოეფიციენტის გაზრდისას ან საწვავის ციკლური რაოდენობის შემცირებისას კლებულობს გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა და, შესაბამისად, ძრავას სიმძლავრე.

ვინაიდან

$$l_0 = \frac{l_{CO_2}}{C_{CO_2}}$$

სადაც  $C_{CO_2}$  არის ჟანგბადის შემცველობა;  
 $l_{CO_2} - 1$  კგ საწვავის წვისათვის საჭირო ჟანგბადის თეორიული რაოდენობა

მუხტის თბოუნარიანობის ცვლა შეიძლება აგრეთვე ჟანგბადის ან ინერტული კომპონენტის, მაგალითად, ნარჩენი აირების რაოდენობის ცვლით.

გამონაბოლქვი აირების ტოქსიკურობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს აგრეთვე ძრავას ტექნიკური მდგომარეობა. ГОСТ—16533—70-ის მიერ დადგენილია გამონაბოლქვი აირებში ნახშირბადის შემცველობის ზღვრული და დასაშვები ნორმები (მუხტა ლილვის მინიმალური ბრუნთა რიცხვის დროს უქმი სვლის რეჟიმზე არაუმეტეს 4,5 მოც. %, ხოლო, როცა  $n=0,6$  ნომ.  $\pm 100$  ბრ./წთ.—არაუმეტეს 2,0 მოც. %). როგორც УРАЖ—353, М—24, М—21 და ВАЗ—2101 ძრავების გამოცდისას გამოვლინდა, ეს მოთხოვნილებანი რამდენადმე დაბალია. ამასთან ერთად, დადგინდა, რომ  $CO_2$ -ს შემცველობა ექსპლუატაციაში მყოფი ავტომობილების გამონაბოლქვი აირებში მნიშვნელოვნად აღემატება სახელმწიფო სტანდარტით დადგენილ ნორმებს: შემოწმებული ავტომობილების 40%-ის გამონაბოლქვში ნახშირბადის შემცველობა 6%-ს აღემატება. ცხადია, რომ ამ დროს აღვილი აქვს საწვავის გადახარჯვას, კარბურატორისა და ანთების სისტემის რეგულირება სათანადო ხელსაწყოების გამოყენებით (საწვავის ხარჯის მზომი, აირის ანალიზატორი და ა. შ.) სპეციალურ სტენ-





დზე ძრავას ტოქსიკურობისა და საწვავის ხარჯის შემცირების სამუშაოს დასრულება.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება გაეაყეთოს შემცირების სამუშაოები:  
 1. საპიროა ძრავების კონტროლისა და რეგულირების პერიოდულად გადართობა, მათი მომსახურე პერსონალის კვალიფიკაციის ამაღლება, არსებული კვლევების (მაგ. [3]) შედეგების დანერგვა წარმოებაში და სპეციალური კვლევების ჩატარება.

2. ნაწილობრივი დატვირთვებით კარბურატორიანი ძრავას მუშაობისას გამონაბოლქვი აირების ტოქსიკურობის შემცირებაზე დადებით გავლენას ახდენს კუმშვის ხარისხისა და შეთბობის ინტენსივობის გაზრდა, აალების პირველადი კერის გაძლიერება, სამუშაო ნარევის შედგენილობის რაციონალური შერჩევა.

3. აღნიშნულ რეჟიმებზე იზრდება ე.წ. „მკვდარი სივრცე“ [2], წვის რეაქციებში საწვავი მთლიანად არ იღებს მონაწილეობას, რის გამო გამონაბოლქვი აირები ერთდროულად შეიცავს გარდა ჩვეულებრივი კომპონენტებისა წყალბადის, ნახშირწყალბადებისა და ჟანგბადის გარკვეულ რაოდენობას, რაც მიუთითებს პროცესის არასრულყოფაზე. ამიტომაც გამონაბოლქვი აირების სრული ანალიზისათვის საპიროა აგრეთვე სხვა კომპონენტების განსაზღვრა.

Г. Н. БАДРИШВИЛИ

СОДЕРЖАНИЕ ОКСИД УГЛЕРОДА В ОТРАБОТАВШИХ ГАЗАХ  
 КАРБЮРАТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ЕЕ СНИЖЕНИЕ

Резюме

В статье даны результаты исследования зависимости содержания окиси углерода в отработавших газах карбюраторных двигателей от различных параметров.

Усиление первичного очага воспламенения, увеличение степени сжатия, подбор состава заряда позволяют уменьшить содержание окиси углерода в отработавших газах карбюраторных двигателей. Вместе с тем, необходимо расширить сеть пунктов контроля и регулирования состава отработавших газов. Кроме окиси углерода, на режиме холостого хода необходимо определять и концентрацию углеводородов в отработавших газах.

ლიტერატურა — Литература

1. И. Л. Варшавский, Р. В. Малов. Как обезвредить отработавшие газы автомобиля. Транспорт, М., 1968.  
 2. А. Н. Войнов. Процессы сгорания в быстроходных поршневых двигателях. Машиностроение, М., 1965.



3. В. И. Грибанов, В. А. Оразв. Карбюраторы двигателей внутреннего сгорания. Машиностроение, Л., 1967.

4. Л. С. Золотаревский, Н. И. Игнатович, Н. С. Шендерович. Особенности отбора проб отработавших газов при испытаниях автомобиля и двигателя на токсичность. Сборник трудов ЛАНЭ, Знание, М., 1969.

5. В. В. Махалдiani. Влияние дросселирования на работу карбюраторного автотракторного двигателя. Автореферат диссертаций, 1947.

6. В. А. Окроиридзе, Г. Н. Бадришвили. Интенсификация первичного очага воспламенения в двигателях с принудительным зажиганием. Труды Груз. СХИ, т. XC. Тб., 1975.



ბ. ხუბუნიანი

**სასოფლო-სამეურნეო მანქანებში გამოყენებული სივრცითი  
მექანიზმების კვლევის ზოგადი საკითხი**

სასოფლო-სამეურნეო მანქანები, როგორც წესი, მუშაობენ ნიადაგის ზედაპირის უსწორმასწორობით გამოწვეულ რთულ პირობებში და, აქედან გამომდინარე, მათ უნდა შეეძლოთ მნიშვნელოვანი დახრილობისა და მექანიზმის ცალკეული რგოლის ბრუნვის ღერძის მიმართულების შეცვლის ატანა.

სასოფლო-სამეურნეო მანქანებში სივრცითი სახსრული მექანიზმების გამოყენება ძირითადად მუშაობის ასეთი პირობებით არის გამოწვეული. ეს მექანიზმები უმთავრესად გამოიყენება მოსავლის ამღები სასოფლო-სამეურნეო მანქანების — სათიბელას, სამკალისა და კომბაინის ფრონტალური მჭრელი აპარატის დანების მოძრაობაში მოსაყვანად.

სასოფლო-სამეურნეო მანქანათმშენებლობის განვითარება სივრცითი მექანიზმების თეორიის მრავალი საკითხის გადაჭრასთანაა დაკავშირებული.

დამუშავებულია კვლევის გრაფიკული და ანალიზური მეთოდები, რომლებიც პრინციპში სივრცითი სახსრული მექანიზმების თეორიის რთული ამოცანების გადაწყვეტის საშუალებას იძლევა.

მიუხედავად სივრცითი სახსრული მექანიზმების თეორიის სწრაფი განვითარებისა, მრავალი საკითხის ინჟინრული გადაწყვეტა რთულ ან მიახლოებით ხასიათს ატარებს.

სასოფლო-სამეურნეო მანქანებში ფართო გამოყენება აქვთ სივრცით და სფერულ მექანიზმებს, რომელთა ანალიზისა და სინთეზის მრავალი საკითხი მოითხოვს დამუშავებას.

საკვიროა აღინიშნოს, რომ სასოფლო-სამეურნეო მანქანებში სივრცითი მექანიზმების გამოყენების ერთ-ერთ აუცილებლობას ის წარმოადგენს, რომ ეს მექანიზმები მოძრაობის გადაცემის დროს წამყვან და ამჟღად რგოლებს შორის კუთხის ცვლადობის საშუალებას იძლევა.

აღნიშნული მექანიზმები ანალიზის დროს იხილება, როგორც ერთი მოძრაობის ხარისხის მქონე მექანიზმები, ე. ი. მოძრაობის გადაცემ ლილვებს შორის კუთხე მუდმივად არის მიღებული, რაც, ცხადია, არ შეესაბამება სასოფლო-სამეურნეო მანქანებში მათი გამოყენების ზოგად შემთხვევას. ლილვებს შორის მუდმივი კუთხით მათი განხილვა შეიძლება შეესაბამებოდეს მხოლოდ მათი მუშაობის კერძო შემთხვევას.

სასოფლო-სამეურნეო მექანიზმში გამოყენებული სივრცითი მექანიზმების განხილვა წამყვან და ამჟამად რგოლებს შორის ცვლადი კუთხით, ეხილება, უფრო შეესაბამება მათი მუშაობის პირობებს და ამიტომ ამ მეთოდით შეტარებული ანალიზიც უფრო ზუსტი იქნება. სწორედ ამ მეთოდით არის გათვალისწინებული აღნიშნული მექანიზმების განხილვა.

კვლევის ობიექტად პირველ რიგში შერჩეულ იქნა მოქანავე საყელურისა და მოქანავე ორთითა მექანიზმები.

მოქანავე საყელურის მექანიზმები გამოიყენება სათიბელასა და სამკალის მჭრელი აპარატის დანის მოძრაობაში მოსაყვანად, როდესაც მჭრელ აპარატს დრონტალური მდებარეობა აქვს. მოქანავე ორთითა მექანიზმები კი გამოიყენება გადიდებული სიჩქარეებით (12 კმ/სთ.) მომუშავე სათიბელეებში.

მოქანავე საყელურისა და მოქანავე ორთითა მექანიზმების კვლევის ჩასატარებლად დამზადებულ იქნა მოდელები. მოქანავე საყელურის მექანიზმის კინემატიკური კვლევა ჩატარებულ იქნა ორი მეთოდით — ანალიზურად და ვრაფიკულად.

კვლევის შედეგად დადგინდა იქნა, რომ მოქანავე საყელურის მექანიზმი, როდესაც ლილვებს შორის კუთხე აღწევს 45°-ს, იქცევა უნივერსალური სახსრის მექანიზმად, ე. ი. მისი საშუალებით შეიძლება გადაიცეს ბრუნვითი მოძრაობა ლილვებს შორის ცვლადი კუთხით.

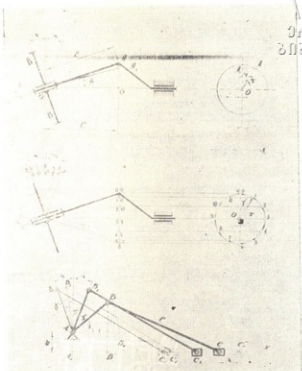
მოქანავე საყელურის მექანიზმი, მისი მუშაობის რეალური პირობების მხედველობაში მიღებით, როგორც სტრუქტურული ანალიზიდან ჩანს, წარმოადგენს ორი მოძრაობის ხარისხიან მექანიზმს.

მოქანავე საყელურის მექანიზმის კვლევის დროს, როგორც ეს მისი მუშაობის რეალური პირობების მხედველობაში მიღებიდან დადგინდა, ცნობილი უნდა იყოს როგორც წამყვანი რგოლის, კერძოდ, მრუდმხარას მოძრაობის კანონი, ისე ლილვებს შორის კუთხის ცვლადობის კანონი იმისათვის, რომ განისაზღვროს ამჟამად რგოლის საშუალო ორგანოს მოძრაობის კანონი.

სრულიად ანალოგიური მდგომარეობაა მოქანავე ორთითა მექანიზმის სტრუქტურული ანალიზის დროსაც. იგი იხილება, როგორც ერთი მოძრაობის ხარისხის მქონე მექანიზმი მაშინ, როდესაც მისი მუშაობის რეალური პირობების მხედველობაში მიღებით წარმოადგენს ორი მოძრაობის ხარისხის მქონე მექანიზმს და ამიტომ მისი კინემატიკური ანალიზის ჩატარებისათვის საჭიროა როგორც წამყვანი რგოლის მოძრაობის კანონის, ისე ლილვებს შორის კუთხის ცვლადობის კანონის ცოდნა.

### მოქანავე საყელურის მექანიზმის კინემატიკა

1-ელ ნახ.-ზე მოცემულია მოქანავე საყელურის მექანიზმის კინემატიკური სქემა. BB — რგოლის მოძრაობის კანონის დასადგენად ვიღებთ მექანიზმის გეგმის ვერტიკალურ სიბრტყეში, ანუ იმ სიბრტყეში, რომელშიც გადაადგილდება BB რგოლი.



ნახ. 1

1-ელი ნახაზიდან დაიწერება:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{r}{l}; \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{A_1 O}{l_1} = \frac{r \cos \varphi}{l_1} = \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \varphi$$

ამრიგად:  $\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \varphi$ . (1)

სადაც  $\varphi$  არის წამყვანი რგოლის შიგნით ყოფილი კუთხე;

$\alpha$  — წამყვანი ლილვის გეომეტრიკულ დევიაციას და კავისის მსაიფელს შორის კუთხე;

$\beta$  —  $O_1 A$  მსახველის მდებარეობის განმსაზღვრელი კუთხე.

თუ  $BB$  — რგოლის რხევის კუთხეს აღვნიშნავთ  $\gamma$ -ით, მაშინ შეგვიძლია დავწეროთ

$$\beta = \alpha - \gamma.$$

(1) ტოლობაში  $\beta$ -ს მნიშვნელობას შევაჩიოთ მუდღებო

$$\operatorname{tg}(\alpha - \gamma) = \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \varphi,$$

$$\text{საიდანაც } \operatorname{tg} \gamma = \frac{\operatorname{tg} \alpha (1 - \cos \varphi)}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos \varphi} \quad (2)$$

$BB$ -ს რგოლის რხევის კუთხური სიჩქარის განსაზღვრისათვის (2) ტოლობის წარმოებულს ვიღებთ დროით, ე. ი.

$$\frac{1}{\cos \gamma} \cdot \frac{d\gamma}{dt} = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \varphi (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi) + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \sin \varphi \cdot \operatorname{tg} \varphi (1 - \cos \varphi)}{(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi)^2} \frac{d\varphi}{dt}$$

თუ აღვნიშნავთ

$$\omega_1 = \frac{d\varphi}{dt}; \quad \omega_2 = \frac{d\gamma}{dt}$$

და მოვახდენთ ტრიგონომეტრიულ გარდაქმნებს, მაშინ მივიღებთ

$$\omega_2 = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \varphi \cdot \cos^2 \varphi}{\cos^2 \alpha (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi)^2} \omega_1 \quad (3)$$

ყ კუბურს თუ გამოვსახავთ  $\alpha$  და  $\varphi$  კუთხეებით, მაშინ  $\cos^2 \gamma$  განისაზღვრება

$$\cos^2 \gamma = \frac{\cos^2 \alpha (1 - \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi)^2}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi}$$

მიღებული მნიშვნელობების (3) ტოლობაში შეტანით მივიღებთ

$$\omega_2 = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \varphi \cdot \cos^2 \alpha (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi)^2}{\cos^2 \alpha (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi)^2 \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi)} \omega_1$$

საიდანაც

$$\omega_2 = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \varphi}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi} \omega_1 \quad (4)$$

განვიხილოთ  $\varphi$  რამდენიმე მნიშვნელობისას  $\omega_2$ -ს მნიშვნელობა

$\varphi$	$0$	$\frac{\pi}{2}$	$\pi$	$\frac{3}{2}\pi$	$2\pi$
$\omega_2$	$0$	$\frac{\pi}{\operatorname{tg} \alpha \cdot \omega_1}$	$0$	$\frac{3}{\operatorname{tg} \alpha \cdot \omega_1}$	$0$

BB რგოლის რხევის კუთხური ამქარების განსაზღვრისათვის ვიღებთ (4), ტოლობის წარმოებულს დროით

$$\frac{d\omega_2}{dt} = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \varphi (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi) + \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \varphi \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot 2 \cos \varphi \cdot \sin \varphi}{(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi)^2} \cdot \frac{d\omega_1}{dt}$$

აღვნიშნოთ:

$$\varepsilon_1 = \frac{d\omega_1}{dt}; \quad \varepsilon_2 = \frac{d\omega_2}{dt}$$

მაშინ გვექნება

$$\varepsilon_2 = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \varphi (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi) + 2 \operatorname{tg}^3 \alpha \cdot \sin^2 \varphi \cdot \cos \varphi}{(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi)^2} \cdot \varepsilon_1$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \varphi \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi) + 2 \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \sin^2 \varphi}{(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi)^2}$$

გარდაქმნის შემდეგ მსილებით

$$\varepsilon_2 = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \varphi \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) - \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi}{(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi)^2} \cdot \varepsilon_1 \quad (5)$$

განვიხილოთ  $\varphi$  რაღაცეობე მნიშვნელობისა  $\varepsilon_2$ -ა მნიშვნელობა.

$\varphi$	0	$\frac{\pi}{2}$	$\pi$	$\frac{3}{2}\pi$	$2\pi$
$\varepsilon_2$	$\frac{\operatorname{tg} \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \varepsilon_1$	0	$\frac{\operatorname{tg} \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \varepsilon_1$	0	$\frac{\operatorname{tg} \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \varepsilon_1$

ამრიგად, მიღებული ფორმულებით შეიძლება განისაზღვროს მოქანავე საყელურის BB რგოლის მოძრაობის კანონი, რის შემდეგ ანალიზურად შეიძლება განისაზღვროს მასთან ბარბაციით შეერთებული მცოციას მოძრაობის კანონი.

მცოციას ვადაადგილება იანგარიშება ფორმულით

$$x = \sqrt{(r+l)^2 - a^2} - r \cos \psi - l - \frac{r^2}{2l} \sin^2 \psi + \frac{ra}{l} \sin \psi - \frac{a^2}{2l} \quad (6)$$

მცოციას c წერტილის სიჩქარე

$$V_c = \omega_2 r \left( \sin \psi + \frac{r}{l} \sin 2\psi + \frac{a}{l} \cos \psi \right) \quad (7)$$

მცოციას c წერტილის აჩქარება გამოითვლება ფორმულით

$$a_c = \omega_2^2 r \left( \cos \psi + \frac{r}{l} \cos 2\psi - \frac{a}{l} \sin \psi \right) \quad (8)$$

$$\text{კუთხე } \psi = \delta - \gamma, \quad (9)$$

სადაც  $\delta$  არის BB რგოლის მარცხენა კიდური მდგომარეობისა და ჰორიზონტს შორის ათვლილი კუთხე საათის ბრუნვის მიმართულებით.

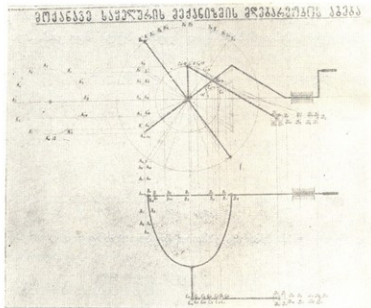
როგორც მოქანავე საყელურის ანალიზური კვლევიდან ჩანს, მისი კინემატიკის დადგენა საკმაოდ რთული ფორმულების გამოყენებასთან არის დაკავშირებული და ამიტომ მიზანშეწონილად იქნა მიჩნეული კვლევის გრაფიკული მეთოდის განხილვა.



მოქანავე საყელურის მექანიზმის კვლევის ანალიზური მეთოდი, რომელიც  
ეს მიღებული საანგარიშო ფორმულებიდან ჩანს, დაკავშირებულია მრავალ გა-  
შოთვლასთან და იწვევს ერთგვარ სიძნელეს. აღნიშნულიდან გამომდინარე,  
ჩატარებულ იქნა კვლევა გრაფიკული მეთოდით.

ანალიზურად კვლევის დროს ნახაზის გამოყენება თუ ატარებს მხოლოდ  
დამხმარე ხასიათს და ამოცანის არსის გაგებას ემსახურება, ამოცანის გრაფი-  
კულად ამოხსნის დროს კი მხოლოდ ნახაზი წარმოადგენს ამოხსნის შედეგს და  
ნახაზიდან აიღება საძიებელი პარამეტრების მნიშვნელობები გარკვეულ მასშ-  
ტაბში.

ბუნებრივია ვიგულისხმებთ, რომ სივრცითი ამოცანების ამოხსნისას მე-  
ტად ეფექტური იქნება მეთოდი, რომელიც შეიცავს აღნიშნული მეთოდების  
დადებით მხარეებს.



ნახ. 2

მე-2 ნახ-ზე მოცემულია მოქანავე საყელურის მექანიზმის მდებარეობის  
აგება. მექანიზმის რგოლების წერტილების ტრაექტორიის აგების დროს მექა-  
ნიზმი განხილულია 12 მდებარეობაში.

წამყვანი რგოლის, მრუდმხარას A წერტილის ტრაექტორია, რომელიც  
წრებას წარმოადგენს, დაყოფილია 12 ტოლ ნაწილად, რადგანაც იგულისხმე-  
ბა, რომ წამყვანი რგოლი ასრულებს თანაბარ ბრუნვით მოძრაობას.





A — წერტილის მიღებული მდებარეობების ვერტიკალურ ღერძზე დაეკ-  
მილებით მიღებული A' წერტილების შემაერთებელი სწორი წარმოადგენს  
გენს მრუდმხარას A წერტილის ტრაექტორიის გეგმის მისი მდებარეობის  
ზელ სიბრტყეში.

ვერტიკალურ ღერძზე მიღებული A' წერტილების მდებარეობებით განი-  
სახვრება მოქანავე საყელურის B წერტილის მდებარეობები.

რადგანაც,  $OA \perp OB$  ანუ  $OA' \perp OB'$ ;  $OA'_1 \perp OB'_1$  და ა. შ.

B — წერტილის მიღებული მდებარეობების მიხედვით კი განისაზღვრება  
მოქანავე საყელურთან სახსრულად შეერთებული რგოლის C წერტილის ტრა-  
ექტორია.

როგორც ნახაზიდან ჩანს, OC რგოლი ასრულებს რხევით მოძრაობას და  
ნისი მოძრაობის კანონი განისაზღვრება C' წერტილების მდებარეობებით.

OC-ს რხევითი მოძრაობა CD ბარბაცას საშუალებით გადაეცემა მცოციას.

მცოციას D წერტილის მდებარეობები კი განისაზღვრება C-ს მდებარე-  
ობებიდან D-ს გადაადგილების სწორზე CD ბარბაცას სიგრძით მოკვეთით.

მიღებული D წერტილის მდებარეობები კი განისაზღვრავს მცოციას მოძ-  
რაობის კანონს.

მიღებული კანონი კი შეიძლება გამოისახოს გრაფიკულად თუ ორდინატ-  
თა ღერძზე გადავზომავთ შესაბამის მდებარეობებზე C წერტილის გადაადგი-  
ლებას, ხოლო აბსცისთა ღერძზე კი მრუდმხარას შემობრუნების კუთხეებს ან  
მისი შემობრუნების დროს.

$$\text{აბსცისთა ღერძს ანიჭებთ იქნება } K_1 = \frac{r_1}{nT} \text{ წმ/მმ,}$$

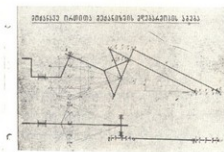
$$\text{ორდინატთა ღერძს ანიჭებთ კი } K_2 = \frac{S}{S} \text{ მმ/მმ}$$

სადაც  $n$  არის მრუდმხარას ბრუნვათა რიცხვი;

$\bar{T}$  — აბსცისის მაქსიმალური მნიშვნელობა მმ-ით;

$S$  — მცოციას მაქსიმალური გადაადგილება მმ-ით;

$\bar{S}$  — ორდინატის მაქსიმალური მნიშვნელობა მმ-ით;

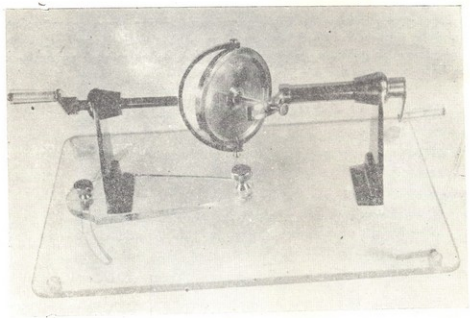


სიღებელი გზავნილი  $S = S(t)$  გაქაზდება  $\alpha$  მიღება მცდელობის  $C$  შორის-  
 ლის სიჩქარით  $\frac{aS}{dt} = \frac{aS}{dt}(t)$  გზავნილი სხვად გაქაზდება  
 ბოთ ეს არტაქებს  $\frac{a^2S}{at^2} = \frac{a^2S}{at^2}(t)$  გზავნილი.

სრულიად ანალოგიურად ჩატარდება მოქანავე ორთითა მექანიზმის მდებარეობების აგება და მისი გრაფიკული კვლევა, რაც მე-3 ნახ.-ზეა მოცემული.

**უნივერსალური სახსრის მექანიზმის კინემატიკა**

მოქანავე საყელურის სახსრის მექანიზმის კინემატიკური ანალიზიდან გამომდინარე, რომ მის წამყვან და ამჟღად ლილვებს შორის კუთხის  $135^\circ$  შემდეგ იგი წარმოადგენს უნივერსალური სახსრის მექანიზმს, ე. ი. მისი საშუალებით შეიძლება ბრუნვითი მოძრაობის გადაცემა ლილვებს შორის ცვლადი კუთხის წმინტხვევაში.



ნახ. 4

მე-4 ნახაზზე მოცემულია მოქანავე საყელურის სახსრის მექანიზმიდან მიღებული უნივერსალური სახსრის მექანიზმის მოდელის სურათი.

სურათზე მოცემული მექანიზმით შეერთებული ლილვების შემობრუნების კუთხეებს შორის დამოკიდებულება გამოისახება ტოლობით



$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \operatorname{tg} \varphi_2 \cos \alpha, \quad (10)$$

სიდაც  $\varphi_1$  არის წამყვანი 1-ლილვის შემობრუნების კუთხე;  $\varphi_2$  - ახლო 2-ლილვის შეახბონების კუთხე;  $\alpha$  - ლილვებ შორის კუთხე.

მექანიზმით შეერთებული ლილვების კუთხურ სიჩქარეებს შორის დამოკიდებულების დასადგენად (10) ტოლობას გავაწარმოებთ დროით, რომლის დროსაც  $\alpha$  - კუთხეს მივიღებთ ცვლად სიდიდედ, რადგანაც მექანიზმი ამის საშუალებას იძლევა.

(10) ტოლობის გაწარმოებით მივიღებთ

$$\frac{1}{\cos^2 \varphi_1} \frac{d\varphi_1}{dt} = \frac{1}{\cos^2 \varphi_2} \cos \alpha \frac{d\varphi_2}{dt} - \operatorname{tg} \varphi_2 \sin \alpha \frac{d\alpha}{dt} \quad (11)$$

$$\text{აღვ იშვით: } \omega_1 = \frac{d\varphi_1}{dt}; \quad \omega_2 = \frac{d\varphi_2}{dt}; \quad \omega_\alpha = \frac{d\alpha}{dt}.$$

მიღებული აღნიშვნების (11) ტოლობაში შეტანით მივიღებთ

$$\frac{1}{\cos^2 \varphi_1} \omega_1 = \frac{1}{\cos^2 \varphi_2} \cos \alpha \omega_2 - \operatorname{tg} \varphi_2 \sin \alpha \omega_\alpha \quad (12)$$

$$\cos^2 \varphi_2 = \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_2}$$

ტრიგონომეტრიულ ფარდობაში (10) ტოლობიდან მიღებული მნიშვნელობის შეტანით მივიღებთ

$$\cos^2 \varphi_2 = \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha + \operatorname{tg}^2 \varphi_1} \quad (13)$$

მიღებული (13) გამოსახულების (12) ტოლობაში შეტანით მივიღებთ

$$\frac{1}{\cos^2 \varphi_1} \omega_1 = \frac{\cos^2 \alpha + \operatorname{tg}^2 \varphi_1}{\cos \alpha} \omega_2 - \operatorname{tg} \varphi_1 \operatorname{tg} \alpha \omega_\alpha,$$

საიდანაც

$$\omega_2 = \frac{\cos \alpha}{\sin^2 \varphi_1 + \cos^2 \alpha \cos^2 \varphi_1} \omega_1 + \frac{\sin \alpha \operatorname{tg} \varphi_1}{\cos^2 \alpha + \operatorname{tg}^2 \varphi_1} \omega_\alpha. \quad (14)$$

განხილული მექანიზმით შეერთებული ლილვების კუთხურ სიჩქარეთა ფარდობა იქნება

$$i = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\cos \alpha}{\sin^2 \varphi_1 + \cos^2 \alpha \cos^2 \varphi_1} + \frac{\sin \alpha \operatorname{tg} \varphi_1}{\cos^2 \alpha + \operatorname{tg}^2 \varphi_1} \frac{\omega_\alpha}{\omega_1} \quad (15)$$



Н. С. ХУХУНАШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ  
МЕХАНИЗМОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
МАШИНАХ

Резюме

Структурным анализом пространственных механизмов, применяемых в сельскохозяйственных машинах, в частности, механизмах качающейся шайбы и качающейся вилки с учетом изменения угла между ведущими и ведомыми валами, что соответствует их работы в действительности, установлено, что эти механизмы являются механизмами с двумя степенями свободы.

Кинематическим исследованием этих механизмов учтено изменение угла между валами и поэтому для определения закона движения ведомого звена необходимо знать закон движения ведущего звена и закон изменения угла между валами.

Кинематический анализ произведен как аналитическим так и графоаналитическим способами.

Выявлено, что графоаналитический способ исследования механизмов качающейся шайбы и качающейся вилки является более простым и дает точность, допускаемую в инженерных расчетах.

При исследовании механизма качающейся шайбы на модели установлено что при угле между ведущим и ведомым валами  $45^\circ$  этот механизм превращается в механизм универсального шарнира т. е. этим механизмом можно передать вращательное движение между валами при переменных углах.

ლიტერატურა — Литература

1. Н. И. Артоболовский. Теория механизмов. Наука, 1967.
2. Г. Д. Апанов. Кинематика пространственных шарнирных механизмов сельскохозяйственных машин. Машиз, 1963.
3. А. В. Бубеников, М. Я. Громов. Начертательная геометрия. Высшая школа, 1973.
4. В. Е. Комаристов, И. В. Автухов, Н. Ф. Дунай, Е. И. Храпач. Сельскохозяйственные машины и орудия. Колос, 1964.
5. Б. И. Турбин, В. Д. Карлин. Теория механизмов и машин. Высшая школа, 1968.



ბ. ბაქანიშვილი, შ. მთავარიშვილი

### პარბიციდების გამოყენება კარტოფილის ნათესაში

საბჭოთა კავშირის სოფლის მეურნეობა მავნებლების, დაავადებებისა და სარეველა მცენარეების გავლენით ყოველწლიურად კარგავს 25 მლნ. ტ მარცვალს, 5 მლნ. ტ კარტოფილს, 1 მილიონამდე ტ ბამბას, დიდი რაოდენობით ხილსა და ბოსტნეულს, მემცენარეობის პროდუქციის დანაკარგები წელიწადში 5—6 მილიარდ მანეთს აღწევს [4].

მინდორთა დასარეველიანების ლიკვიდაცია სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავლიანობის გადიდების მნიშვნელოვანი რეზერვია, დადგენილია, რომ სარეველები კარტოფილის მოსავალს 44%-ით ამცირებენ [3]. მიუხედავად იმისა, რომ კარტოფილის აგროტექნიკის ყველა ძირითადი პროცესი მექანიზებულია, ჯერ კიდევ გვიხდება მწკრივებში მცენარეთა შორის ხელით თოხნა, რაც დიდ დანახარჯებთანაა დაკავშირებული და მკვეთრად აღიწევს პროდუქციის თვითღირებულებას, ამიტომ, აუცილებელია კარტოფილის ნათესების მოვლის აგროკომპლექსში ხელით შრომა შეიცვალოს ქიმიური პრეპარატების — პერბიციდების გამოყენებით.

უნდა აღინიშნოს, რომ მარცვლეული კულტურების ქიმიური მარჯვა უკვე ფართოდაა დანერგილი ჩვენს ქვეყანაში, მაგრამ კარტოფილის ნათესებში პერბიციდების გამოყენებას ჯერჯერობით არა აქვს მასობრივი ხასიათი.

სხვადასხვა ადგილზე ჩატარებული ცდებით [2, 5, 6] დადგენილია, რომ კარტოფილის ნათესებში სარეველების მოსასპობად შეიძლება გამოვიყენოთ 2,4-დ ამინის მარილი, 2,4-დ ბუთილის ეთერი, სიმაზინი, პარმეტრინი, არეზინი და სხვ.

კარტოფილის ნათესებში პერბიციდების გამოყენების ეფექტიანობის შეუსაბამებ საქართველოში მცირე მასალაა დაგროვილი და აღნიშნული ღონისძიებებ არც არის დანერგილი მეკარტოფილეობის ზონების კოლმეურნეობებში და საბჭოთა მეურნეობებში, ამიტომ, ჩვენ მიზნად დავისახეთ კარტოფილის თესვა-მოყვანის კომპლექსური მექანიზაციის საკითხებთან ერთად, მთავარიანი პირობებისათვის შეგვესწავლა პერბიციდების ეფექტიანობა.

პერბიციდების ეფექტიანობის შესწავლა წარმოადგენდა ერთ-ერთ ძირითად საკითხს კომპლექსური თემისას—სამთო მიწათმოქმედების პირობებში კარტოფილის მოვლა-მოყვანასა და აღებაზე მომუშავე საშანქანო-სატრაქტორო



აგრეგატების ოპტიმალური პარამეტრებისა და რეჟიმების დადგენა (ხელმძღვანელი ი. ხოხლოვი).

აღნიშნული თემის განაკვეთი — კარტოფილის ნათესებში გამოყენების ეფექტიანობა — დამუშავდა 1974—1976 წწ. მანგლისში (აღვლი „გობნარი“), იმერასა და ჭინისში.

საკვლევი ზონა მ. კორძახიას [1] მიხედვით მიეკუთვნება ზომიერად ნოტიო კლიმატს ცივი ზამთრით და ხანგრძლივი ზაფხულით, ნალექების ორი მაქსიმუმით წელიწადში. საშუალო-წლიური ტემპერატურა 5, 8° (წალკა) — 5, 9° (იმერა) უდრის. ნალექების წლიური ჯამი 638 (წალკა)—745 (იმერა) მმ-ია.

ცდების ჩატარების რაიონი გამოირჩევა მთიანი, ტალღისებრი რელიეფით, მრავალი დაბლობებითა და სწორი ნაკვეთებით. ნიადაგები მთა-მდელოს შავ-მიწისებრია, მძიმე თიხნარი შედგენილობის.

საცდელად შერჩეულ ტერიტორიაზე გავრცელებული იყო მთა-მდელოს სარეველა მცენარეულობა: ღიქა (*Senecus*), კომბოსტურა (*Conringia orientalis*), ნართხალი (*Poligonum alpinum*), ბატის პარწყვა ბალახი (*Potentilla ansejina*), გვირილა (*Pyrethrum*), ცვალებადი ცერცველა (*Vicia variabilis*), სოსანი (*Consolida divazicata*), ბაია (*Ranunculus*), ჭრელი შვრიელა (*Bromus variegatis*), თეთრი ნარი (*Cirsium incunum*) და სხვა.

საპიროდ მიგვაჩნია აღვნიშნოთ, რომ, რადგანაც ხელთ არ გვქონდა რაიმე დადასტურებული მასალა საქართველოში კარტოფილის ნათესების ქიმიური დამუშავების შესახებ, პირველ წელს გამოვცადეთ რუსეთის პირობებისათვის ლიტერატურაში შესწავლილი ჰერბიციდები. შემდგომში კი უფრო გავაფართოვეთ გამოსაცდელი ჰერბიციდების ასორტიმენტი.

ცდებში განხორციელებული იყო შემდეგი აგროტექნიკური ღონისძიებები: ნაკვეთები მოიხნა მზრალად 25 სმ სიღრმეზე, გაზაფხულზე ჩატარდა ხნულის ღრმა (10—12 სმ) გაფხვიერება თანმიყოლებული დაფარვებით. კარტოფილი ირგებოდა 10—12 სმ სიღრმეზე აპრილის ბოლოს ან მაისის დასაწყისში (წლების კლიმატური პირობების მიხედვით). CH—46 სარგავი მანქანით დაირგო დარაიონებული ჭიში მაქესტიკი. გაზაფხულ-ზაფხულის პერიოდში ტარდებოდა მწკრივთაშორისების კულტივაცია-თოხნა. ჰერბიციდებიან ვარიანტებში ხელით თოხნა გამორიცხული იყო. განოყიერება ჩატარდა მინერალური სასუქებით  $N_{60}P_{70}K_{80}$  1/3 გამოკვებაში.

ჰერბიციდების შეტანა წარმოებდა OH—400 მარკის შემასხურებელი მანქანით, რომელზედაც დაყენებული იყო ПОУ მარკის შემასხურებლის გამსხვეფი შტანგები 8 მ მოდების ვანით. ჰერბიციდების საპექტარო ტექნიკური ნორმა გაანგარიშებული იყო ზუსტად ფორმულით

$$X = \frac{a \cdot 100}{b} \text{ კგ.}$$

სადაც, x არის 1 ჰა-ზე შესატანი ჰერბიციდის ტექნიკური ნორმა კგ-ობით;

a — მოქმედი ნივთიერების საპექტარო ნორმა კგ-ობით;

b — ჰერბიციდში მოქმედი ნივთიერების პროცენტული შემცველობა;

ჰერბიციდის ნორმის ზუსტად დაცვისათვის შემსუბუქებელი მანქანის დაყენება საჭირო ხსნარის ხარჯვის ნორმაზე წარმოებდა ფორმულა:  $P = \frac{q \cdot n \cdot 10 \cdot 60}{C \cdot B}$



საქართველოს სსრ  
საგურამთო-მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია

სადაც P არის ხსნარის საჭირო ხარჯი ლ/ჰა,

- q — ერთი ბუნიკის მიერ გამოსხურებული ხსნარი ლ/წმ;
- n — ბუნიკების რაოდენობა;
- C — ავრეგატის მოძრაობის სიჩქარე კმ/ს;
- B — სამუშაო მოდების განი მ.

შესასხურებელი მანქანის ავზის მოცულობის გაყოფით ხსნარის ხარჯზე (P) ვადგენდით ერთი ავზის გავსებით დასამუშავებელი ფართობის ოდენობას, ხოლო 1-ელი ცხრილის დახმარებით ვიგებდით რომელი ატმოსფერული წნევის დროსაა შესაძლებელი სტანდარტულმა ბუნიკმა გაატაროს ხსნარის მოცულობის ნორმა.

ცხრილი 1

ბუნიკის ტიპი	ბუნიკის ხერტი მმ	ტემპის წნევა (ატმ)						
		2	3	4	5-6	7-8	8-9	10
ჩვეულებრივი	1,5	0,8	1,1	1,2	1,5	1,7	2,0	2,1
ეკონომიური	1,25	0,3	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8

**ცდების მეთოდოლოგია.** ცდების ჩატარების ყველა პუნქტში დანაყოფის ფართობი იყო 140 მ<sup>2</sup>. განმეორება სამჯერადი.

ცდის ერთდროული დაკვირვებებიდან ჩატარებულია: ა) დასარეველიანების აღრიცხვა რაოდენობრივი მეთოდით ჰერბიციდების შესხურებამდე, შესხურებიდან 10—12 დღის და ერთი თვის შემდეგ; ბ) კარტოფილის მცენარეებზე ჰერბიციდების მოქმედებაზე დაკვირვება; გ) მოსავლიანობის აღრიცხვა და დ) ცდიდან მიღებული შედეგების მათემატიკური დამუშავება დისპერსიული მეთოდით.

ცდებში გამოცდილი იყო შემდეგი პრეპარატები: 2,4—დ ამინის მარილი (1,5; 2,0; და 2,5 კგ/ჰა), პრომეტრინი (1,5; 2,0; 2,5; 3,0 კგ/ჰა), სიმაზინი (2,0 და 3,0 კგ/ჰა); შესწავლილი იყო აგრეთვე 1,5 კგ/ჰა პრომეტრინისა და 1,5 კგ/ჰა 2,4—დ ამინის მარილის ნარევის მოქმედება.

ჰერბიციდები და მათი ნარეველები შეგვექონდა კარტოფილის აღმოცენებამდე 4—5 დღით ადრე.

სამი წლის საშუალო მონაცემების მიხედვით გამოვლინდა, რომ ჰერბიციდების გამოყენებით პრეპარატების შესხურებიდან ერთი თვის შემდეგ სარეველები 75—90%-ით ისპობა. მიუხედავად იმისა, რომ კარტოფილის რგვის წინ ჩატარდა თესვისწინა დამუშავება, რომელმაც მოსპო სარეველები კარტოფი-

ლის აღმოცენებამდე 4—5 დღით ადრე, ჰერბიციდების შესხურების წინ სხვადასხვა ცდაში სარეველა მცენარეთა რაოდენობა 1 მ<sup>2</sup>-ზე მიიწვ 50-დან 300 ცალის ფარგლებში მერყეობდა. ამის მიზეზი ის არის, რომ გაზაფხულს დასრულებული ტუბერები შედარებით ნელა ღივდება. აღმოცენდება შეიშლენოვანი მავლობაში და სარეველები ასწრებენ აღმოცენებას.

დასარეველიანების შემცირებამ დადებითი გავლენა მოახდინა კარტოფილის მოსავალზე. მოსავლის მატება მეურნეობების მიხედვით 10-დან 54 ც შეადგინა ჰექტარზე უჰერბიცილო ვარიანტებთან შედარებით. ასე, მაგალითად, ჯინისის მეურნეობაში საკონტროლო ვარიანტზე მიღებული იყო 102 ც/ჰა, პრომეტრინის 2,5 კგ/ჰა დოზამ კი უზრუნველყო კარტოფილის მოსავალი 156 ც/ჰა, ანუ 52%-ით მეტი, ვიდრე საკონტროლოზე.

სარეველების მოსპობისა და კარტოფილის მოსავლიანობის გადიდების მხრივ ყველაზე ეფექტური აღმოჩნდა პრომეტრინი. ეს ფაქტი ორ გარემოებას უნდა მივაწეროთ: ერთი, რომ პრომეტრინი სპობს მოკლებნოვან როგორც ერთლებნიან, ისე ორლებნიან სარეველებს, 2,4—დ ამინის მარილი კი უარყოფითად მოქმედებს მხოლოდ ორლებნიანებზე. მეორე მიზეზი ის არის, რომ პრომეტრინი მცენარეში იჭრება როგორც ფესვების, ისე მიწისზედა მწვეან ნაწილების საშუალებით და, ცხადია, მისი ტოქსიკურობაც მეტი იქნება, ამავე დროს მისი მოქმედება ნიადაგში სამ თვემდე გრძელდება და აზიანებს სარეველების ახლად გამოტანილ ღივებს.

კარგ შედეგს იძლევა პრომეტრინისა და 2,4—დ ამინის მარილის ნარევის გამოყენება, ასე, მაგალითად, მანგლისის მეურნეობაში, „გოხნარის“ ცდებში ასეთმა ნარევმა მოსპო სარეველების 93%, ხოლო კარტოფილის მოსავალი საკონტროლოსთან შედარებით 37,3%-ით გაიზარდა.

იმ ცდებში, რომლებშიც გამოვიყენეთ სიმანინის 2 და 3 კგ/ჰა დოზა, კარტოფილის მოსავალი 8—10%-ით შემცირდა, მიუხედავად იმისა, რომ სარეველები 50—55%-ით მოისპო. ეს გარემოება გამოწვეულია იმით, რომ სიმანინმა უარყოფითი გავლენა მოახდინა კარტოფილის ტუბერებზე: ნაწილი არ აღმოცენდა, აღმოცენებული მცენარეები კი სხვებთან შედარებით დაკნინებული იყო.

ამრიგად, ჩატარებული ცდების საფუძველზე შეიძლება გამოვიტანოთ შემდეგი დასკვნა:

1. მექანიზაციის მაქსიმალურად გამოყენების თვალსაზრისით და ხელით შრომის თავიდან ასაცილებლად აუცილებელი ღონისძიებაა კარტოფილის ნაძეგების მოვლის აგროკომპლექსში აგროტექნიკურ ღონისძიებებთან ჰერბიციდების გამოყენების შეხამება.

2. მღვლოს შემოწმების ნიადაგებზე პირველ რიგში კარტოფილის ნათესების ქიმიური დამუშავებისათვის გამოყენებული უნდა იქნეს პრომეტრინის 1,5—2,5 კგ/ჰა მოქმედი ნივთიერება, რომელიც სარეველებს სპობს 90—95%-ით.

3. თუ მეურნეობებს არ გააჩნიათ პრომეტრინი, ის უნდა შეიცვალოს არანაკლებ აქტიური 2,4—დ ამინის მარილის 1,5—2,0 კგ/ჰა მოქმედი ნივთიერებით. ჰერბიციდების ხსნარის შესხურება უნდა ჩატარდეს 4—5 დღით ადრე კა-



ტოფილის აღმოცენებამდე, როდესაც უკვე საქმარისი რაოდენობითაა სარეკ  
კვლები აღმოცენებული.

4. ცდების ჩატარების პირობებში სიმპონის გამოყენება არაა სრულყოფილი  
რი, რადგანაც აზიანებს კარტოფილის კულტურასაც თუმცა მისი რეგულაცია  
რეგებს სპობს 50—60%-ით.

Г. Н. БЕЖАНИШВИЛИ, Ш. И. МТВАРЕЛИШВИЛИ

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА ПОСЕВАХ КАРТОФЕЛЯ

### Резюме

Ликвидация засоренности полей — значительный резерв увеличения производства сельскохозяйственных продуктов. Сорняки снижают урожай картофеля на 44%. Полного очищения посевов от сорняков можно добиться, дополнив агротехнические приемы борьбы химическими.

Можно сказать, что вопрос применения гербицидов на посадках картофеля в Грузии еще не изучен, поэтому мы задались целью изучить этот вопрос в комплексе с другими агротехническими мероприятиями ухода. Полевые опыты проводились в 1974-1976 гг. в Тетри-Цкаркойском и Цалкском районах на территории «Гохнари», Джиниси и Имера.

Нами были испытаны различные дозы гербицидов прометрина, симазина, аминной соли 2,4-Д и бутилового эфира 2,4-Д. Гербициды применяли за 4-5 дней до появления всходов картофеля.

Результаты показали что для химической прополки картофеля в условиях проведения опытов лучшим гербицидом является прометрин в дозе 1,5-2,5 кг на 1 га действующего вещества.

При таких дозах гибель сорняков составляет 90—95%.

Несмотря на то, что картофель относится к двудольным растениям, для борьбы с сорняками на посадках картофеля эффективно можно использовать аминную соль 2,4-Д в дозе 1,5-2,0 кг/га за 4—5 дней до появления всходов.

Под влиянием симазина засоренность участка снижается. При этом, чем выше доза препарата, тем больше уничтожается сорняков, но при увеличении дозы свыше 1,0 кг/га урожай клубней снижается. Это свидетельствует о том, что повышенная доза препарата для растений картофеля токсична.

### ლიტერატურა — Литература

1. შ. კორძაძე — საქართველოს პედაგოგი, თბ., 1961.
2. П. И. Войтов. — Гербициды в сельском хозяйстве, М., 1963.
3. С. А. Воробьев, Д. И. Буров и др. — Земледелие, М., «Колос», 1972.



4. И. Н. Мельников — Международный симпозиум по пестицидам, «Химия в сельском хозяйстве», 1967, № 1.
  5. Л. Д. Стонов, Т. А. Сергеева — Гербициды, М., «Химия», 1969.
  6. Г. А. Чесалин — Сорные растения и борьба с ними, М., «Колос», 1976.
-



Д. С. НАДИРАШВИЛИ, З. Г. БАЛАМЦАРАШВИЛИ

### КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ МЕХАНИЗМОВ ЛИСТОУКЛАДЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ТАБАКОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ

Трудность создания табакоуборочной машины объясняется сложностью технологического процесса полевой уборки и морфологическими особенностями табачных растений.

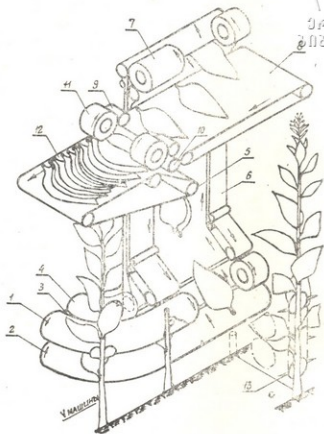
Технологический процесс уборки табака складывается из двух основных операций — отделения листьев от стеблей по ярусам и ориентированной укладки их на подающий транспортер машины для закрепления листьев на шнуры.

Вопросу ориентации и укладки различных тел уделяется большое внимание в ряде отраслей промышленности. Анализ работ в этой области показал, что ни один из известных механизмов или методов укладки тел не может быть использован для укладки табачных листьев, вследствие специфических особенностей последних, обусловленных физико-механическими свойствами.

При разработке технологической схемы механической укладки учитывалось, что листья перед отделением от стеблей ориентируются черешками в одну сторону, встречно-вращающимися эластичными вальцами. Ориентированные листья транспортируются элеватором и выкладываются на горизонтальный транспортер без нарушения ориентации, откуда, с целью сближения, листья переходят на подающе-пульсирующий транспортер с необходимыми интервалами между ними.

Основными элементами механического листоукладчика (рис. 1) являются ориентирующие эластичные вальцы 1 и 2, дополнительные подающие эластичные вальцы 3 и 4, элеватор с транспортерными лентами 5 и 6, вспомогательные эластичные вальцы 7 и 11, горизонтальный транспортер 8, контактирующие барабаны 9 и 10, подающе-пульсирующий транспортер 12 и отделяющий рабочий орган 13 ценного типа.

Работает укладчик следующим образом. Вращающиеся встречно-эластичные вальцы 1 и 2 своими передними изогнутыми частями — улавливателями захватывают табачные листья и передают их в зону действия



Р и с. 1.

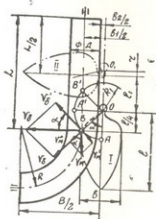
прямой части эластичных вальцов. Здесь листья ориентируются, т. е. занимают единое направленное положение. Сорентированные листья далее обламываются активными рабочими органами 13.

Отделенные листья при помощи вспомогательных вальцов 3 и 4 попадают в зев элеваторных лент 5 и 6 и после транспортировки выкладываются на горизонтальный транспортер 8, откуда после попадания черешков в зазор между барабанами 9 и 10 (замыкается контакт и подающе-пульсирующий транспортер приходит в движение) они переходят на подающе-пульсирующий транспортер с необходимыми интервалами между ними. Вспомогательные эластичные вальцы 7 и 11 не дают возможность листьям разбрасываться.

В кинематике механического листоукладывающего устройства важное значение имеет установление оптимальной скорости ориентирующих эластичных вальцов, так как она связана со скоростью передвижения машины и скоростью элеватора. Скорость элеватора, в свою очередь, связана со скоростью горизонтального транспортера, на которой выкладываются ориентированные листья черешками в одну сторону.

Имея в виду, что выбрасывание листьев с элеватора на полотно горизонтального транспортера связано с их рассеиванием, необходимо скорость элеватора довести по возможности до минимального. С другой стороны, с целью сохранения ориентированного положения листьев при переходе с эластичных вальцов в элеваторные ленты, последние должны иметь одинаковую линейную скорость. Получается, что эластичные вальцы должны иметь соответствующую элеватору скорость, но при условии, чтобы все листья до отделения от стеблей успевали максимально ориентироваться.

На рис. 2 показан случай ориентации листа, расположенного с противоположной стороны машины, ось симметрии пластинки которого расположена параллельно траектории передвижения машины.



Р и с. 2.

Ориентация листа начинается в точке — В и заканчивается тогда, когда точка — А займет положение А'. В таком случае точка пройдет путь:

$$S = \frac{\pi R_1}{2} = \frac{\pi b_1}{4 \cdot \sin \alpha}, \quad (1)$$

где  $R_1$  — радиус поворота точки А;

$b_1$  — расстояние между осями вальцов в плане;

$\alpha$  — угол между линией, параллельной траектории передвижения машины и линией, соединяющей точки О и В.

Раскладывая скорости вальца  $V_n$  и машины  $V_m$  касательно траектории вращения листа и перпендикулярно к нему, можно написать:

$$V_n = V_n \cdot \cos \alpha - V_m \cdot \sin \alpha \quad (2)$$

$V_n$  — скорость вращения листа вокруг точки О.

Отделение листьев от стеблей происходит в середине прямых участков эластичных вальцов. Тогда от начала ориентации листа до отделения, машина пройдет путь, равный  $S_1 = l + r$ , за время:

$$t = \frac{\frac{L}{2} - \frac{l}{4} + r}{V_m} \quad (3)$$

где  $L$  — длина прямых участков эластичных вальцов;

$l$  — длина листа;

$r$  — критический радиус кривизны черешка.

За такое время точка листа В пройдет путь  $S$  со скоростью

$$V_n = \frac{S}{t} = \frac{\pi b_1 V_m}{4 \left( \frac{L}{2} - \frac{l}{4} + r \right) \sin \alpha} \quad (4)$$

В уравнениях (2) и (3) левые части равны между собой, тогда можно написать:

$$V_n \cos \alpha - V_m \sin \alpha = \frac{\pi b_1 V_m}{4 \left( \frac{L}{2} - \frac{l}{4} + r \right) \sin \alpha} \quad \text{откуда:}$$

$$V_n = V_m \left[ \operatorname{tg} \alpha + \frac{\pi b_1}{4 \left( \frac{L}{2} - \frac{l}{4} + r \right) \cos \alpha} \right] \quad (5)$$

Для данного листа угол  $\alpha$ , в процессе ориентации, изменяется в пределах от  $45^\circ$  до  $70^\circ$ . Тогда среднюю скорость вращения вальцов (при которой лист успеет максимально ориентироваться до отделения от стебля) можно определить по формуле среднего значения:

$$V_n = \frac{V_m}{\frac{1}{18} \pi - \frac{\pi}{4}} \int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{7}{18} \pi} \left( \operatorname{tg} \alpha + \frac{0,744}{\sin \alpha \cdot \cos \alpha} \right) d\alpha \quad (5)$$

Имея в виду, что (рис. 2)  $b_1=0,180$  м,  $L=0,500$  м,  $l=0,360$  м (средний лист),  $r=0,030$  м, получаем

$$V_{в} = \frac{36}{5 \cdot \pi} V_{м} \int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{7}{18} \pi} \left( \operatorname{tg} x + 0,744 \frac{1}{\operatorname{tg} x \cdot \cos^2 x} \right) dx = 3,33 V_{м}$$

Для такого же листа, но расположенного встречно машине, получаем:

$$V_{в} = \frac{V_{м}}{\frac{7}{18} \pi - \frac{\pi}{4}} \int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{7}{18} \pi} \left( \frac{0,456}{\sin x \cdot \cos x} - \operatorname{tg} x \right) dx = 0,42 V_{м}$$

Ускорение листьев при выбрасывании из валцов представляется в виде формулы:

$$a_1 = \omega^2 r = \frac{u^2}{r}, \quad (7)$$

где  $\omega$  и  $u$  — угловая и линейная скорость движения листьев.

Можно считать, что до опускания на ленту элеватора ускорение листьев не изменяется, т. к. высота падения небольшая и сопротивление воздуха не учитывается. При опускании сила трения  $F$  и ускорение  $a_2$  приводят листья в движение, которое они могут сообщить им при горизонтальном расположении ленты; т. к.  $F = fmg = ma_2$ .

$$\text{можно написать} \quad a_2 = f \cdot g \quad (8)$$

Если  $a_1 = a_2$  то тогда ускорение листьев на элеваторной ленте будет равняться нулю  $a = 0$  и они начнут сразу же перемещаться совместно с элеваторной лентой с такой же скоростью, какую они имели при выбрасывании их из валцов.

Если поверхность ленты элеватора наклонена под углом  $\alpha$ , то сообщаемое листьям ускорение может быть равно:

$$a_2^1 = g(f \cos \alpha - \sin \alpha). \quad (9)$$

Когда  $a_1 \cos \alpha = a_2^1$  получаем то же самое, что и при горизонтальном расположении ленты элеватора.

Если  $a_1 = a_2$  или  $a_1 \cos \alpha > a_2^1$ , то тогда ускорение листьев в момент попадания на элеваторную ленту будет  $a = a_1 - a_2$  или  $a = a_1 \cos \alpha - a_2^1$ . Это ускорение будет направлено в противоположную сторону движения ленты, т. е. сила инерции будет действовать и толкать листья в сторону движения.

При  $a_1 < a_2$  или  $a_1 \cos \alpha < a_2^1$  ускорение листьев в момент попадания на элеваторную ленту будет  $a = a_2 - a_1$  или  $a = a_2^1 - a_1 \cos \alpha$ . В этом случае тоже будет действовать сила инерции, только в сторону, противоположную движению ленты.

При разных скоростях эластичных вальцов и ленты элеватора листья не могут сразу приобрести скорость последней и поэтому остаются их ориентированное положение. Таким образом, движение листьев элеватора с неодинаковой скоростью не оправдано.

При устранении влияния силы инерции в направлении элеваторного полотна можно воспользоваться следующими соображениями.

Количество движения некоторой массы  $m$  листьев, перемещающейся вместе с полотном элеватора, должно быть  $mV_{за}$  если листья не скользят по наклонному полотну, т. е. если не нарушается условие:

$$t \geq tgz \quad (10)$$

Минимальное значение коэффициента трения листа по ленте транспортера равно 0,67, тогда получается, что угол наклона ленты к горизонту должен иметь предельное значение  $\alpha < 33^\circ$ .

С другой стороны, количество движения той же массы  $m$ , когда она движется вместе с эластичными вальцами, равно  $mV_n$  слагающая этого вектора в направлении движения полотна элеватора при наклоне под углом  $\alpha$  равна  $mV_n \cdot \cos \alpha$ .

Очевидно, что при условии  $mV_{за} = mV_n \cdot \cos \alpha$  влияние инерции листьев, противодействующей силе трения, должно быть погашено, а вторая слагающая вектора  $mV_n$ , перпендикулярная к поверхности полотна, должна увеличить (за счет инерции) нормальное давление на полотно элеватора, а вместе с ним и силу трения.

Условие (11) позволяет характеризовать отношение скоростей  $\frac{V_{за}}{V_n}$  величиной  $\frac{V_{за}}{V_n} = \cos \alpha$ .

Ввиду того, что коэффициент трения позволяет наклонить элеваторную ленту не больше, чем на  $33^\circ$ , получим:

$$V_{за} = 0,839 \cdot V_n = 0,839 \cdot 3,38 V_n = 2,84 V_n.$$

Весьма существенное значение имеет взаимное расположение эластичных вальцов и валиков элеватора, где происходит передача листьев с эластичных вальцов на элеваторную ленту. Благоприятным следует считать такое расположение эластичных вальцов и валиков элеватора, при котором передача листьев происходит без выбрасывания, т. е. когда листья не выходят из зацепления.

Важное значение имеет определение оптимального значения скорости листа при выкладке на горизонтальный транспортер. Если листья неподвижны относительно элеваторной ленты и центростремительное ускорение,

$$a = r\omega^2 = \frac{V_a^2}{r} > g, \quad (13)$$



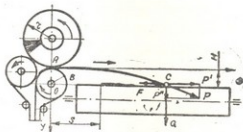


где  $r$  — расстояние от листа до оси вращения  $O$ ,  
 $\omega$  и  $V_{\Sigma}$  — угловая и линейная скорость выброшенного листа, [рад/сек] и [м/сек] будут отделяться от полотна в положении  $A$  (рис. 2) с скоростью  $u$ .

При соблюдении условия (13), так как высота падения небольшая, можно не учитывать сопротивление воздуха и считать, что листья движутся по параболам, при этом дальность выбрасывания листьев по схеме рис. 3 будет

$$S = u \sqrt{\frac{2H}{g}}, \quad (14)$$

где  $H$  — высота выбрасывания.



Р и с . 3.

При несоблюдении условия (13) листья будут отделяться от полотна элеваторов в положении —  $B$ , после поворота на угол  $\beta$ . В таком случае листья будут не выбрасываться, а выкладываться на горизонтальный транспортер.

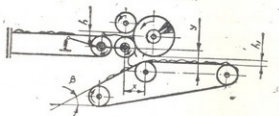
С целью качественной выкладки листьев на горизонтальный транспортер, необходимо соблюдать условие

$$V_{\Sigma} = V_{\Sigma \Sigma} \leq \sqrt{gr}. \quad (15)$$

Скорость горизонтального транспортера зависит, главным образом, от скорости передвижения машины. Листья выкладываются на горизонтальный транспортер без нарушения ориентации только тогда, когда лента, на которую они выкладываются, свободна. Если же на ленте лежат листья, из-за большого значения коэффициента трения листа об лист, ориентация их нарушается. Поэтому листья должны выходить из элеваторных лент в отдельности, или же по несколько штук вместе, ориентированные и выровненные по длине.

При центральном отделении листьев, выкладка их на горизонтальный транспортер происходит в одном и том же месте. Исходя из этого,

за этот период времени, пока машина пройдет путь от одного растения до второго, лента горизонтального транспортера должна пройти расстояние на расстояние (рис. 4):



Р и с. 4.

$$L = b_{max} + 2r, \quad (16)$$

где  $b_{max}$  — ширина максимального листа.

$r$  — критический радиус кривизны черешка.

Тогда соотношение скоростей машины и горизонтального транспортера можно найти по формуле:

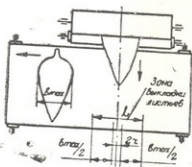
$$V_{г.тр.} = V_m \frac{b_{max} + 2r}{l}, \quad (17)$$

$l$  — расстояние между растениями.

Когда  $l = 0,250$  м;  $b_{max} = 0,400$  м; и  $r = 0,040$  м, получаем

$$V_{г.тр.} = 1,92 \cdot V_m.$$

На рис. 5 дается схема устройства для выкладки (сближения) ори-



Р и с. 5.

ентированных и выровненных по длине листьев из горизонтального транспортера на подающе-пульсирующий транспортер.

Скорость подающе-пульсирующего транспортера при пульсирующем движении равна скорости горизонтального транспортера, а при постоянном движении соотношение скоростей машины и подающего транспортера можно брать в пределах.

$$V_{п.тр.} = \frac{V_m}{25 \div 30} \quad (18)$$

Исследования процесса укладки табачных листьев дали возможность разработать технологическую схему листоукладчика и создать укладчик, обеспечивающий получение качественно выложенных листьев на подающе-пульсирующем транспортере для машинной низки.

Проведенные теоретические и лабораторно-полевые исследования позволяют дать практические рекомендации для расчета и конструирования табакоуборочной машины с предлагаемым листоукладчиком:

1. С целью получения качественной ориентации листьев, соотношение скоростей машины и листоориентирующих вальцов по листу, находящемуся в наилучшем положении, должно удовлетворять условию

$$V_n \geq 3,38 V_m.$$

2. Оптимальное расположение ориентирующих вальцов и барабанов элеватора имеем при условии, когда листья транспортируются, не выходя из защемления.

3. Из-за большого значения коэффициента трения листа об лист, последние без нарушения ориентации выкладываются на горизонтальный транспортер только тогда, когда лента свободна.

4. Минимальная область рассеивания черешков листьев, укладываемых на горизонтальном транспортере, достигается при скоростях выбрасывания листьев из элеваторных лент 0,25 м/сек и передвижении горизонтального транспортера 0,2 м/сек.

5. Средняя скорость дополнительного ориентирующего вальца — 1,0 м/сек.

6. Материал для ориентирующих вальцов должен быть щеточный, а для выкладывающих вальцов — губка.

7. Скорость выбрасывания листьев из элеваторных лент равна скорости последних и должна удовлетворять условию  $V_n = 2,34 V_m \gg \sqrt{gr}$ .

8. Скорость горизонтального транспортера  $V_{г.тр.} = 1,92 V_m$ .

9. Скорость дополнительного выкладывающего вальца при выкладке на горизонтальный транспортер  $V = 0,5 \cdot V_{дл.} = 1,42 \cdot V_m$ .

10. Скорость дополнительного выкладывающего вальца при выкладке на подающе-пульсирующий транспортер  $V = V_{г.тр.} = 1,92 \cdot V_m$ .

11. Скорость подающе-пульсирующего транспортера:

$V_{п.тр.} = V_{г.тр.} = 1,92V$  при пульсирующем движении.

$V_{п.тр.} = \frac{V_{ж}}{25 \div 30}$  при постоянном движении.



При оптимальных режимах работы механического укладчика выкладка листьев с горизонтального на подающе-пульсирующий транспортер качественна.

### Литература

1. М. Н. Летошнев. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет, проектирование и испытание. М., 1955.
2. М. В. Сабликов. Сельскохозяйственные машины. Часть вторая. Основы теории и технологического расчета, М., 1968.
3. С. Н. Артоболовский. Теория механизмов и машин. М., 1963.
4. ГСКБ по с.-х. технике. Отчет № 8 по испытанию табачных машин, Тб., 1969.
5. М. Я. Выгодский. Справочник по высшей математике, М., 1963.
6. Г. Корн и Т. Корн. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М., 1970.



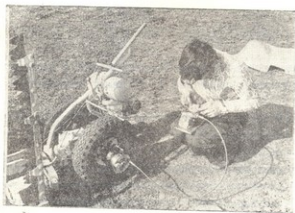
З. Г. ШХВАЦАБАЯ

**МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
РУЧНОЙ САМОХОДНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ БОКОВОЙ ПОДРЕЗКИ  
ШПАЛЕР ЧАЙНЫХ КУСТОВ**

Целью наших исследований является определение энергетических показателей ручной самоходной машины для боковой подрезки чайных кустов при эксплуатации и установление наиболее рационального соотношения между мощностью, развиваемой двигателем и мощностью, потребляемой машиной, а также установление оптимальных параметров рабочих органов и рабочих режимов машины.

Мощность определяется экспериментально, измерением крутящих моментов и угловых скоростей на валах, испытываемых машин вращательным динамографом, которые подставляются в формулу мощности.

Основными узлами и механизмами разработанной нами ручной самоходной машины для боковой подрезки шпалер чайных кустов являются:



Р и с 1

двигатель с редуктором, режущие аппараты, трансмиссия, ведущие ходовые колеса и система управления.

Машина производит одновременную боковую подрезку двух соседствующих шпалерных рядов, что приводит к механическому повреждению установленной агротехническими требованиями ширины междурядья, 30-35 см.

Мощностный баланс данной машины представляет собой уравнение, показывающее, как расходуется во время работы мощность, развиваемая двигателем. Так как мощность двигателя должна быть равна сумме мощностей, затрачиваемых на преодоление различных сопротивлений, возникающих в процессе работы машины, уравнение мощностного баланса получает следующий вид:

$$N_{\text{ев}} = N_x + N_T + N_{\text{хп}} + N_{\text{п}} \pm N_z \text{ л.с. или квт,}$$

- где:  $N_e$  — эффективная мощность, развиваемая на валу двигателя;  
 $N_x$  — мощность, затрачиваемая на холостую работу рабочих органов;  
 $N_T$  — потребляемая мощность на выполнение технологического процесса;  
 $N_{\text{хп}}$  — мощность, затрачиваемая на холостое передвижение машины;  
 $N_{\text{п}}$  — мощность, затрачиваемая на передвижение машины во время работы;  
 $N_z$  — мощность, затрачиваемая на преодоление подъема;  
 $\gamma_z$  — коэффициент загрузки двигателя.

Чтобы установить потребную мощность на отдельных валах машины, необходимо определить в нужных точках величины значений крутящих моментов и угловых скоростей и вычислить по формуле:

$$N_{\text{ср}} = \frac{M_{\text{ср}} \cdot n_{\text{ср}}}{973,8} \text{ квт.}$$

Для составления мощностного баланса машины необходимо определить величины крутящих моментов и угловых скоростей в следующих точках:

I. Приведенный крутящий момент и угловую скорость на валу двигателя, которая дает возможность определить мощность, необходимую для работы машины.

II. Крутящий момент и угловую скорость, пришедшую на двойную (центральную) звездочку, приводимой в движение режущие аппараты (рабочие органы). Отсюда можно определить мощность, затрачиваемую на холостую работу режущих аппаратов и потребную мощность на выполнение технологического процесса.

III. Крутящие моменты и угловые скорости, приведенные на валы ведущих колес машины, которые дают возможность определить мощность,

затрачиваемую на холостое передвижение агрегата и во время его работы.

Все эти параметры нужно определить в процессе работы на различных скоростях и склонах.

Наиболее простым по конструкции и в эксплуатации, особенно в полевых условиях, является механический (пружинный) ротационный динамограф ВДС Грузинского СХИ. Силовая часть прибора состоит из пружинной муфты, у которой угол закручивания одной части относительно другой пропорционален измеряемому крутящему моменту и фиксируется на ленте бумаги линией, проводимой шариковым карандашом. Применение вращательного динамографа ВДС является целесообразным ввиду того, что его простота и надежность по конструкции позволяет установку в требуемых точках машины сравнительно легко, без больших переделок. Показания прибора не подвергаются сколько-нибудь заметному влиянию инерционных сил, что дает высокую точность измерения. Схема установки динамографов показана на рис. 2.

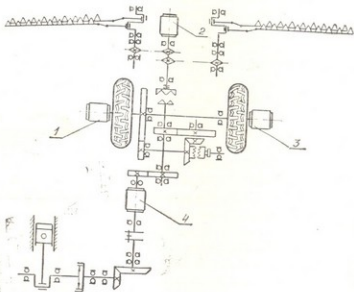


Рис. 2. 1, 2, 3 и 4 динамографы ВДС.

Предварительным ориентировочным расчетом установлено, что максимальное сопротивление качению машины не превышает 50 кгс. Исходя из этого, мы выбрали силовую часть (пружину) для динамографа, которая обеспечит определение максимального крутящего момента пришедших на валах ведущих колес.

$$M_{\text{макс.}}, \text{ когда } P_{\text{макс}} = 50 \text{ кгм равняется}$$

$$M_{\text{макс.}} = P_{\text{макс.}} \cdot R_{\text{кол.}} = 50 \times 0,25 = 12 \text{ кгм.}$$

Это суммарный крутящий момент, который может прийти на оба колеса машины.

Для замера моментов на вращающихся валах ведущей и ведомой машины и для замера крутящих моментов и угловых скоростей в валу двигателя и на двойную звездочку, приводимой в движение режущие аппараты мы подобрали вращательный динамограф «ВДС-20» (20 кгм).

### Работа динамографа ВДС—20

Для измерения крутящего момента или мощности, передаваемой двигателем на вал испытываемой машины, динамограф насаживается на вал последней и его гильза укрепляется шпонкой. Выравниваются нулевой и рабочий карандаши на одной прямой и нажатием рычажка гибкой тяги включается записывающее устройство. С нагрузкой динамографа фланец поворачивается на подшипнике относительно гильзы. При этом закручивается спиральная пружина, другой конец которой прикреплен к телу гильзы. С поворотом фланца и закручиванием пружины одновременно поворачивается цилиндр и в свою очередь поворачивает втулку, который с помощью роликов, нажимая на винтовые поверхности подвижной втулки соответственно перемещает ее вдоль оси гильзы. С перемещением втулки перемещается и стойка с рабочим карандашом. Одновременно с вращением динамографа вращается червяк, насаженный на конец гильзы, который вращает червячное колесо, в результате с помощью конической пары и приводится во вращение ведущий валик, который вытягивает бумажную ленту. Лента сматывается с катушки, обгибает кожух и направляющий ролик скользит по столу и наматывается на катушку.

В момент протаскивания бумаги по поверхности столика карандашом на ней производится запись передающего двигателем крутящего момента  $M_{кр}$  в виде непрерывной кривой, обороты  $n$  вала в виде наколов, время  $t$  опыта в секундах в виде черточек с пиками.

При этом каждый накол на ленте бумаги равен одному обороту динамометрируемого вала и каждая черточка времени — одной секунде.

На диаграмме отсчет ординат передающего двигателем крутящего момента  $M_{кр}$  определяется с помощью вариационной сетки, а обороты вала  $n$  и время опыта  $t$  — простым подсчетом наколов и черточек.

### Определение передающего крутящего момента и мощности динамометрируемого вала машины

При передаче крутящего момента спиральная пружина силового звена закручивается и развиваемый ею момент сопротивления пропорционален взаимному (относительному) углу поворота концов пружины. Если принять, что пружина при нагрузке испытывает чистый изгиб, то ее характеристика, т. е. зависимость между углом поворота вала (чис-



лом  $n$  оборотов вала) и развиваемым ею моментом  $M$  линейно будет равной:

$$M = \frac{\beta\varphi}{l} = \frac{\beta}{l} \cdot 2\pi \cdot n = \frac{EI}{l} \cdot 2\pi n,$$

где:  $l$  — длина рабочей части пружины,  
 $\beta = EI$  — жесткость изгиба,

$E$  — модуль упругости материала:  $I = \frac{bh^3}{3}$  осевой момент инерции поперечного сечения пружинной ленты, шириной  $b$  и толщиной  $h$ ;  
 $2\pi n$  — относительный угол поворота (закручивания) концов пружины. Крутящий момент, передаваемый динамографом:

$$M_{кр} = \frac{\beta\varphi}{l} = \frac{EI}{l} \cdot 2\pi n = \frac{Ebh^3[\sigma]}{l \cdot 12} \varphi = K_d R t g \alpha \varphi = K_d h \text{ кгМ.}$$

Мощность, затрачиваемая по показаниям динамографа:

$$N = 2n K_d R t g \alpha \varphi_1 = 2\pi K_d h n \text{ кгМ/сек,}$$

где  $K_d$  — масштаб динамографа (силового звена или пружины в кгМ/мм);

$h$  — величина упругой линейной деформации пружины (перемещения втулки силового звена с винтовыми поверхностями вдоль оси динамографа) в мм;

$\varphi$  — угол относительного закручивания пружины;

$R$  — радиус подвижного валика силового звена с винтовыми поверхностями;

$\varphi_1$  — угол поворота фланца динамографа относительно его гильзы;

$n$  — число оборотов вала в секунду.

При этом  $\varphi = \varphi_1$ .

Масштаб  $K_d$  динамографа определяется с помощью тарировки по следующей зависимости:

$$K_d = \frac{Ql}{h} \text{ кгМ/мм,}$$

где  $Q$  — вес груза;

$l$  — длина рычага;

$h$  — величина перемещения стойки рабочего карандаша.

#### Методика обработки экспериментальных данных

Для получения наиболее полной характеристики процесса, происходящего в машине и для получения расчетных нагрузок, значительно пре-

вышающих средние величины, при обработке экспериментальных данных, целесообразно пользоваться методом математической статистики.

При пользовании методом ординат вариационной статистики кривых динамометрирования дискретно выбираем значения ( $u_i$ ) интервалом времени  $\Delta t$  и строим вариационные ряды по частоте повторения. Отсчет ординат производим с помощью вариационной сетки.

Количество измерений ( $N$ ) представляет сумму частот ординат в классном интервале

$$m = \sum_{i=1}^n m_i$$

цена классового интервала равна

$$\alpha = \frac{h_{max} - h_{min}}{n}$$

где  $h_{max}$  — максимальная ордината;

$h_{min}$  — минимальная ордината;

$n$  — число классов;

$m_i$  — количество измерений в классе.

Выбираем начало отсчета на диаграмме и определяем начальные моменты первого, второго, третьего и четвертого порядка по следующим зависимостям:

$$V_1 = \frac{\sum_{i=1}^n X^1 m_i}{m};$$

$$V_2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X^1)^2 m_i}{m};$$

$$V_3 = \frac{\sum_{i=1}^n (X^1)^3 m_i}{m};$$

$$V_4 = \frac{\sum_{i=1}^n (X^1)^4 m_i}{m};$$

Определяем центральные моменты второго, третьего и четвертого порядка:

$$\mu_2 = V_2 - V_1^2;$$

$$\mu_3 = V_3 - 3V_2V_1 + 2V_1^3;$$

$$\mu_4 = V_4 - 4V_3V_1 + 6V_2V_1^2 - 3V_1^4.$$

По этим величинам определяем:

1. Средневариационное значение кривой:

$$\bar{x} = x_0 + \alpha V;$$

2. Среднеквадратическое отклонение:

$$\sigma = \alpha \sqrt{\mu_2};$$

3. Дисперсия процесса:

$$D = \mu_2;$$

4. Показатели асимметрии:

$$A = \frac{\mu_3}{\sqrt{\mu_2^3}};$$

5. Показатель эксцесса:

$$K = \frac{\mu_4}{\mu_2^2} - 3;$$

Средневариационное значение крутящего момента:

$$M_{кр} = \bar{x} \cdot K_d,$$

где  $K_d$  — масштаб динамографа.

### Организация испытания

Испытания проводятся на чайных плантациях. Для испытания выбираются участки разных междурядий на разных склонах от 0 до 25°.

Во время опытов необходимо производить измерения величин, характеризующих условия испытания и показатели работы; такими являются: угол склона местности, ширина захвата, расход топлива, путь и время прохождения участка в процессе динамометрирования.

1. Угол склона местности является определяющим фактором при изучении изменений эксплуатационных показателей машины. Агротехнические требования борьбы с эрозией почвы допускают движение агрегата лишь в поперечном направлении склона.

Угол наклона местности данного участка определяется по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{b \cdot M},$$

где  $h$  — расстояние между горизонталями по вертикали;

$b$  — расстояние между горизонталями (на плане в мм);

$M$  — масштаб плана.

Теоретически предельный угол поперечной устойчивости машины определяется по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{lim}} = \frac{0,5 \cdot B - l}{h_g},$$

где  $B$  — ширина колеи машины;

$h_g$  — высота расположения центра тяжести машины;

$l$  — смещение центра тяжести от продольной плоскости симметрии машины, определенное путем замеров и взвешивания.

Фактически предельный угол местности для данной машины может быть значительно меньше, что весьма опасно. Поэтому фактически предельный угол поперечной устойчивости следует определять практическим путем, установив машину на специальную площадку и изменяя ее наклон, вплоть до момента начала бокового опрокидывания. При этом должны быть приняты меры предупреждения дальнейшего опрокидывания машины на бок. Боковой наклон машины определяется угломером. Отсчеты снимаются при неподвижной машине в начале и конце опыта.

Определение предельного угла склона местности для нашей машины является весьма важным вопросом с точки зрения техники безопасности.

Координаты центра тяжести машины можно определить по известным методам.

II. Ширина захвата подрезочного агрегата должна определяться по разности замеров до и после прохода агрегата.

III. Путь — проходимый машиной за опыт определяется длиной участка замеряемой рулеткой.

IV. Время — за опыт измеряется секундомером, включение и выключение которого синхронизированы с другими измерительными приборами.

V. Расход топлива — за опыт определяется по показаниям шкалы мерного бачка в начале и в конце зачетного участка.

Одновременность включения и выключения измерительных приборов достигается соответствующим расположением выключателей, что уменьшает вероятность возникновения погрешностей при испытаниях.

Для подсчета результатов испытания пользуемся следующими формулами:

а) Средняя скорость движения машины за время опыта:

$$V = 3,6 \frac{S}{T} \quad (\text{км. час})$$

где  $S$  — длина пути динамометрирования в м;

$T$  — продолжительность опыта в сек.

б) Средняя мощность на передвижение:

$$N = \frac{M \cdot n}{716,2} \quad (\text{л.с. или кВт}),$$



где  $M$  — суммарный крутящий момент на ведущие колеса;  
 $n$  — угловая скорость ведущих колес.

в) Сопротивление передвижения машины:

$$P = \frac{M}{r_k} \quad \text{кг,}$$

$M$  — крутящий момент;  
 $r_k$  — радиус качения колеса;

г) Часовой расход топлива:

$$G_T = \frac{3,6 \cdot W_0 \cdot \gamma}{T} \quad \text{(кг/час)}$$

где  $W_0$  — объем топлива, израсходованного за опыт, в см<sup>3</sup>;  
 $\gamma$  — удельный вес топлива при данной температуре.

д) Буксование ведущих колес машины:

$$\delta = \frac{\Pi_p - \Pi_x}{\Pi_p},$$

где  $\Pi_p$  и  $\Pi_x$  — (соответственно) средние числа оборотов ведущих колес машины на пути динамометрирования под нагрузкой и при холостом ходе, определенные для того же участка.

### Литература

1. А. А. Выходский. Динамометрирование сельскохозяйственных машин. Машиностроение, 1968.
2. Г. Я. Шхвацабая. Новые приборы для изучения энергетики сельскохозяйственных машин и агрегатов. Тб. 1970.
3. В. С. Лихачев. Испытание тракторов. Машиностроение, 1974.



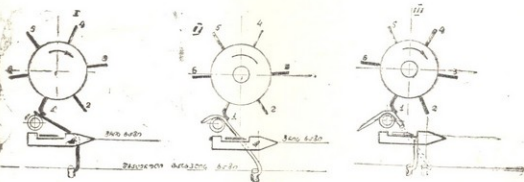


ო. თაღორაძე

ჩაის საკრეფი მანქანა 4А—1000-ის ტექნოლოგიური პროცესის თეორიული განმარტების საკითხისათვის

ჩაის საკრეფი მანქანა 4А—900-ის ტექნოლოგიური პროცესი სრულდება შემდეგი ძირითადი ორგანოების: დამცველი ღობურების, ტარაბუხას, მჭრელი აპარატის, შემრჩევი გორგოლაკის, მართვის სისტემის, შემგროვებელი და განომტანი ტრანსპორტიორის ერთობლივი მუშაობის შედეგად. უნდა აღინიშნოს, რომ კრეფის პროცესში ყველა მუშა ორგანო ერთდროულად მონაწილეობს და ერთმანეთზეა დამოკიდებული, ე. ი. რომელიმე ორგანოს არასწორი მუშაობა არღვევს ტექნოლოგიურ პროცესს.

კრეფის ტექნოლოგიური პროცესის შესრულების თანმიმდევრობა შეიძლება დავყოთ შემდეგ ძირითად ეტაპებად (ნახ. 1):



ნახ. 1

1. დამცვეი ღობურების მიერ შემოსვლელი ღუყების (ერთი და ორფოთლიანი ყლორტების) გადაღუნვა და დატოვება ბუჩქზე.
2. ტარაბუხას ფირფიტების მიერ შემოსული ღუყების (ყლორტების) გადაღუნვა მანქანის მოძრაობის საწინააღმდეგოდ, მათი დაჭერა შემრჩევი გორგოლაკზე, დაჭიმვა, რათა ღუყმა დასძლიოს დამცვეი ღობურების წინაღობა და მოხვდეს ჭრის ზონაში.
3. მჭრელ აპარატში მოხვედრილი ღუყების მოჭრა და მათი გადასროლა შემგროვებელ ტრანსპორტიორზე ტარაბუხას იმავე ფრთის ფირფიტების მიერ, რომლითაც დაიჭერს და მიაწოდებს მჭრელ აპარატს ამ ღუყებს.

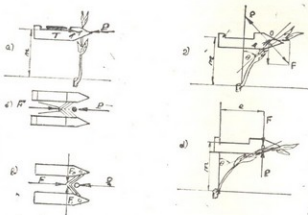
4. შემგროვებელი და გამომტანი ტრანსპორტიორის მუშაობის თავისებურება.

5. საკრფი აპარატის ბუჩქის ზედაპირზე შემავუებელი მუშაობა.

აღნიშნული ეტაპების სრული თეორიული ანალიზი საშუალებას მოგვცემს, ნათელი წარმოდგენა ვიქონიოთ ტექნოლოგიურ პროცესზე, შევირჩიოთ მუშაორგანოების ძირითადი პარამეტრები და მუშაობის რეჟიმები, ვიმსჯელოთ გადაადგილების სიჩქარის გაზრდაზე.

**დამცავი ღობურების მუშაობა და დუყის გაღუნვის პროცესი**

მანქანა მოძრაობს რა შპალერის გასწვრივ, საკრფი აპარატი ეშვება ავტომატური საყიდ-სამართავი სისტემის დახმარებით ბუჩქის ზედაპირზე და ღრმავდება მასში გასხვლის ხაზიდან გარკვეულ სიმაღლეზე ( $m = 40-30$  მმ). ავტომატური მექანიზმი ცდილობს შეეგუოს ბუჩქის ზედაპირს, დაიცვას ყოველთვის აღნიშნული სიმაღლე მანქანის შემდგომი გადაადგილებისას, დუყები შემოდინ თითებს შორის, სადაც ხედებიან დამცავ ღობურებს, მანქანა მოძრაობს რა, ის დუყები, რომლებიც ვერ დაიჭირა ტარაბუამ, იწყებენ გადაღუნვას მოძრაობის მიმართულებით. თუ განვიხილავთ მე-2 ნახ. ა, ჩანს, რომ პროცესი



ნახ. 2

შეიძლება დავყოთ ორ მომენტად: პირველი — დუყის ღობურასთან შეხების მომენტი. ამ დროს დუყზე მოქმედებს დამცავი ღობურების გაღუნვის წინააღობის ძალა  $T$ , ხოლო დუყი თავის მხრივ ეწინააღმდეგება დამცავ ღობურებს  $P$  ძალით, მეორე მომენტი, როცა დუყი ნაწილობრივ გადახრილია, ზედა ღობურების წინააღმდეგობა მცირდება, ამ დროს უკვე მეორე ქვედა ღობურები იცავენ დუყს მჭრელ ზონაში მოხვედრისაგან, ხოლო დუყის წინააღობის ძალის მიმართულება გადახრილია მოძრაობის მიმართულებიდან  $\theta$  კუთხით და სიდიდეც იზრდება. ამ დროს შეიძლება ადგილი ჰქონდეს სამ შემთხვევას:

1.  $T = P$  — დუყი განურჩეველ კრიტიკულ მდგომარეობაშია;
2.  $T > P$  — დუყი იღუნება წინ მოძრაობის მიმართულებით;

3.  $T < P$  — დუყი სძლევს ლობურების წინალობას და შემოდის პრის ზონაში.

დუყის გადაღუნვისა და ბუჩქზე დატოვებისათვის საჭიროა დუყის გადაღუნვისა და ბუჩქზე დატოვებისათვის საჭიროა პირობა

$$T > P \quad (1)$$

მე-2 ნახ-დან შეგვიძლია დავწეროთ

$$T = T_1 + T_2,$$

სადაც  $T_1$  და  $T_2$  მარჯვენა და მარცხენა ლობურების წინალობის ძალებია, ე. ი.

$$T_1 + T_2 > P$$

დუყის გაღუნვის პროცესის უფრო ზუსტად შესწავლისათვის მოგვყავს შემდეგი სახის თეორიული გამოკვლევა.

რადგან მანქანის გადაადგილების სიჩქარე დაბალია, ჩავთვალოთ, რომ დუყზე გაღუნვის ძალა მოქმედებს სტატიკურად (ნახ. 2).

მე-2 ნახ-დან ჩანს, რომ გაღუნვის პროცესში ლობურებზე მოქმედებს დუყის გაღუნვის წინალობის (დრეკადობის) ძალა  $N$  და დუყსა და ლობურას შორის ხახუნის  $F$  ჰორიზონტალური ძალა, რომელიც წარმოიქმნება დუყის ლობურებით გადაღუნვის დროს და ტოლია

$$P = N(\cos\theta + \operatorname{tg}\varphi \sin\theta) \quad (2)$$

სადაც  $\varphi$  დუყსა და ლობურებს შორის ხახუნის კუთხეა, თუ ჩავთვლით, რომ გაღუნვის პროცესში მყოფი დუყი წარმოადგენს კონსოლს ან დრეკად ღეროს, რომელიც იღუნება მცირე კუთხით, მაშინ შეიძლება დავწეროთ

$$N = \frac{2EI \operatorname{tg}\theta}{m^2}, \quad (3)$$

სადაც  $m$  ლობურის დუყთან შეხების წერტილის სიმაღლეა მშ, დუყის ჩანაგრებიდან (გასხვლის ხაზიდან),  $\theta$  — დუყის გაღუნვის კუთხე ვერტიკალიდან გრად.,  $EI$  — დუყის სიხისტე.

დუყის დიდი კუთხით გაღუნვისას  $N$ -ის მნიშვნელობა სხვა იქნება, თუ ავიღებთ გაღუნული ღეროს რაღაც  $dS$  მონაკვეთს, რომლის სიგრძე  $dX$  და სიგანე  $dY$ , მაშინ გაღუნული ღეროს დრეკადი ხაზის დიფერენციალურ განტოლებას  $S$  მონაკვეთზე (ნახ. 2) ექნება სახე

$$EI \frac{d^2\psi}{dS} = -M \quad (4)$$





M მინუსი ნიშნითაა, რადგან წარმოებული  $\frac{d\psi}{dS}$  უარყოფითია.  $S$  დრეკადი ხაზის სიგრძის გაზრდით  $\psi$  მცირდება, თავის მხრივ  $\frac{d\psi}{dS}$  უარყოფითია.

$$M = -[N(\cos\theta + f\sin\theta)x + N(\sin\theta - f\cos\theta)y] \quad (5)$$

თუ შევიტანთ M-ის მნიშვნელობას მე-4 განტოლებაში, გვექნება

$$EI \frac{d^2\psi}{dS^2} = -[N(\cos\theta + f\sin\theta)x + N(\sin\theta - f\cos\theta)y].$$

ამ განტოლებას თუ გავადიფერენციალებთ S-ის მიხედვით, მივიღებთ

$$EI \frac{d^3\psi}{dS^3} = -N \left( \cos\theta \frac{dx}{dS} + f\sin\theta \frac{dx}{dS} + \sin\theta \frac{dy}{dS} - f\cos\theta \frac{dy}{dS} \right)$$

მაგრამ ვინაიდან

$$\frac{dx}{dS} = \cos\psi; \quad \frac{dy}{dS} = \sin\psi, \text{ მაშინ}$$

$$EI \frac{d^3\psi}{dS^3} = -N[\cos(\theta - \psi) + f\sin(\theta - \psi)].$$

განტოლების ორივე ნაწილი გავყოთ  $d\psi$  და გავაინტეგრალთ

$$\frac{EI}{2} \left( \frac{d\psi}{dS} \right)^2 = N\sin(\theta - \psi) - fN[1 + \cos(\theta - \psi)].$$

თუ აღვნიშნავთ  $\frac{N}{EI} = K^2$ , მაშინ

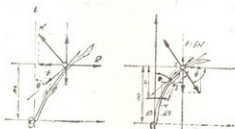
$$dS = \frac{d\psi}{K\sqrt{2\sqrt{\sin(\theta - \psi) - f[1 + \cos(\theta - \psi)]}}}$$

თუ გავაინტეგრალებთ ზღვრებში 0-დან  $\theta$ -მდე

$$y = \int_0^\theta \frac{\sin\psi d\psi}{K\sqrt{2\sqrt{\sin(\theta - \psi) - f[1 + \cos(\theta - \psi)]}}} \quad (6)$$

მოცემული  $y$  ინტეგრალი საშუალებას არ გვაძლევს მივიღოთ  $N$  ძალისათვის ფუნქციონალური დამოკიდებულება, ამიტომ ამოცანას ვხსნით მიახლოებითი მნიშვნელობით.

დავუშვათ, რომ გადაღუნული დუყის დრეკადი ხაზი წარმოადგენს წრეხაზს (ნახ. 3), მაშინ  $N$  ძალის ყოველი ახალი მდგომარეობისათვის, ე. ი.  $\theta$ -ს



ნახ. 3

ყოველი ახალი სიდიდისათვის, შესაბამისად გვექნება წრეხაზი რადიუსით

$$R = \frac{H}{\sin \theta}$$

$x$  და  $y$  ღერძებისათვის წრეხაზის განტოლებას ექნება სახე

$$x_0^2 + y_0^2 = R^2$$

წრის II მეოთხედისათვის (რადგან დუყის გაღუნვა ხდება II მეოთხედში)

$$y = R - y_0; \quad x = x_0; \quad y = R - \sqrt{R^2 - x^2}$$

გაღუნული დუყის დრეკადი ხაზის დიფერენციალურ განტოლებას (ნახ. 3) აქვს სახე

$$\frac{M(x)}{EI} = - \frac{\frac{d^2 y}{dx^2}}{\left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]^{3/2}}, \quad (7)$$

სადაც

$$M(x) = (N \cos \theta + f N \sin \theta)(H - x) + (N \sin \theta - f N \cos \theta)[R(1 - \cos \theta) - y].$$

$$\text{აღენიშნოთ } \frac{dx}{dy} = \operatorname{tg} \psi, \quad \text{მაშინ } \frac{M(x)}{EI} = \frac{d(\operatorname{tg} \psi)}{(1 + \operatorname{tg}^2 \psi)^{3/2}}$$

თუ შევიტანთ  $M(x)$ -ის მნიშვნელობას და მოვახდენთ ორივე მხარის გაინტეგრირებას, მივიღებთ

$$\begin{aligned} \frac{N}{EI} \left( \cos \theta + f \sin \theta \right) \int_0^m (H - x) dx + \frac{N}{EI} (\sin \theta - f \cos \theta) \int_0^m [R(1 - \cos \theta) - \\ - (R - \sqrt{R^2 - x^2})] dx = \int_0^m \frac{d(\operatorname{tg} \psi)}{(1 + \operatorname{tg}^2 \psi)^{3/2}} = \sin \theta. \end{aligned}$$

ამრიგად შეგვიძლია დავწეროთ:

$$\frac{Nm^2}{2EI} \left[ \cos\theta + f\sin\theta + (1-f)\operatorname{ctg}\theta \right] \left( \frac{\theta}{\sin\theta} - \cos\theta \right) = \frac{2EI}{m^2} \sin^2\theta$$

$$\text{ან } \frac{Nm^2}{2EI} [f + \theta(1-f)\operatorname{ctg}\theta] = \sin^2\theta,$$

საიდანაც

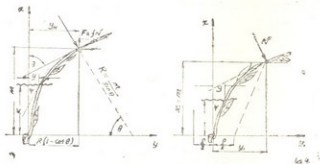
$$N = \frac{2EI}{m^2} \cdot \frac{\sin^2\theta}{f + \theta(1-f)\operatorname{ctg}\theta} \quad (8)$$

თუ ღეროს ღობურაზე ხახუნის სიდიდეს მხედველობაში არ მივიღებთ, მაშინ

$$N = \frac{2EI}{m^2} \cdot \frac{\sin^2\theta}{\theta} \quad (9)$$

როცა დუეის დახრის კუთხე ვერტიკალიდან  $50^\circ$ -მდეა, მაშინ  $N$ -ის ცდომილება 10% აღწევს, უფრო მცირე კუთხის შემთხვევაში ცდომილება მცირდება.

თუ ჩათვლით, რომ ღეროს დრეკადი ხაზი ღუნვის დროს წარმოადგენს პარაბოლას  $x^2 = 2Py$ , მაშინ  $N$  ძალის გამოსახულებას მივიღებთ შემდეგნაირად



ნახ. 4

$$r = x_1^2 + \left( y_1 - \frac{P}{2} \right)^2$$

დრეკადი ხაზის განტოლებას აქვს სახე:

$$\frac{M(x)}{EI} = \frac{\frac{d(\operatorname{tg}^2)}{dx}}{(1 + \operatorname{tg}^2)^{3/2}}$$

რადგან



$$\operatorname{tg}\phi = \frac{dy}{dx} = \frac{x}{P}$$

$$M(x) = N\cos\theta(x_1 - x) + N\sin\theta(y_1 - y)$$

$$\int_0^m \frac{N\cos\theta}{EI} (x_1 - x) dx + \int_0^m \frac{N\sin\theta}{EI} \left( y_1 - \frac{x^2}{2P} \right) dx = \sin\theta$$

$$Nm^2\cos\theta + \frac{N\sin\theta}{EI} \left( y_1 m - \frac{m^3}{6P} \right) = \sin\theta$$

$\operatorname{tg}\theta$ -ს გამოსახულებას მივიღებთ თუ გამოსახულებაში  $y' = \operatorname{tg}\phi$  ჩავსვამთ  $x$  სიღრმის ნაცვლად  $x_1 = m$ , ე.ი.  $\operatorname{tg}\theta = \frac{m}{P}$

საიდანაც  $P = \frac{m}{\operatorname{tg}\theta}$ . თავის მხრივ

$$y_1 = \frac{x_1^2}{2P} = \frac{m^2}{2P} = \frac{m\operatorname{tg}\theta}{2}, \quad (10)$$

მაშინ

$$\frac{Nm^2}{2EI} \cos\theta + \frac{N\sin\theta}{EI} \left( \frac{m^2\operatorname{tg}\theta}{2} - \frac{m^2\operatorname{tg}\theta}{6m} \right) = \sin\theta$$

და ძალა

$$N = \frac{3EI\sin 2\theta}{m^2(\cos^2\theta + \operatorname{tg}^2\theta)} \quad (11)$$

სანაგარიშოდ ვიყენებთ უფრო მარტივ (9) ფორმულას. ჩავსვათ  $N$  ძალის მნიშვნელობა (3) ფორმულიდან განტოლებაში და განვსაზღვროთ ღეროს გადახრის კუთხე, რომლის დროსაც  $P$  ძალა იქნება მაქსიმალური:

$$I = \frac{2EI}{m^2} \sin\theta (\cos\theta + \operatorname{tg}^2\theta \sin\theta)$$

ან

$$P = \frac{EI}{m^2} (\sin 2\theta + 2\operatorname{tg}^2\theta \sin^2\theta)$$

თუ განტოლებას გავაწარმოებთ

$$P' = \frac{2EI}{m^2} (\cos 2\theta + \operatorname{tg}^2\theta \sin\theta), \text{ როცა } P' = 0, \text{ მივიღებთ}$$

$$\operatorname{tg} 2\theta = \frac{2\operatorname{tg}\theta}{1-\operatorname{tg}^2\theta} = -\frac{1}{\operatorname{tg}\varphi}$$

$$\operatorname{tg}^2\theta - 2\operatorname{tg}\varphi\operatorname{tg}\theta - 1 = 0$$

$$\operatorname{tg}\theta_{1,2} = \operatorname{tg}\varphi \pm \sqrt{\operatorname{tg}^2\varphi + 1} = \operatorname{tg}\varphi \pm \frac{1}{\cos\varphi}$$

თუ ავიღებთ  $P$  მეორე რიგის წარმოებულს ჩავსვამთ  $\operatorname{tg}\theta_1$ , და  $\operatorname{tg}\theta_2$ -ს მნიშვნელობებში და დავადგენთ როგორი ნიშანი ექნება  $P''$ -ს

$$P'' = \frac{4EI}{m^2 \left[ 1 + \frac{(\sin\varphi + 1)^2}{\cos^2\varphi} \right]} \left\{ \operatorname{tg}\varphi \left[ 1 - \frac{(\sin\varphi + 1)^2}{\cos^2\varphi} \right] - \frac{2\sin\varphi + 2}{\cos\varphi} \right\}$$

თუ ჩავსვამთ  $P''$ -ის მნიშვნელობას  $\operatorname{tg}\theta_1$ -ის გამოსახულებაში, მივიღებთ

$$\operatorname{tg}\theta_1 = \frac{\sin\varphi + 1}{\cos\varphi}$$

$\varphi$  ნებისმიერი მნიშვნელობისათვის იქნება უარყოფითი, მაშასადამე, ამ დროს გვექნება  $P_{max}$ , ხოლო მეორე ფესვის  $\operatorname{tg}\theta_2$ -ს მნიშვნელობას  $\operatorname{tg}\theta_2 = \frac{\sin\varphi - 1}{\cos\varphi}$  შეესაბამება  $P_{min}$ .

გადავიწეროთ  $P$  მნიშვნელობა და ჩავსვათ  $\operatorname{tg}\theta$ , გვექნება

$$P = \frac{EI}{m^2} \left[ \frac{2\operatorname{tg}\theta}{1+\operatorname{tg}^2\theta} + \frac{2\operatorname{tg}\varphi\operatorname{tg}^2\theta}{1+\operatorname{tg}^2\theta} \right]$$

თუ ჩავსვამთ  $\operatorname{tg}\theta_1 = \frac{\sin\varphi + 1}{\cos\varphi}$ , მაშინ

$$P_{max} = \frac{EI}{m^2} [\cos\varphi + \operatorname{tg}\varphi(\sin\varphi + 1)] \quad (12)$$

განვსაზღვროთ დუყის გაღუნვის ის კუთხე, რომლის დროსაც მაქსიმალური ძალა ღებულობს სხვადასხვა მნიშვნელობას დამცველების მასალის გვარობის მიხედვით.

1. კაბრონის დამცველებისათვის, როცა დამცველებს შორის კუთხეა  $45^\circ$

$$\operatorname{tg}\theta_1 = \frac{\sin 45^\circ + 1}{\cos 45^\circ} = 67^\circ.42'; \quad \theta_1 = 67^\circ.42'$$

2. ლითონის დამცველებისათვის

$$\operatorname{tg}\theta_2 = \frac{\sin 30^\circ + 1}{\cos 30^\circ} = 60^\circ; \quad \theta_2 = 60^\circ$$

შესაბამისი კაპრონის ლობურებისათვის

$$P_{max} = 400 \text{ გ}$$

და ლითონისათვის

$$P_{max} = 310 \text{ გ}$$

ამრიგად, ფორმულა (12) საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ დუყის გალუნვისათვის საჭირო ძალა  $P$ , თუ ცნობილია დუყის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები ( $EI$  და  $\varphi$ ), ან თუ ვიცით დამცველის ლობურის წინაღობა, მაშინ შეიძლება (17) ჩავსვათ  $P_{max}$ -ის მაგიერ და ვიანგარიშოთ მჭრელი აპარატის მოძრაობის სიმაღლე გასხვლის ზაზიდან.

$$m = \sqrt{\frac{EI}{g} [\cos \varphi + \operatorname{tg} \varphi (\sin \varphi + 1)]}$$

ამრიგად, დუყის გალუნვისათვის საჭირო ძალა არ რჩება მუდმივი, იგი იცვლება და დამოკიდებულია ღეროს დიამეტრზე, მისი გადახრის (გალუნვის) კუთხესა და დუყის განვითარების ზაზიდან ლობურის განლაგების სიმაღლეზე.

როგორც შედარებამ გვიჩვენა, თეორიულად მიღებული დუყის გამლუნვა-ვი ძალის მნიშვნელობები მცირედ განსხვავდება ექსპერიმენტულად მიღებული სიდიდეებისაგან.

О. М. ТЕДОРАДЗЕ

#### К ВОПРОСУ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЧАЕБОРОЧНОЙ МАШИНЫ ЧА-900

#### Резюме

Правильное определение основных параметров рабочих органов работы сборочного аппарата чаеборочной машины ЧА-900 возможно лишь теоретическим обоснованием технологического процесса сбора чая.

На кафедре уборочных машин, под руководством проф. Г. Я. Шхвацабая нами проведены ряд теоретических и экспериментальных исследований рабочего процесса выборочной сборки чая машиной ЧА-900.

Процесс сбора чая рабочими органами ЧА-900 можно разделить на следующие стадии:

1. Отключение незрелых побегов на кусте с помощью предохранительных усиков.
2. Захват нормальных побегов флешей с помощью резиновых лопастей мотовила и удержание их на отборочные ролики в натянутом положении до среза сегментами режущего аппарата.
3. Срез побегов и отбрасывание их на элеватор.

4. Транспортировка срезанной массы в бункер собирающим и выносным элеваторами.

5. Работа копирующего механизма сборочного аппарата и точности кроны куста.

В статье излагаются теоретические обоснования первого процесса (отклонение побегов).

Выведена формула, которая дает возможность определить изгибающую силу ( $P$ ), если известно ( $EI$  и  $\varphi$ ) побега. По силе  $P$ , возможно определить расстояние ( $m$ ) движения режущего сегмента от поверхности шиалерной подрезки, а также выбрать материал и форму предохранительного устройства.

#### ლიტერატურა — Литература

1. Р. Н. Босой. Теория режущих аппаратов сельхозмашины, М., 1968.
2. ო. თედორაძე. ჩაის საკრეფი მანქანა ЧА—900 საკრეფი აპარატის თეორიული და ექსპერიმენტული გამოკვლევა. სსი-ის შრომები. ტ. 95, 1976.



ბ. ჯაბავალიძე, რ. ცაბავალიძე

**მექანიზატორთა შრომის პირობაზე მოქმედ ზომებით  
ფატორთა გამოკვლევა**

ქვეყნის ინდუსტრიალიზაციამ შესაძლებელი გახადა სოფლად მძლავრი მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის შექმნა, ყოველწლიურად იზრდება კოლმეურნეობებისა და საბჭოთა მეურნეობების შეიარაღება თანამედროვე, რთული და მძლავრი ტექნიკით.

უნდა აღინიშნოს, რომ მაღალმწარმოებლური და ახალი მანქანები, რომლებიც ინერგება სოფლის მეურნეობაში, პოტენციურად უფრო საშიშნი არიან და ზოგ შემთხვევაში აუარესებენ კიდევ მათზე მომუშავეთა შრომის პირობებს.

სსრ კავშირის სახალხო მეურნეობის განვითარების 1976—1980 წლების ძირითად მიმართულებაში აღნიშნულია „გავითვალისწინოთ შრომის პირობებისა და დაცვის შემდგომი გაუმჯობესება, უფრო ფართოდ გამოვიყენოთ მეცნიერებისა და ტექნიკის მიღწევები, ტექნოლოგიისა და მოწყობილობების სრულყოფა მუშაობის უსაფრთხო პირობების უზრუნველსაყოფად.

განვიავრტოთ შრომის პირობების გაუმჯობესებისა და გაცანასაღების პრობლემების კვლევა“ [1].

შრომის პირობების გაუმჯობესების პრობლემა შეიცავს ტექნიკურ-ორგანიზაციული და სანიტარულ-ჰიგიენური ხასიათის ზომების ფართო კომპლექსს.

ჩვენ მიერ 1975—1976 წლებში შესწავლილ იქნა სამთო მიწათმოქმედების პირობებში, კერძოდ თეთრი წყაროსა და წალკის რაიონების საბჭოთა მეურნეობების ბაზაზე მექანიზატორთა შრომის პირობები და ტრავმატიზმის სიხშირისა და სიმძიმის მაჩვენებლები.

როგორც არსებული მასალების დამუშავების ანალიზმა გვიჩვენა, ტრავმატიზმის სიხშირისა და სიმძიმის კოეფიციენტები 2—4%-ით მაღალია რესპუბლიკის საშუალო მაჩვენებლებთან შედარებით. ეს იმით აიხსნება, რომ ჯერ კიდევ დაბალია მექანიზატორთა შრომის პირობების გაუმჯობესების სამუშაოთა ორგანიზაცია, სასოფლო-სამეურნეო აგრეგატებს რთულ საწარმოო პირობებში უხდებთ მუშაობა, დაბალ დონეზეა შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების ტექნიკის საკითხებისადმი კონტროლი და ზედამხედველობა.

როგორც ცნობილია, ფერდობის განივად სატრაქტორო აგრეგატების მუშაობის დროს ადგილი აქვს ტრაქტორისა და სასოფლო-სამეურნეო მანქანა-იარაღების ჩამოცურებას ფერდობის დახრის მიმართულებით, რაც იწვევს აგრეგა-





ტის სწორხაზობრივი მოძრაობიდან გადახრას, ასეთ შემთხვევაში ტრაქტორისტი იძულებულია ხშირად (ჰორიზონტალურ პირობებთან შედარებით) მოხედინოს მართვის ბერკეტებთან საკით ტრაქტორის სწორხაზობრივ მოძრაობას, რაც ტრაქტორისტისაგან მოითხოვს დამატებითი მუშაობის შესრულებას ბეტ გადაღლას და უარესდება ტრაქტორისტის შრომის პირობები.

ჩვენ მიერ შესწავლილ იქნა კარტოფილის სარგავი აგრეგატი ფერდობის განივად მუშაობის დროს (ფერდობის სხვადასხვა დახრის კუთხეზე) თუ ტრაქტორისტი ცვლაში დამატებით რამდენიმეჯერ მოუხდა მართვის ბერკეტებზე შემოქმედება აგრეგატის სწორხაზობრივი მოძრაობის შესანარჩუნებლად. აღნიშნულის ფიქსირებისათვის ტრაქტორზე დაყენებულ იქნა ელექტრომრიცხველი მოწყობილობა, რომელიც იკვებებოდა ტრაქტორის აკუმულატორიდან.

როგორც ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, ტრაქტორისტის მიერ ცვლაში დახარჯული მუშაობა იზრდება 8—10%-ით, ჰორიზონტალურ პირობებთან შედარებით, რაც იწვევს ტრაქტორისტის გადაღლას და შრომის პირობების გაუარესებას.

როგორც ცნობილია, სამუშაო ადგილის რაციონალიზაციას და ოპტიმიზაციას დიდი მნიშვნელობა აქვს მომუშავეის შრომის პირობების გაუმჯობესებისა და შემსუბუქების თვალსაზრისით.

ჩვენ მიერ შესწავლილ იქნა ტრაქტორ DT-75-ის ტრაქტორისტის სამუშაო ადგილის ოპტიმიზაციის, მართვისა და ინფორმაციის ორგანოების რაციონალიზაციის საკითხები ერგონომიკის თვალსაზრისით.

სანიტარულ-ჰიგიენური ნორმებით ტრაქტორისტის საჯდომი სკამი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს: მისი სიმაღლე იატაკიდან უნდა ცვალებადობდეს 360—440 მმ ზღვრებში, სიღრმე ტოლი უნდა იყოს 400—450 მმ, სიგანე—500 მმ, საზურგეს სიმაღლე—400 მმ, იდაყვის დასაყრდენი—200 მმ. მოცემული სანიტარული ნორმები დარღვეულია.

ტრაქტორისტის საჯდომის სიმაღლე იატაკიდან ტოლია 340 მმ და არ განიხილა სიმაღლის მარეგულირებელი მოწყობილობა, სიღრმე ტოლია 380—420 მმ, სიგანე—460 მმ, იდაყვის დასაყრდენი—180 მმ. საჯდომი ზედაპირი სწორია და არ არის მორგებული ტრაქტორისტზე. არ ხდება საჯდომის სიმაღლის რეგულირება ტრაქტორისტის სიმაღლისა და წონის მიხედვით, როგორც ეს არის ტრაქტორებში K—700, T—150-ში, მობრუნების მართვის ბერკეტების სახელურები იატაკიდან დაცილებულია 780-მმ-ზე, ამიტომ ტრაქტორისტი იძულებულია ხელები ჩამოკიდებულ მდგომარეობაში ჰქონდეს, რაც ხანგრძლივი მუშაობის შედეგად მკვეთრად გადაღლას იწვევს.

ნორმებით ინფორმაციის გადამცემი მოწყობილობები განლაგებული უნდა იყოს 5—30°-ით დახრილ სიბრტყეზე, ტრაქტორ DT—75-ში ისინი განლაგებული არიან ვერტიკალურ სიბრტყეზე, რაც აძნელებს ინფორმაციის მიღებას.

პიღროსისტემის მართვის ბერკეტები ფორმითა და ფერით ერთნაირია, რაც აძნელებს ინფორმაციის შეგრძნებას და ზუსტ პასუხებს.

ჩვენ მიერ ნაწილობრივი გადაკეთება მოხდა ტრაქტორ DT—75-ის სამუშაო ადგილისა და მართვის ორგანოების ოპტიმიზაციის თვალსაზრისით. მო-



ვახდინეთ ტრაქტორისტის საჯდომი სკამის რეგულირება 360—450 მმ ფარგ-  
ლებში, ჰიდროსისტემის მართვის ბერკეტებს შეეშუცვალეთ ფრეზა-ფრეზა,  
საინფორმაციო მოწყობილობები დაეაყენეთ 25°-ით დახრილ, სიღრმე 10-15 სმ-  
თა გადაკეთებებმა ნაწილობრივად გააუმჯობესა ტრაქტორისტის შრომის პი-  
რობები და გაზარდა შრომის ნაყოფიერება არსებულთან შედარებით 2—3%-  
ით, შემცირდა ცდომილებათა რაოდენობა.

მექანიზატორების შრომის პირობების შესწავლა-გამოკვლევას ვახდენთ  
OCT—702 4—73 „მექანიზატორების შრომის პირობების შეფასების მეთოდო-  
ლის“ შესაბამისად.

შრომის პირობების შესწავლას ვახდენდით შემდეგი ფაქტორების მიხე-  
დვით:

1. სამუშაო ადგილზე ხმაური და ვიბრაცია;
2. მართვის ორგანოებზე მოსული ძალა;
3. მექანიზატორთა სამუშაო ადგილის ოპტიმიზაცია;
4. მიკროკლიმატი სამუშაო ადგილზე;
5. მხედველობის არე.

ხმაურისა და ვიბრაციების გაზომვისათვის ვიყენებდით ИИВ—1, ხოლო  
მართვის ორგანოებზე მოსული ძალის გასაზომად ხელის დინამომეტრს. ჩატა-  
რებული კვლევის შედეგები მოტანილია 1-ელ ცხრილსა და დასკვნაში.

ცხრილი 1

ხმაურის, ვიბრაციისა და მართვის ორგანოებისათვის ხაჭირო ძალის  
სიდიდეების ცხრილი

მანქანების დახასიათება	ვაზომვის პირობები	გაზომვის შედეგები				დასაშვები სიდიდეები
		ვალსარჩევ მაგი- დაზე		ტექნოლოგ. პროცე- სის შესრულებისას		
		ტრაქტორისტის სა- მუშაო ადგილი		სამუშაო ადგილი		
		ჩა-თული ძალაბრთ. ლილვით	გამოთ. ძალაბრთ. ლილვით	კომბინე- რის	ვადამრ- ჩვეის	
1	2	3	4	5	6	7
1. ხმაურის მახასიათებელი სამუშაო ადგილზე	კაბინის კარი					
ა. ხმაურის ხაზური დონე სკალა „А“-ზე	დაეტილია	94	86	88	89	85
ბ. ბგევის წვევის დონე აქ- ტუალურ სრულებზე და სა- შუალო გეომეტრიულ სიდიდეებზე მკ		72	81	78	68	110
31,5		78	84	87	83	99
63		80	82	84	72	92
125		85	84	85	72	86
250		89	83	83	64	83
500		94	87	82	65	80
1000		83	80	82	63	78
2000		79	75	77	53	76
4000		73	72	74	32	74
8000						



1	2	3	4	5	ქართული ბიზლირისეკი
2. ვიბრაციის დონეები მწკ სიხშირ. ჰც					
31,5	როგორც ცნობილია, კომბაინე- რების სამუშაო ადგილზე ვიბრაცია ნორმის ფარგლებშია			0,04	0,03
63				0,18	0,04
125				0,12	0,14
250				0,4	0,25
3. ძალა მართვის ორგანო- ებზე					
ა. სახნისებს სარეგულა- ციო საჭის რგოლზე			18	3	—
ბ. თანხარი დავირთვის ნოწყობილობის მართ- ვის ბერკეტებზე			3	3	—

მიღებული მასალების დამუშავების შედეგად შეიძლება გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნა:

1. კარტოფილის ამღები კომბაინის KKY—2 მუშაობის დროს ხმაურის საერთო დონე სკალა „A“ ტრაქტორისტის სამუშაო ადგილზე აღწევს 94 დბ, ხოლო გამორთული მექანიზმებისას 86 დბ, რაც სანიტარულ-ჰიგიენურ ნორმას აღემატება 9 დბ-ით.

2. ბგერის წნევის დონეების 500, 1000, 2000, 4000 ჰც საშუალო გეომეტრიულ სიხშირეებზე აღემატება ნორმით დასაშვებ სიდიდეებს. როგორც ტრაქტორისტის სამუშაო ადგილზე, ისე კომბაინერისა და გადამრჩეველების სამუშაო ადგილზე (ცხრ. 1). როგორც ცხრილიდან ჩანს, ხმაურის გაზრდა სამუშაო ადგილზე გამოწვეულია კომბაინის სამუშაო ორგანოების მუშაობით.


3. ვიბრაციის სიდიდეები ნორმის ფარგლებშია, გამონაკლისს წარმოადგენს 250 ჰც სიხშირეზე გადამრჩეველების სამუშაო ადგილზე მოსული ვიბრაციები, რომელიც 0,02 მ/წმ აღემატება ნორმით დასაშვებ სიდიდეს.

4. კომბაინი არ არის ალტურვილი კლიმატური გავლენის დაცვის საშუალებებით, სამუშაო ადგილი ღიაა; ამიტომ კომბაინერისა და გადამრჩეველების სამუშაო ადგილზე მაღალია მზის რადიაცია, ქარისა და მტერის ზემოქმედება. როგორც ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, მტერის კონცენტრაცია კომბაინერისა და გადამრჩეველების სამუშაო ადგილზე 14-15-ჯერ აღემატება დასაშვებ ნორმას.

5. მართვის ორგანოებზე მოსული ძალა აღემატება ზღვრულ დასაშვებ ნორმებს: სახნისების სარეგულაციო საჭის რგოლზე მოდის 18 კგ, ბუნკერის სახელურზე—19 კგ, რაც ორჯერ და მეტჯერ აღემატება დასაშვებ ნორმებს.

უნდა აღინიშნოს, რომ მართვის ბერკეტები და სახნისების სიღრმის სარეგულაციო მექანიზმი კომბაინერის საჯდომი ადგილიდან განლაგებულია შორ ბანძილზე, რაც იწვევს კომბაინერის ზედმეტ გადატვირთვას — გადალას. სასურველია, აგრეთვე, მართვის ორგანოების ხელის შეხების ადგილები დაიფაროს თბოიზოლაციური მასალით.

6. მხედველობის არის კოეფიციენტი ტრაქტორისტისათვის შეადგენს 0,55, ხოლო კომბაინერისათვის 0,5, რაც არ აკმაყოფილებს სანიტარულ-ჰიგიენური მოთხოვნილებით გათვალისწინებულ ნორმებს.



ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, კომბაინი ККУ—2-ის მომსახურე მექანიზატორების შრომის პირობები არ შეესაბამება სანიტარულ მოთხოვნებს და საჭიროებს შრომის პირობების შემსუბუქებას.

А. П. ДЖЕРВАЛИДЗЕ, Р. Л. ЦАГАРЕЛИ

## ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСЛОВИЯ ТРУДА МЕХАНИЗАТОРОВ

### Резюме

Нами были изучены условия труда механизаторов на агрегатах при работах, проводимых по возделыванию, уходу и уборке картофеля в условиях горного земледелия.

Проведенными опытами установлено, что в условиях горного земледелия производительность труда трактористов снижается на 8-10%, так как при работе агрегата на горных склонах трактористом затрачивается гораздо больше энергии, чем при работе в равнинных условиях. Кроме того, повышается первое напряжение. Шум, вибрация, загрязнение воздуха, вызванные работой картофелеуборочного комбайна ККУ—2, прикладываемые к органам управления, превышают предельно допустимые санитарно-гигиенические нормы, в связи с чем ухудшаются условия труда тракториста и комбайнера.

Кроме того, нами был установлен коэффициент обзорности комбайна ККУ—2, который для тракториста составляет 0,55, а для комбайнера 0,5. Эти показатели также не удовлетворяют требованиям санитарных норм.

### ლიტერატურა — Литература

1. გაზეთი „კომუნისტი“, 22 მარტი, 1977 წ. № 67.
2. Безопасность труда на производстве. Исследования и испытания. М., 1976.
3. П. Г. Зорькин. Организация охраны труда в сельском хозяйстве, М., 1976.
4. ა. ჯერვალიძე. გავაუმჯობესოთ მექანიზატორთა შრომის პირობები (ჯრნ. „საქართველოს სოფლის მეურნეობა“ 1974 წ. № 10).
5. Ост. 70.2.4—73.



ბ. მოსაზრებები

თვითმავალი მარცვლეულის ანთაჟი კომბაინის მოძრაობის მიმართულების მდგომარეობა ფერდობზე და მისი გავლენა საფარის მოღებვის განის სიღრმეზე

ფერდობის განივად მოძრაობისას კომბაინზე მოქმედებს რიგი ფაქტორებისა, რომლებიც იწვევენ კომბაინის გადახრას საწყისი მიმართულებიდან.

მინდვრის ზედაპირის პარალელურ სიბრტყეში კომბაინზე მოქმედი ძალები მისი სიმძიმის ცენტრის მიმართ ქმნიან მომბარუნებელ მომენტს, რომელიც ტოლია [1]:

$$M = \left( f_1 \frac{L-C}{L} + f_2 \frac{C \cdot B}{L \cdot b} \right) G h \sin \alpha \cos \beta - M_1 \quad (1)$$

ამ ვამოსახლებიდან ჩანს, რომ მომენტი, რომელიც აბრუნებს კომბაინს ფერდობის დაღმა, მით მეტია, რაც მეტია ფერდობის დახრა და რაც მაღლაა სიმძიმის ცენტრი. აღსანიშნავია, რომ კომბაინის გადახრისას ფერდობის განივი მიმართულებიდან  $M$  მომენტის მნიშვნელობის სიღრმე მცირდება.

გარდა ამისა  $G \sin \alpha \cos \beta$  ძალის გავლენით ხდება კომბაინის წინა და უკანა თვლების გვერდცდენა, აგრეთვე ნიადაგის გვერდითი დეფორმაცია და წინა და უკანა ხიდის მოცურება მოძრაობის პროცესში, რომელთა სიღრმე დამოკიდებულია კომბაინის წინა და უკანა ხიდზე მოსული  $G \sin \alpha \cos \beta$  ძალის მდგენელებზე, სადაც  $\alpha$  — ფერდობის კუთხეა,  $\beta$  — მოძრაობის მიმართულება.

წინა და უკანა თვლების გვერდცდენის  $z_1$  და  $z_2$  კუთხის სიღრმე დამოკიდებულია აგრეთვე საბურავების კონსტრუქციაზე, საბურავებში წნევაზე ( $P_w$ ), ფერდობის დახრის  $\alpha$  კუთხესა და მოძრაობის მიმართულებაზე, ბუნჯერის ვაესების ხარისხზე.

კომბაინის მოძრაობისას ფერდობის განივად, ბუნჯერის ვაესებასთან დაკავშირებით იცვლება დატვირთვის სიღრმე თვლებზე და ამასთან დაკავშირებით იცვლება თვლების გვერდცდენის კუთხეებიც.

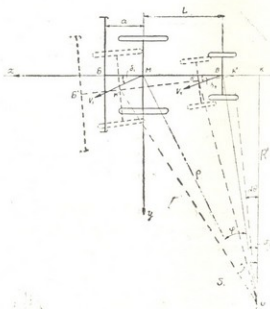
განვიხილოთ კომბაინის მოძრაობის მიმართულებაზე გვერდცდენის კუთხეების გავლენა (მოძრაობა მკვერივ ნიადაგებზე, როდესაც ნიადაგის გვერდით ძერას და კომბაინის მოცურებას არა აქვს ადგილი).

დროის მყის  $t$  მომენტში, როდესაც კომბაინი იმყოფება ფერდობის განივად და მიმართული თვლები ნეიტრალურ მდგომარეობაშია (ე. ი. თვლების

დისკოები პარალელურია კომბაინის გრძივი სიმეტრიის ღერძის), ამ შემთხვევაში, როცა  $b_1 + b_2$  კომბაინის გრძივი სიმეტრიის ღერძი ეჭიქვეყნება ფერდობის ჰორიზონტალის მიმართ  $\varphi = b_1 - b_2$  კუთხით, მისი ღერძი სიმეტრიის ღერძი თანდათან გადაიხრება ფერდობისაკენ  $\theta$  კუთხით და ჰორიზონტალთან შეადგენს  $[\theta + (b_1 - b_2)]$  სიდიდის კუთხეს. ამ დროს ადგილი ექნება კომბაინის როგორც პარალელურ გადაადგილებას თავის თავის მიმართ, ასევე  $\theta$  კუთხით გამოწვეულ შემობრუნებას.

როდესაც  $b_1 = b_2 = b$ , მაშინ კომბაინის გრძივი სიმეტრიის ღერძი პარალელური იქნება ჰორიზონტალის, ხოლო კომბაინი გადაადგილდება თავის თავის პარალელურად და ამავე დროს თანდათანობით დაშორდება საწყის მიმართულებას. ამ შემთხვევაში კომბაინი გადაადგილდება საწყისი მიმართულებიდან ფერდობის ჰორიზონტალის მიმართ მუდმივი  $\beta$  კუთხით ფერდობის მხარეს.

განვიხილოთ კომბაინის განივი მოძრაობა ფერდობზე მარცხენა დახრით ( $\beta = 180^\circ$ ), როდესაც  $b_1 > b_2$ , საწყის მდგომარეობად ჩავთვალოთ მდგომარეობა, როდესაც კომბაინის გრძივი სიმეტრიის ღერძი ემთხვევა ფერდობის განივ მიმართულებას (OX ღერძს; ნახ. 1). ამ შემთხვევაში კომბაინის წინა და უკანა თვლების გვერდღენის კუთხეები OX ღერძის მიმართ შეადგენენ  $b_1$  და  $b_2$  რაღანაც  $b_1 > b_2$ , ამიტომ მოძრაობის დაწყებისას კომბაინი თანდათან შემობრუნდება ფერდობის მხარეს, ხოლო  $b_1$  და  $b_2$  კუთხეები იწყებენ თანდათან შემცირებას. თუ კომბაინს ვამოძრავებთ მართვის გარეშე, ის დაიკავებს ფერდობის



ნახ. 1



გასწვრივ დაღმა მიმართულებას. ამ შემთხვევაში  $\delta_1 = \delta_2 = \varphi = \theta$ , ხოლო  $\theta = 90^\circ$ , სადაც  $\varphi$  გამოხატავს გვერდცდენის კუთხეებს შემოქმედების:  $\varphi = \delta_1 - \delta_2$ ;  $\theta$  — კი არის კუთხე კომბაინის გრძივ ღერძს მიმართულ ნართულებას შორის.

საწყის მდგომარეობაში მოცემული დახრის ფერდობზე მოცემული პირობებისათვის კომბაინის თვლების გვერდცდენის კუთხეები მაქსიმალურია, რადო ენაც კომბაინის სიმძიმის ცენტრი ახლოს არის წინა ხიდთან, ამიტომ საწყის მდგომარეობაში ფერდობის დახრის  $\alpha$  კუთხე უფრო ინტენსიურ გავლენას ახდენს წინა წამყვან თვლებზე, ვიდრე უკანაზე. ამიტომ, ამ შემთხვევაში მათი სხვაობაც მაქსიმალურია

$$\delta_1 - \delta_2 = \varphi_{max}$$

ამ მომენტში კომბაინის მობრუნების რადიუსი მინიმალურია და გამოისახება შემდეგი დამოკიდებულებით (ნახ. 1):

$$R'_{min} = \frac{L}{\operatorname{tg} \delta_{1max} - \operatorname{tg} \delta_{2max}} \approx \frac{L}{\delta_{1max} - \delta_{2max}} \approx \frac{L}{\varphi_{max}}$$

$\varphi = \delta_1 - \delta_2$  კუთხის ცვლილებების სიჩქარე ტოლია

$$\dot{\varphi} = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{d(\delta_1 - \delta_2)}{dt} \quad \text{რად/წმ,} \quad (2)$$

ხოლო კომბაინის თვითნებური შემობრუნების კუთხური სიჩქარე ტოლია

$$\omega = \dot{\theta} = \frac{d\theta}{dt}. \quad (3)$$

$\varphi$  კუთხის არსებობის გამო კომბაინის მოძრაობა ფერდობზე ხდება მრუდ-საზოვანი ტრაექტორიით. კომბაინის მოძრაობის დასახასიათებლად მოსახერხებელია ვანეხილოთ მისი წინა ხიდის შუა  $M$  წერტილის მოძრაობა.

საწყისი მომენტიდან  $dt$  დროის მონაკვეთში კომბაინის წინა ხიდის შუა წერტილი  $M$  შემობრუნდება ბრუნვის მყისა  $O$  ცენტრის მიმართ  $d\theta$  კუთხით და აღწერს რკალს, რომლის სიგრძეა

$$dS = \rho d\theta, \quad (4)$$

სადაც  $\rho$  ბრუნვის მყისა რადიუსია.

მეორე მხრივ, კომბაინის დამყარებული მოძრაობისას  $v$  სიჩქარით, გვექნება:

$$dS = v dt \quad (5)$$

(4) და (5) ტოლობებიდან მივიღებთ, რომ  $d\theta = \frac{v}{\rho} dt$ .



შესაბამისად  $\theta$  კუთხე, რომელზედაც გადაიხრება კომბაინის გარეველი ღერძი საწყისი მიმართულებიდან დროის  $t$  მონაკვეთში, ტოლია

$$\theta = \int_0^t d\theta = \int_0^t \frac{v}{\rho} dt = v \int_0^t \frac{1}{\rho} dt \quad \text{რად.} \quad (6)$$

$M$  წერტილის მობრუნების მყისა რადიუსის განსაზღვრისათვის ნახაზიდან გვექნება

$$OM = \rho = \frac{R'}{\cos \delta_1}$$

მობრუნების მყისა რადიუსი დროის  $t$  მომენტისათვის ტოლია

$$\rho = R'_1 = \frac{L}{\dot{\varphi} t} \quad (7)$$

მაშინ  $\theta$  კუთხის მნიშვნელობისათვის გვექნება

$$\theta = \int_0^t \frac{v}{L} \dot{\varphi} t dt = \frac{v}{L} \dot{\varphi} \frac{t^2}{2} \quad \text{რად.} \quad (8)$$

რადგანაც ტექნოლოგიური პროცესის შესრულებისას კომბაინის მოძრაობა ხდება მართვის მექანიზმით და მისი სიმეტრიის ღერძის გადახრის სიდიდე  $\theta x$  ღერძიდან (კუთხე  $\varphi$ ) მცირეა, ამიტომ საკმარისი სიზუსტით შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ მოსავლის აღების დროს ფერდობის განივად მოძრაობისას კუთხე  $\varphi = \delta_1 - \delta_2$  უცვლელია.

ამის გათვალისწინებით შეიძლება დავწეროთ:

$$R' = \rho = \frac{L}{\delta_1 - \delta_2} = \frac{L}{\varphi} \quad (9)$$

ამ შემთხვევაში  $\theta$  კუთხის განსაზღვრისათვის მივიღებთ შემდეგ გამოსახულებას

$$\theta = \int_0^t d\theta = \int_0^t \frac{v}{\rho} dt = \frac{v}{L} \varphi t \quad \text{რად.} \quad (10)$$

კომბაინის წინა ხიდის შუა  $M$  წერტილის გადაადგილებისას  $dS$  სიდიდის რკალზე ( $M'$  მდებარეობა, ნახ. 2) ამ წერტილის კოორდინატები გადაადგილებიდან  $x$  და  $y$  ღერძებზე ელემენტარული  $dx$  და  $dy$  სიდიდით, რომელთა მნიშვნელობაც ტოლია:

$$dx = dS \cdot \cos \left( \frac{\theta}{2} + \delta_1 \right) = \cos \left( \frac{\theta}{2} + \delta_1 \right) \cdot v dt,$$



$$dy = dS \cdot \sin \left( \frac{\theta}{2} + \delta_1 \right) = \sin \left( \frac{\theta}{2} + \delta_1 \right) \cdot v dt.$$

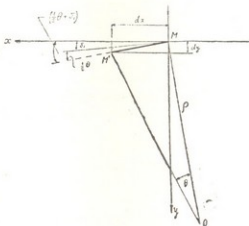
$\frac{\theta}{2} + \delta_1$  კუთხის სიმეტრიის გამო პრაქტიკისათვის საკმარისი სიზუსტით  $M$  წერტილის კოორდინატებს ექნებათ შემდეგი მნიშვნელობები:

$$x_M = \int_0^t dx = \int_0^t v dt = vt, \quad (11)$$

$$\begin{aligned} y_M &= \int_0^t v \cdot \left( \frac{\theta}{2} + \delta_1 \right) dt = \int_0^t v \frac{\theta}{2} dt + \int_0^t v \delta_1 dt = \\ &= vt \left( \frac{v}{4L} \varphi t + \delta_1 \right) \end{aligned} \quad (12)$$

$x_M$  და  $y_M$  კოორდინატებიდან  $t$  დროის გამორიცხვით მივიღებთ  $M$  წერტილის მოძრაობის ტრაექტორიის განტოლებას კერძის ალდგენამდე

$$y = \frac{\varphi}{4L} x^2 + \delta_1 x. \quad (13)$$



ნახ. 2

განვიხილოთ მეორე შემთხვევა, როდესაც  $\delta_1 < \delta_2$  საწყისი ძღებარეობა ისეთივეა, როგორც წინა შემთხვევაში:  $\beta = 180^\circ$ . კომბაინის გრძივი სიმეტრიის ღერძი ემთხვევა  $Ox$  ღერძს, რადგანაც წინა თვლების გვერდღდენის კუთხე ნაკლებია უკანაზე, ამიტომ კომბაინი იმოძრაეებს მრუღხაზოვან ტრაექტორიაზე, რომლის ბრუნვის მყისა ცენტრი მოთავსებული იქნება კომბაინის მარჯვნივ ფერღობის ზედა მხარეს. ამ შემთხვევაში მობრუნების რადიუსი  $R^1$  ტოლია

$$R' = \frac{L}{tg\delta_2 - tg\delta_1} \approx \frac{L}{\delta_2 - \delta_1} = -\frac{L}{\varphi}$$



ქართული  
საბუნების  
მეცნიერებათა  
აკადემია

კომბაინის შემობრუნებისას ბრუნვის მყისა ცენტრის ხით, მისი სიმეტრიის გრძივი ღერძი გადაიხრება  $OX$  მიმართულებიდან  $d\theta$  კუთხით.

$\theta$  კუთხის სიდიდე გამოითვლება წინა შემთხვევის ანალოგიურად

$$\theta = \int_0^t \frac{v}{\rho} dt = \int_0^t \left( -\frac{v}{L} \varphi \right) dt = -\frac{v}{L} \varphi t \quad \text{რად} \quad (14)$$

ამ შემთხვევაში  $M$  წერტილის კოორდინატებია:

$$x_M = \int_0^t dx = \int_0^t v dt = vt, \quad (15)$$

$$y_M = \int_0^t v \frac{-v}{2L} \varphi t dt = -\frac{v^2}{2L} \varphi t^2 = -\frac{v^2}{2L} \varphi t^2 = -\frac{v^2}{4L} \varphi t^2 \quad (16)$$

მიღებული (15) და (16) ეკვლავები წინა ანალოგიურია. აიხველ შემთხვევაში  $y_M$ -ია გამოსაყენებაში შემავალი  $\varphi$  კუთხე დადებითია, მეორე შემთხვევაში კი უარყოფითი.

იმ შემთხვევაში, როდესაც  $\delta_1 = \delta_2 = \delta$ , მაშინ კომბაინის მოძრაობისას ფერდობის განივად ჰორიზონტალის მიმართულებით მისი გრძივი ღერძი ყოველთვის პარალელური იქნება  $OX$  ღერძის, ე. ი. კომბაინი გადაადგილდება თავისთავის პარალელურად და ამავე დროს თანდათანობით დაშორდება საწყის მიმართულებას ( $OX$  ღერძს) ფერდობის მხარეს. კომბაინი ამ შემთხვევაში იძოძრავებს სწორ ხაზზე, რომელიც დახრილი იქნება საწყისი მიმართულებიდან ფერდობის მხარეს  $\delta$  კუთხით. ამ შემთხვევაში  $M$  წერტილის კოორდინატები იქნება:

$$x_M = \int_0^t v dt = vt, \quad (17)$$

$$y_M = \int_0^t v \cdot \delta \cdot dt = \delta vt. \quad (18)$$

ზოგადად, განხილული შემთხვევების საფუძველზე, კომბაინის წინა ხილის შუა  $M$  წერტილის კოორდინატები შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი ფორმულებით:

$$x_M = vt \quad \text{და} \quad y_M = v \left( \delta_1 + \frac{v}{4L} \varphi t \right). \quad (19)$$

$M$  წერტილის მოძრაობის ტრაექტორიის განტოლებისათვის გვექნება (კურსის აღდგენამდე)

$$y = \frac{q}{4L} x^2 + b_1 x.$$

თუ გავითვალისწინებთ  $q$  კუთხის მნიშვნელობას, გვექვება:

$$y_M = v t \left[ b_1 + \frac{v}{4L} (b_1 - b_2) \cdot t \right] \quad (21)$$

$$y = \frac{b_1 - b_2}{4L} x^2 + b_1 x \quad (22)$$

გვერდდენის კუთხეები პროპორციულია მათი გამომწვევი ძალის სიდიდესა [1]:

$$b_1 = \frac{G(L-C)}{L K_{y_1}} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta, \quad (23)$$

$$b_2 = \frac{G \cdot C}{L \cdot K_{y_2}} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta, \quad (24)$$

სადაც  $K_{y_1}$  და  $K_{y_2}$  — შესაბამისად წამყვანი და მიმყოლი თვლების საბურავების გვერდდენის წინაღობის კოეფიციენტებია.

$K_y$  იანგარიშება ფორმულით (1):

$$K_y = 5b(D+2b)P+1 \quad \text{კვ/რად.} \quad (25)$$

სადაც  $b$  არის საბურავის პროფილის სიგანე, დიუმებში;

$D$  — საბურავის დისკოს დიამეტრი, დიუმებში;

$P$  — წნევა საბურავებში, კვ/სმ<sup>2</sup>.

თუ  $b_1$  და  $b_2$ -ის მნიშვნელობებს შევუტავთ  $y_M$ -ის გამოსახულებაში, მაშინ <sup>6</sup> ზოგადად, ფერდობზე მუშაობისათვის მივიღებთ:

$$y_M = v t \left\{ \frac{G}{L} \sin \alpha \cdot \cos \beta \left[ \frac{v \cdot t}{4L} \left( \frac{L-C}{K_{y_1}} - \frac{C}{K_{y_2}} \right) + \frac{L-C}{K_{y_1}} \right] \right\} \quad (26)$$

როგორც ამ გამოსახულებიდან ჩანს, კომბაინის მოძრაობის მიმართულე-ბიდან გადახრის სიდიდე დამოკიდებულია ფერდობის დახრის  $\alpha$  კუთხეზე, ფერდობზე მოძრაობის მიმართულებასა ( $\beta$ ) და წამყვანი და მიმმართველი თვლების გვერდდენის წინაღობის სიდიდეზე.

თვითმავალი კომბაინის მუშაობისას პურეულის აღების პროცესში ადგი-ლი აქვს აგრეთვე თვლების გვერდით ძერას ნიადაგის გვერდითი დეფორმაცი-ის გამო კვალის წარმოქმნის დროს, რის შედეგადაც თვალი გადაადგილდება საწყისი მიმართულებისადმი მუდმივი  $\mu$  კუთხით.

განვიხილოთ საწყისი მდგომარეობა, როდესაც კომბაინის სიმეტრიის ღერ-ში ემთხვევა ფერდობის ჰორიზონტალის მიმართულებას ( $Ox$  ღერძს). ამ შემ-თხვევაში წინა და უკანა თვლების გვერდდენის კუთხეები  $Ox$  ღერძის მიმართ,

შეადგენენ  $\delta_1$  და  $\delta_2$ -ს. როგორც კი დაიწყებს კომბაინი მოძრაობას, მის წინა და უკანა თვლები იწყებენ ნიადაგის გვერდით დეფორმაციას და მოკლებას, რის შედეგადაც მათი მოძრაობის მიმართულება გადაიხრება და  $\mu_1$  კუთხით. ამ შემთხვევაში კომბაინის წინა წამყვანი თვლის მიმართულება საწყის  $OX$  მიმართულებასთან შეადგენს  $\delta_1 + \mu_1 = \psi_1$  კუთხეს, ხოლო უკანა მიმართველი თვლებისა კი  $\delta_2 + \mu_2 = \psi_2$  კუთხეს; კომბაინის გრძივი სიმეტრიის ღერძი  $\varphi$  კუთხის გავლენით შემობრუნდება  $Ox$  მიმართულებიდან  $\varphi_2 = \mu_1 - \mu_2$  კუთხით. საბოლოოდ კომბაინის გრძივი სიმეტრიის ღერძი გადაიხრება საწყისი მიმართულებიდან  $\varphi$  კუთხით, რომელიც ტოლია:

$$\varphi = \psi_1 - \psi_2 = (\delta_1 + \mu_1) - (\delta_2 + \mu_2) = \varphi_1 + \varphi_2 \quad (27)$$

ზემოთ განხილული შემთხვევების ანალოგიურად  $M$  წერტილის კოორდინატებისათვის ზოგადად მივიღებთ შემდეგ მნიშვნელობებს:

$$x_M = vt \quad \text{და} \quad y_M = vt \left[ \psi_1 + \frac{v}{4L} (\psi_1 - \psi_2) \cdot t \right] \quad (28)$$

$M$  წერტილის მოძრაობის ტრაექტორიის განტოლებას ექნება შემდეგი სახე

$$y = \frac{(\psi_1 - \psi_2)}{4L} x^2 + \psi_1 x \quad (29)$$

თუ  $y_M$ -ის გამოსახულებაში შევიტანთ  $\psi_1$  და  $\psi_2$  კუთხეების მნიშვნელობებს, მივიღებთ:

$$y_M = vt \left\{ (\delta_1 + \mu_1) + \frac{vt}{4L} [(\delta_1 - \delta_2) + (\mu_1 - \mu_2)] \right\} \quad (30)$$

განვიხილოთ კომბაინის მოძრაობის მიმართულებაზე  $\delta$  და  $\mu$  კუთხეების ერთობლივი მოქმედების გავლენა:

შესაძლოა ადგილი ჰქონდეს შემდეგ შემთხვევებს:

1.  $\delta_1 > \delta_2$  და  $\mu_1 > \mu_2$ , ამ დროს  $\varphi$  კუთხის სიდიდე მატულობს და კომბაინი უფრო ინტენსიურად შემობრუნდება ფერდობის მხარეს, ვიდრე მხოლოდ  $\delta_1$  და  $\delta_2$  კუთხეების არსებობის შემთხვევაში.

2.  $\delta_1 > \delta_2$  და  $\mu_1 < \mu_2$ , კომბაინი ბრუნდება ფერდობის მხარეს;

$$y_M = vt \left[ (\delta_1 + \mu_1) + \frac{vt}{4L} (\delta_1 - \delta_2) \right] > 0.$$

3.  $\delta_1 > \delta_2$  და  $\mu_1 < \mu_2$  ამ დროს უკანა მიმართველი თვლების მოძრაობის მიმართულების გადახრა საწყისი მიმართულებიდან უფრო ინტენსიურად ხდება, ვიდრე წინა თვლების, რის გამოც კომბაინის თვლების გვერდდენით გამოწვეული შემობრუნება კომპენსირდება და შესაძლოა კომბაინმა შემოტყვიოს ფერდობის აღმაც კი. აქ შეიძლება ადგილი ჰქონდეს სამ შემთხვევას:



ა)  $|\mu_1 - \mu_2| < |\delta_1 - \delta_2|$  ამ შემთხვევაში კომბაინი შემოუხვევს ფერდობისაკენ ნაკლებინტენსიურად, ვიდრე მხოლოდ  $\delta_1$  და  $\delta_2$  კუთხეების არსებობისას (ფიგურა 1, ე. ი. ვიდრე მყარ ნიადაგზე მოძრაობისას ნიადაგის გვერდით მოძრაობის და მოცულების გარეშე).

ბ)  $|\mu_1 - \mu_2| > |\delta_1 - \delta_2|$ , სიდიდე  $\frac{v \cdot t}{4L} (\delta_1 - \delta_2) + (\mu_1 - \mu_2)$  უარყოფითია.

ამ შემთხვევაში  $t$  დროისაგან დამოკიდებულებით კომბაინი ჯერ უხვევს ფერდობის მხარეს, შემდეგ იცვლის მიმართულებას და უხვევს ფერდობის ზევით.  $y_M$  ჯერ იზრდება, შემდეგ მცირდება ნულამდე და გადადის უარყოფით მნიშვნელობაში.

გ)  $|\mu_1 - \mu_2| = |\delta_1 - \delta_2|$ , ე. ი.  $\varphi_2 = -\varphi_1$  — კომბაინი მოძრაობს ფერდობის მხარეს სწორხაზობრივად საწყისი მიმართულებისადმი  $\delta_1 + \mu_1$  კუთხით:  $y_M = vt(\delta_1 + \mu_1) > 0$ .

4.  $\delta_1 = \delta_2$  და  $\mu_1 > \mu_2$ , ამ შემთხვევაში კომბაინი უხვევს ფერდობისაკენ.

$$y_M = vt \left( \psi_1 + \frac{vt}{4L} \cdot \varphi_2 \right) > 0.$$

5.  $\delta_1 = \delta_2$  და  $\mu_1 = \mu_2$ , ამ შემთხვევაში კომბაინი მოძრაობს სწორხაზობრივად საწყისი მიმართულებისადმი  $\psi_1$  კუთხით  $y_M = vt\psi_1$ .

6.  $\delta_1 = \delta_2$  და  $\mu_1 < \mu_2$ , მაშინ  $\varphi_2$  უარყოფითია, ამ შემთხვევაში  $y_M$  ტოლია

$$y_M = vt \left( \psi_1 - \frac{vt}{4L} \varphi_2 \right),$$

$y_M$  ჯერ დადებითია, ხოლო შემდეგ  $t$  დროისაგან დამოკიდებულებით თანდათან გადავა უარყოფით სიდიდეში. კომბაინი შემობრუნდება ჯერ ფერდობის მხარეს, ხოლო შემდეგ ფერდობის ზევით.

7.  $\delta_1 < \delta_2$  და  $\mu_1 > \mu_2$  ამ დროს შესაძლოა ადგილი ჰქონდეს შემდეგ შემთხვევებს:

ა)  $|\varphi_1| < |\varphi_2|$  — ამ შემთხვევაში კომბაინი უხვევს ფერდობისაკენ,  $\varphi > 0$  და  $y_M > 0$ ;

ბ)  $|\varphi_1| = |\varphi_2|$ , მაშინ  $\varphi = 0$  და  $y_M = vt\psi_1$ , კომბაინი მოძრაობს სწორხაზობრივად ფერდობისაკენ  $\psi_1$  კუთხით.

გ)  $|\varphi_1| > |\varphi_2|$ , ამ შემთხვევაში კომბაინი იწყებს შებრუნებას ფერდობის ზევით, ვიდრე  $\left( \frac{vt}{4L} \varphi \right) < \psi_1$ ;  $y_M$ -ის აბსოლუტური სიდიდე ჯერ იზრდება, ხოლო შემდეგ იწყება კლებას.

გარკვეული  $t$  დროის შემდეგ, როდესაც  $\psi_1 = -\frac{vt}{4L} \varphi$ ,  $y_M$  გაუტოლდება ნულს, ხოლო შემდეგ დაიწყებს ზრდას და კომბაინი შემოუხვევს ფერდობისაკენ.

8.  $\delta_1 < \delta_2$  და  $\mu_1 = \mu_2$ , ამ შემთხვევაში  $y_M = vt \left( \psi_1 - \frac{vt}{4L} \varphi_1 \right)$   $t$  დროისა-

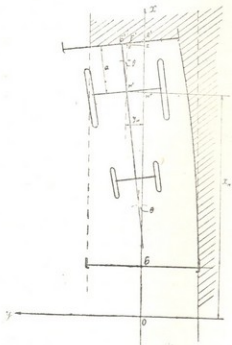


გან დაპოკიდებულლებათ კომბაინი იწყებს შემობრუნებას ფერდობისაკენ, შემდეგ კი თანდათან შემოუბრუნებს ფერდობის ზევით.

9.  $b_1 < b_2$  და  $\mu_1 < \mu_2$  — ამ შემთხვევაში კომბაინი ინტენსიურად იწყებს ფერდობის ზედა მხარეს.

როგორც გახსილული შემთხვევებიდან ჩანს, კომბაინის მოძრაობის მდგრადობა საწყისი მიმართულებისადმი ყველაზე უკეთესია (7.8) შემთხვევაში როდესაც  $b_1 < b_2$ ,  $\mu_1 > \mu_2$  და  $|\varphi_1| > |\varphi_2|$ . ამ შემთხვევაში გაცილებით ადვილია კომბაინის მართვა, ვიდრე სხვა შემთხვევებში.

თვლების შემობრუნება ნიადაგის გვერდითი ძვრისა და მოცურების შედეგად კომბაინის მოძრაობის სწორსაზოობრიობაზე დადებით გავლენას ახდენს 3-ა, გ; 6,7-გ და 8 შემთხვევებში.



ნახ. 3

რადგანაც კომბაინის არასწორსაზოობრივი მოძრაობა გავლენას ახდენს სამკალი აპარატის მოდების განის გამოყენების სიდიდეზე, ამიტომ საინტერესოა მჭრელი პირის გამოსვლის სიდიდის განსაზღვრა კომბაინის საწყისი მიმართულებიდან. ამისათვის საჭიროა განვსაზღვროთ მჭრელი აპარატის შტა B წერტილის გადახრის  $y_B$  — სიდიდე  $x$  ღერძიდან (ნახ. 3), როგორც მე-3 ნახ-დან ჩანს, ეს სიდიდე წარმოადგენს  $B'E$  მონაკვეთს

$$y_B = B'E = y_M + a \sin \theta. \quad (21)$$



მჭრელი პირის ის ნაწილი, რომელიც გადახრილია საწყისი სიმაღლეზე ბიდან და აღარ მოხაწილებს ჭრში, ტოლია  $B'E'$  მოსაყვების კუთხვების განვსაზღვროთ  $\Delta EB'E'$ -დან

$$y'_B = B'E' = y_B \cdot \frac{1}{\cos\theta} = \frac{1}{\cos\theta} (y_B + a \sin \theta). \quad (32)$$

რადგანაც ტექნოლოგიური პროცესის შესრულებისას მ კუთხის მნიშვნელობა მცირეა, აქიტომ  $y'_B$ -ის მნიშვნელობისათვის შეიძლება დავწვიოთ

$$y'_B = y_B = vt \left[ \delta_1 + \frac{v}{4L} (\delta_1 - \delta_2) \cdot t \right] + a\theta \quad (33)$$

სამკალის მოდების განის გამოყენების კოეფიციენტის მყისი მნიშვნელობა დროის  $t$  მომენტისათვის ტოლია

$$\beta_k = \frac{B - y_B}{B} = 1 - \frac{y_B}{B}, \quad (34)$$

ხოლო მოდების განის გამოყენების კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა მოცემულ საკვეთზე მუშაობისას გამოისახება დამოკიდებულებით

$$\beta_{k_{\text{აშ.}}} = 1 - \frac{y_{\text{აშ.}}}{B}, \quad (35)$$

სადაც  $B$  არის სამკალის მოდების კონსტრუქციული განი.

$y_{\text{აშ.}}$  —  $B$  წერტილია გადახრის საშუალო სიღიღე.

სამკალის სამუშაო მოდების განის შენცირება სიღიღე  $\delta$  და  $\mu$  კუთხეების გათვალისწინებით გამოისახება შემდეგი დამოკიდებულებით

$$y_B = vt \left\{ (\delta_1 + \mu_1) + \frac{vt}{4L} [(\delta_1 - \delta_2) + (\mu_1 - \mu_2)] \right\} + a \sin \left( \frac{v}{L} \varphi t \right)$$

$\mu$  — ს მნიშვნელობები განისაზღვრება ექსპერიმენტულად შემდეგი გამოსახულების საფუძველზე [2]:

$$\mu = \arctg \left( \frac{a_k}{\Delta x} \operatorname{tg} \delta \right),$$

სადაც  $a_k$  არის კვალის სიღრმე და დამოკიდებულია დატვირთვაზე, საბურავში წევესა და ნიადაგის მოცულობითი დატყვების სიღიღეზე.

$\delta$  და  $\mu$  კუთხეებია მნიშვნელობები გათვალისწინებით მივიღებთ  $y_B$ -ის გამოსახულებას ფერდობის დაარის კუთხეა, საბურავში განეთარებულ  $P_{\text{ფ}}$  წნევესთან და ნიადაგის მოცულობითა დატყვება  $q_0$  სიღიღესთან დამოკიდებულებით.



მიღებულ გამოსახულებებში მოცემული პარამეტრები წარმოადგენს არარეგულირებად სიდიდეებს. გარდა საბურავში განვითარებული წნევის ცვლილებებისა, კომბაინის წინა და უკანა საბურავში განვითარებული წნეების რეგულირებით სამუშაო პირობებისაგან დამოკიდებულებით შეიძლება გავაუმჯობესოთ კომბაინის მდგრადობა სწორხაზოვანი მოძრაობისადმი ფერდობზე და გავზარდოთ სამუშაო მოდების ვანი.

ცხრილი 1

$q_{0,ab} / \text{სმ}^2$	0,8	1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0
$P_{\text{წლ.კა/წმ}^2}$	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	2,6	2,4
$P_{\text{წლ.კა/წმ}^2}$	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,8	2,6

კომბაინი СК—4-ის წინა და უკანა თვლების საბურავებში წნევების ოპტიმალური სიდიდეები ნიადაგის მოცულობითი დატვირთვის სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის საშუალოდ 8—10°-იან ფერდობზე მუშაობის დროს მოცემულია 1-ელ ცხრილში ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე.

Г. И. МОСАШВИЛИ

УСТОЙЧИВОСТЬ ПРЯМОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ САМОХОДНОГО ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА НА СКЛОНАХ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА РАБОЧУЮ ШИРИНУ ЗАХВАТА.

Резюме

В статье рассмотрены факторы, влияющие на прямолинейность движения самоходного зерноуборочного комбайна при работе в горных условиях. Выведены математические зависимости между этими факторами и величиной отклонения от заданного направления движения. Проанализировано влияние этих факторов на рабочую ширину захвата и выведена математическая зависимость между углами боковых уводов шин, деформацией почвы и рабочей шириной захвата комбайна. Получены оптимальные величины давления воздуха в шинах в зависимости от условий работы.

ლიტერატურა — Литература

1. М. Р. Закарян. Особенности использования самоходных комбайнов в горных условиях. ГОСНИТИ, М., 1961.
2. Х. А. Хачатрян. Работа сельскохозяйственных агрегатов на сильно нересеченной местности. Ер., 1965.
3. Д. А. Чудаков. Основы теории трактора и автомобиля. 1972.





საქართველოს  
სასოფლო-სამეურნეო  
ინჟინერების უნივერსიტეტი

Г. Г. ЦУЛЕЙСКИРИ

### НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРОГРАММИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ КУРСА НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Партия и Правительство всемерно заботятся об улучшении работы высших учебных заведений, о повышении качества подготовки специалистов для народного хозяйства. Перед работниками высших учебных заведений встали важные задачи по повышению уровня и дальнейшему усовершенствованию процесса обучения и воспитания студентов.

Это требует резкого повышения научного уровня преподавания, активизацию самостоятельной работы студентов в течение всего учебного года и осуществления непрерывного контроля за ходом учебного процесса, достичь чего невозможно без программированного обучения, которое воспитывает у студентов активность, организованность, ритmicность в работе, собранность и аккуратность.

Наличие различных средств информации, таких как учебные фильмы, диапозитивы, диафильмы и т. д. создает возможность их использования в преподавании многих технических дисциплин, в том числе и графических.

Обширная работа в этом направлении проделана на кафедре начертательной геометрии и графики Ленинградского ордена Ленина лесотехнической академии, которая подразумевает как определение оптимального объема учебного материала и последовательность его изложения, разработку контроля знаний по начертательной геометрии на машинах К—54, так и разработку диафильмов по начертательной геометрии и применение современных технических средств при преподавании начертательной геометрии.

На кафедре начертательной геометрии и машиностроительного черчения Груз. СХИ предприняты первые попытки применения учебных диафильмов при проведении лабораторных занятий по начертательной геометрии.

Целью лабораторных занятий должно быть закрепление и углубленное понимание теоретических знаний и применение их на практике.

Ввиду того, что по учебному плану курс начертательной геометрии изучается в течении одного семестра, в котором на его изучение отводится еженедельно два часа лекций и два часа лабораторных занятий с экзаменом в конце семестра, создается возможность сгруппировать материал, читаемый на лекции с задачами, решаемыми на лабораторных занятиях.

На кафедре создано девять диафильмов следующего содержания:

#### **I диафильм**

1. Проекция точки на проекционные плоскости.
2. Проекция точки на эюре.
3. Нахождение проекций точек по координатам XYZ.

#### **II диафильм**

1. Проекция прямой.
2. Точка на прямой.
3. Нахождение истинной величины отрезка способом треугольника.
4. Следы прямой.
5. Взаимное расположение двух прямых.

#### **III. диафильм.**

1. Отображение плоскости посредством следов и треугольников.
2. Прямая и плоскость
3. Плоскость, проходящая через прямую.
4. Прямая, лежащая на плоскости.
5. Горизонталь и фронталь плоскости.
6. Пересечение двух плоскостей.

#### **IV. диафильм**

1. Перпендикулярность прямой и плоскости.
2. Расположение точки на плоскости.
3. Нахождение точки пересечения прямой и плоскости.
4. Условие параллельности прямой и плоскости.
5. Различие плоского и косоугольного.
6. Метод вращения.

#### **V диафильм**

Решение задач, входящих в первое задание.

1. Через данную точку провести плоскость, перпендикулярную данной прямой (в виде треугольника и в виде следов).
2. Через данную точку провести плоскость, перпендикулярную двум данным плоскостям (в виде треугольника).
3. Через данную точку провести прямую, пересекающую две данные скрещивающиеся прямые.
4. Найти кратчайшее расстояние от точки до плоскости в виде отрезка и истинную длину этого отрезка способом треугольника.

### VI диафильм

1. Геометрические тела.
2. Пересечение сферы плоскостью.
3. Пересечение сферы прямой.

### VII диафильм

Решение задач, входящих во второе задание.

1. Методом вращения найти кратчайшее расстояние от точки до прямой.
2. Методом перемены плоскостей проекций найти кратчайшее расстояние между двумя скрещивающимися ребрами и угол между двумя смежными гранями тетраэдра.
3. Пересечение геометрического тела плоскостью и нахождение истинного вида сечения.
4. Пересечение геометрического тела прямой.

### VIII диафильм

Решение задачи, содержащей третье задание.

Нахождение многоугольника пересечения двух ребристых геометрических тел, построение их разверток с нанесением элементов многоугольника сечения.

### IX диафильм

Решение задачи, содержащей третье задание для студентов специальности «Гидромелиорация».

Посадка прямоугольного горизонтальной площадки на топографическую поверхность с нахождением линий среза и насыпи грунта.

При решении конкретных задач весь процесс решения делится на определенное количество этапов, каждый из которых содержит определенную операцию, составляющую часть решения основной задачи.

Рассмотрим два примера:

**Пример 1.** Нахождение точки пересечения прямой и плоскости.

Эта задача является одной из основных задач начертательной геометрии и делится на следующие этапы:

1. Проведение через данную прямую вспомогательной плоскости.
2. Нахождение линии пересечения проведенной и данной плоскостей.
3. Нахождение точки пересечения полученной прямой с данной, которая и будет искомой.

При создании диафильма, содержащего решение этой задачи было определено шесть его этапов:

I кадр. Нулевой этап. Дана прямая  $M_1N_1$ ,  $M_2N_2$  и плоскость в виде треугольника  $A_1 B_1 C_1$ ,  $A_2 B_2 C_2$  (черт. 1).

II кадр. Первый этап решения задачи. Через данную прямую проводим фронтально-проектирующую плоскость  $P_n P_v$ .

III кадр. Второй этап. Находим линию пересечения данной и проецирующей плоскостей  $1_1 2_1, 1_2 2_2$ .

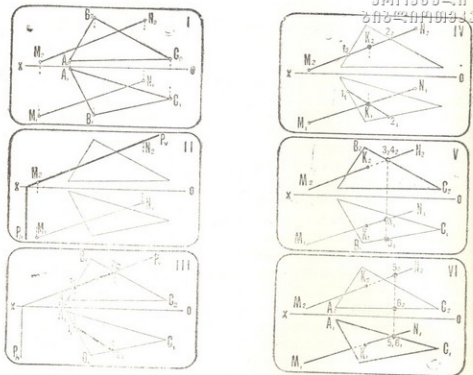


Рис. 1.

IV кадр. Третий этап. Находим точку пересечения  $(K_1 K_2)$  данной прямой  $M_1 N_1, M_2 N_2$  и линии пересечения  $1_1 2_1, 1_2 2_2$ .

Полученная точка пересечения  $K_1 K_2$  и будет искомой точкой пересечения прямой и плоскости. Но на этом этапе решение задачи не завершено. Осталось определить видимые и невидимые части данной прямой, поэтому предусмотрено еще два кадра:

V кадр. Четвертый этап. Определяем видимые и невидимые участки данной прямой на фронтальной проекции чертежа.

VI кадр. Пятый этап. Определяем видимые и невидимые участки данной прямой на горизонтальной проекции чертежа.

**Пример 2.** Нахождение точек пересечения прямой с поверхностью конуса (черт. 2). Для решения этой задачи следует построить такую плоскость, которая проходит через данную прямую и вершину данного конуса. Эта плоскость пересечет данный конус по треугольнику, одна вершина которого есть вершина данного конуса, а две остальные, ввиду того, что данный конус стоит на горизонтальной плоскости проекций,

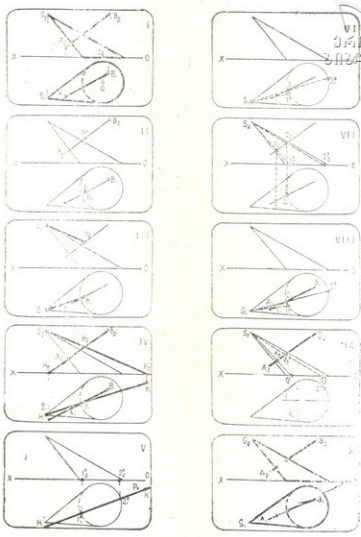


Рис. 2.

будут лежать на его основании. Точки пересечения данной прямой с полученным треугольником и будут искомыми.

Рассмотрим распределение решения этой задачи по этапам диафильма:

I кадр. Нулевой этап. Дана прямая  $A_1B_1, A_2B_2$  и конус  $O_1S_1, O_2S_2$ .

II кадр. Первый этап. На данной прямой берем произвольную точку  $K_1, K_2$ .

III кадр. Второй этап. Соединяем точку  $K_1, K_2$  с вершиной конуса  $S_1, S_2$ .

IV кадр. Третий этап. Находим горизонтальные следы прямых  $A_1B_1$ ,  $A_2B_2$  и  $S_1K_1$ ,  $S_2K_2$  ( $H_1H_2$  и  $H_1'H_2'$ ).

V кадр. Четвертый этап. Через горизонтальные проекции  $H_1$  и  $H_1'$  проводим горизонтальный след плоскости, проходящей через данную прямую и вершину конуса. Засаекаем точки пересечения этого следа с основанием конуса  $1_1^{\circ}1_2^{\circ}$  и  $2_1^{\circ}2_2^{\circ}$ .

VI кадр. Пятый этап. Соединяем горизонтальные проекции этих точек с горизонтальной проекцией вершины конуса и там, где линии соединения пересекут горизонтальную проекцию данной прямой, получим горизонтальные проекции искомых точек  $1_1$  и  $2_1$ .

VII кадр. Шестой этап. Аналогично получаем фронтальные проекции искомых точек  $1_2$  и  $2_2$ .

Контрольное проведение с обеих проекций найденных точек перпендикуляров на ось  $OX$  должно показать, что соответствующие проекции каждой точки лежат на одном перпендикуляре по отношению к оси  $OX$ .

VIII кадр. Седьмой этап. Определение видимости-невидимости на горизонтальной проекции чертежа.

IX кадр. Восьмой этап. Определение видимости-невидимости на фронтальной проекции чертежа.

X кадр. Окончательный результат решения задачи.

Показ учебного диафильма не должен исключать существующих технических средств обучения и занимать более 50% времени, отведенного на данную тему.

Предполагается, что предлагаемый метод проведения лабораторных занятий по начертательной геометрии помимо экономии времени и повышения точности построений позволит значительно повысить активность слушателей и эффективность восприятия излагаемого материала, что в ближайшем будущем даст возможность использовать накопленный опыт и при изложении теоретического курса.

В виде эксперимента указанным способом проводились практические занятия по начертательной геометрии в одной из групп первого курса специальности «Гидромелиорация», что значительно облегчило студентам освоение теоретического курса и выполнение индивидуальных заданий.

## Литература

1. Некоторые вопросы программированного обучения курса начертательной геометрии. Под ред. доц. Б. В. Ершова. М., 1970.
2. А. В. Бубеников. Начертательная геометрия. Изд-во «Высшая школа». М., 1973.



В. И. МЕТРЕВЕЛИ, А. К. ДИДЕБУЛИДZE,  
Г. И. МШВИДОБАДZE.

**ВЛИЯНИЕ КАБЕЛЯ НА РАБОТУ ЭЛЕКТРОПРИВОДА  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО РУЧНОГО ИНСТРУМЕНТА**

С целью применения в хозяйствах горной зоны республики в Груз. СХИ проводятся работы по созданию различных конструкций сельскохозяйственных электрифицированных машин и механизмов на базе системы электроснабжения трёхфазного тока напряжением 36 В и частотой 200 Гц, как например косилок, ручных пил, чаеуборочных аппаратов и т. п. В качестве привода режущих органов ротационного типа высокоскоростной ручной электрифицированной косилки применён двухполюсный асинхронный электродвигатель типа АП—21, имеющий следующие технические данные:

$$P_n = 105 \text{ Вт} \quad U_{1\text{нф}} = 36 \text{ В} \quad I_{1\text{нф}} = 2,4 \text{ А} \quad f_n = 200 \text{ Гц}$$

$$\eta_n = 0,56 \quad \cos\varphi_n = 0,74 \quad n_n = 10600 \text{ об/мин} \quad \mu_k = 1,7$$

Для случая рассмотрения реальной работы маломощного асинхронного электропривода повышенной частоты с.-х. ручного инструмента особо важное значение приобретает исследование влияния длины и сечения кабеля с учётом предъявляемых к приводу требований. Для проведения исследований были определены параметры схемы замещения двигателя по каталожным данным в соответствии с методикой, изложенной в [1]:

$$r_1 = 1,91 \text{ Ом} \quad r'_2 = 3,1 \text{ Ом} \quad r_0 = 8,60 \text{ Ом}$$

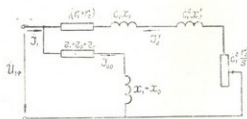
$$x_1 = 2,53 \text{ Ом} \quad x'_2 = 2,15 \text{ Ом} \quad x_0 = 18,5 \text{ Ом.}$$

При рассмотрении работы двигателя активное сопротивление кабеля  $r_c$ , включённое последовательно в цепь статорной обмотки, вызывает существенное изменение режима работы двигателя по сравнению с обычными условиями, когда активным сопротивлением соединительной линии можно пренебречь; здесь уместно отметить, что исходя из эргономических условий работы с.-х. ручного инструмента следует стремиться к увеличению длины и уменьшению веса, а следовательно, и сечения кабеля.

В рассматриваемом нами случае отсутствует возможность непосредственного выявления с достаточной точностью по данным электрических и механических характеристик асинхронного двигателя, поэтому представляется целесообразным определение этих характеристик из точной круговой диаграммы, построенной на основе расчётных параметров и позволяющей с достаточной для практических целей точностью исследовать свойства двигателя при различных режимах работы. Необходимость построения точной круговой диаграммы вызвана в основном тем, что влияние активного сопротивления цепи статора особенно сильно проявляется в машинах малой мощности (до нескольких сотен Ватт) и при включении добавочного активного сопротивления — кабеля значительной длины. При построении диаграммы в отличие от нормальных условий неприемлемо допущение, что активное сопротивление намагничивающего контура  $r_0=0$ , что также вызывает дополнительные затруднения.

Учёт большого активного сопротивления кабеля  $r_c$  обуславливает деформацию круговой диаграммы, при построении которой внешнее активное сопротивление  $r_c$  суммируется с сопротивлением статора  $r_1$ .

При построении круговой диаграммы приняты допущения о синусоидальности во времени э. д. с., токов и потокосцеплений двигателя, синусоидальности распределения магнитного поля в зазоре машины, отсутствии влияния температуры на сопротивления, симметричности обмоток и равномерности воздушного зазора двигателя [2]; следует также учесть, что в асинхронных машинах мощностью 200 Вт и ниже соблюдается постоянство параметров, так как насыщение и размеры стержней у этих машин малы.



Р и с. 1.

Необходимые для построения точной круговой диаграммы зависимости определены на основе Г-образной схемы замещения. В этой схеме (рис. 1) сопротивления  $\dot{c}_1^2(r_1+r_c)$  и  $\dot{c}_1^2r_2'$  уже не являются чисто активными, также как и сопротивления  $\dot{c}_1^2x_1$  и  $\dot{c}_1^2x_2'$  не являются чисто индуктивными [3].

Величина  $\dot{c}_1$ , представленная в показательном виде, записывается как



$$\dot{c}_1 = 1 + \frac{Z_1}{Z_0} = c_1 e^{-j\gamma},$$

где аргумент

$$\gamma = \arctg \frac{(r_c + r_1)x_0 - x_1 r_0}{r_0^2 + x_0^2 + (r_1 + r_c)r_0 + x_1 x_0}, \quad (2)$$

а модуль

$$c_1 = \sqrt{\frac{(r_1 + r_c + r_0)^2 + (x_0 + x_1)^2}{r_0^2 + x_0^2}}. \quad (3)$$

Здесь модуль  $c_1$  равен отношению первичного напряжения  $U_1$  к первичной э.д. с.  $E_1$  при идеальном холостом ходе, а аргумент  $\gamma$  — углу между векторами  $\dot{U}_1$  и  $-\dot{E}_1$ .

Полное эквивалентное сопротивление главной цепи

$$Z_{\text{н}} = e^{-j \cdot 2\gamma} \left\{ [(r_1 + r_c) + jx_1]c_1 e^{j\gamma} + \left( \frac{r_2'}{s} + jx_2' \right) c_1^2 \right\}. \quad (4)$$

Ток первичной цепи

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_{00} + (-\dot{I}_2''); \quad (5)$$

допуская постоянство параметров двигателя, получаем для тока идеального холостого хода

$$\dot{I}_{00} = \frac{\dot{U}_1}{(r_1 + r_c + r_0) + j(x_1 + x_0)}, \quad (6)$$

а для тока главной цепи схемы замещения на основании выражения (4) получаем

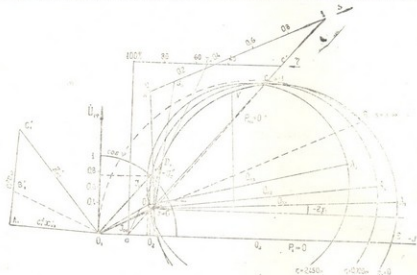
$$-\dot{I}_2'' = \frac{\dot{U}_1}{Z_{\text{н}}} = \frac{\dot{U}_1 e^{j2\gamma}}{\left\{ [(r_1 + r_c) + jx_1]c_1 e^{j\gamma} + \left( \frac{r_2'}{s} + jx_2' \right) c_1^2 \right\}}. \quad (7)$$

Уравнение (7) представляет собой окружность, описываемую концом вектора тока  $-\dot{I}_2''$  при изменении скольжения машины  $s$  в пределах от  $+\infty$  до  $-\infty$ . Принимая во внимание (7), получаем для диаметра круговой диаграммы в единицах тока

$$D_k = \frac{U_1}{c_1 [x_1 \cos \gamma + (r_1 + r_c) \sin \gamma + c_1 x_2']}$$



При увеличении активного сопротивления цепи статора диаметр  $D_k$  уменьшается, а угол поворота прямой расположения центра круга  $2\gamma$  увеличивается. На рис. 2 приведена круговая диаграмма исследуемого асинхронного двигателя при различных значениях сопротивления кабеля



Р и с. 2.

$r_c$  ( $r_c = 2,45$  Ом, кабель с медными жилами сечением  $0,75 \text{ мм}^2$  и длиной  $0,1$  км и  $r_c = 0,92$  Ом — кабель с медными жилами сечением  $1 \text{ мм}^2$  и длиной  $0,05$  км). На рис. 2 пунктиром изображена дуга окружности, по которой перемещается точка В геометрического места вторичного тока, соответствующая  $s = \infty$  при изменении активного сопротивления кабеля  $r_c$  в пределах от  $0$  до  $\infty$ ; центр этой окружности  $O_1$  расположен на оси абсцисс, а геометрическое место тока для случая  $r_c = \infty$  стягивается в точку  $O_1$ .

Из круговой диаграммы были определены ток двигателя  $I_1$ , потребляемая от сети мощность  $P_1$ , скольжение  $s$ , к. п. д.  $\eta$  и коэффициент мощности  $\cos \phi$  в функции механической мощности  $P_2$ . На рис. 3 приведены рабочие характеристики двигателя для двух значений  $r_c$  — при  $r_c = 0$  (сплошные линии) и при  $r_c = 2,45$  Ом (прерывистые); при этом к. п. д.  $\eta$  определялся как отношение полезной мощности двигателя  $P_2$  к мощности, потребляемой от сети.

Исходя из рассмотрения рабочих характеристик можно сделать вывод, что наличие значительного активного сопротивления кабеля  $r_c$

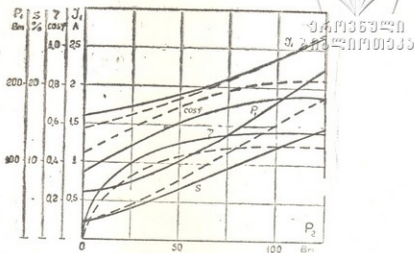


Рис. 3.

вызывает уменьшение тока намагничивания, понижение к.п.д. при одновременном повышении  $\cos \phi$  системы привода, а также смягчение механических характеристик и понижение перегрузочной способности двигателя.

### Литература

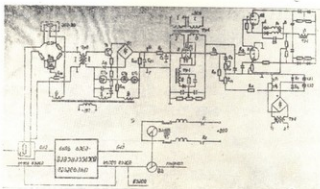
1. М. С. Туганов. Определение параметров асинхронных короткозамкнутых двигателей по каталожным данным. «Вестник электропромышленности», № 7, 1962.
2. В. И. Метревели, А. К. Дидебулидзе. Круговая диаграмма частотноуправляемого асинхронного двигателя. «Механизация и электрификация соц. с/х», № 7, 1973.
3. А. И. Вольдек. Электрические машины. «Энергия», М.-Л.; 1973.



3. მებრძოლი, ბ. შავლაშვილი

რძის თბური დამუშავების რეგულირების სისტემის  
 გამოკვლევა

უკანასკნელ პერიოდში მერძეული მიმართულების მეცხოველეობის კომპლექსების შექმნისა და ავტომატიზებული ნაკადური ხაზების შემუშავებასთან დაკავშირებით ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს ახლად მოწყვლილი რძის თბური დამუშავების ტექნოლოგიურ პროცესებში ტემპერატურის ავტომატური რეგულირება, ამ მიზნით შექმნილია სხვადასხვა სახის რეგულატორები, რომელთა საშუალებით ავტომატურად ხორციელდება რძის დამუშავების ტემპერატურის სტაბილიზაცია. ერთ-ერთ ასეთ სისტემას წარმოადგენს ჩვენ მიერ შემუშავებული სქემა, რომელიც მოტანილია 1-ელ ნახ-ზე.



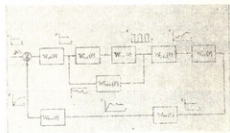
ნახ. 1

რძის თბური დამუშავების დროს ხდება მისი გაცხელება  $76 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . ტემპერატურამდე, რომლის მიზანია წველის დროს მასში მოხვედრილი მიკრობების ზოსპობა. რძის ტემპერატურის  $76 \pm 2^{\circ}\text{C}$  სიდიდიდან გადახრის შემთხვევაში დაირღვევა ბოგური სქემის წონასწორობა, კვებას მიიღებს ელექტრონული ბლოკი, რომლის გამოსასვლელზე ჩაირთვება, ტემპერატურის მიმართულებით საგან დამოკიდებულებით  $P_1$  ან  $P_2$  რელე და მოხდება მარეგულირებელი სარქველის შტოკის სათანადო მიმართულებით გადაადგილება. რელეს ჩართვასთან ერთად იმპულსი მიეწოდება ნათურის მარჯვენა ტრიოდს უკუკავშირის წრე-



დის გავლით ( $R_{11}-R_{14}-R_7-R_9-C_3$ ). წინაღობაზე მოსული ძაბვის ერთი ნაწილის დაცლა ხდება  $K_{11}$ ,  $K_{12}$  ნათურებზე, ხოლო მეორე ნაწილი უკუკავშირის წრედის გავლით, მიეწოდება ნათურის მარჯვენა ტრიოდს  $K_{14}$  წინაღობაზე ძაბვის პოლარობამ უნდა უზრუნველყოს გამძლიერებლის პირველი კასკადის წონასწორობა. გაძლიერების პირველ კასკადში უკუკავშირის მოქმედების შედეგად ძაბვის წონასწორობის აღდგენის შემდეგ  $K_{12}$  ნათურის ბაღეზე ძაბვის იმპულსის მიწოდება შეწყდება, აღსდგება გაძლიერების მეორე კასკადში დენების ბალანსი,  $P_1$  ან  $P_2$  რელე გამოირთვება და გაჩერდება შემსრულებელი მექანიზმი. თუ მარეგულირებელი ორგანოს გადაადგილება არ აღმოჩნდება საკმარისი, მაშინ  $C_3$  ტევადობის განმუხტვისა და  $K_{11}$  ნათურის ბაღეზე ძაბვის შემცირების გამო ხელახლა მოხდება I კასკადის წონასწორობის დარღვევა და შემსრულებელი მექანიზმის განმეორებით ჩართვა. ეს პროცესი განმეორდება პერიოდულად მანამ, სანამ არ აღსდგება წონასწორობა ელექტრონული ბლოკის შესასვლელზე.

რძის თბური დამუშავების რეგულირების სისტემის დინამიკური რეჟიმის გამოკვლევისათვის პირველ სურათზე წარმოდგენილი სქემის საფუძველზე შედგენილი სტრუქტურული სქემა მოტანილია მე-2 ნახ-ზე.



ნახ. 2

რძის დამამუშავებელი დანადგარი შეგვიძლია განვიხილოთ, როგორც ინერციული რგოლი, რომლის გადამცემი ფუნქციას აქვს სახე

$$W_{\text{ინ}}(P) = \frac{K_{\text{ინ}}}{T_1^2 P^2 + T_2 P + 1} \quad (1)$$

წინაღობის თერმომეტრის მგრძნობიარე ელემენტი წარმოადგენს ინერციულ რგოლს, რომლის გადამცემი ფუნქციისათვის გვაქვს (1)

$$W_{\text{ტ.მ.}}(P) = \frac{K_{\text{ტ.მ.}}}{T_{\text{ტ.მ.}} P + 1} \quad (2)$$

გამზომი ბლოკი წარმოადგენს უინერციო რგოლს, რომლის გადამცემი ფუნქცია უტოლდება გაძლიერების კოეფიციენტს

$$W_{\text{გ.ბ.ლ.}}(P) = K_{\text{გ.ბ.ლ.}} \quad (3)$$

ასევე ელექტრონული გამაძლიერებელი წარმოადგენს უინერციო რგოლს, ამიტომ გადამცემი ფუნქცია იქნება

$$W_{\text{ვლ.გა3}}(P) = K_{\text{ვლ.გა3}} \quad (4)$$

რელეური ელემენტი მიეკუთვნება არაწრფივი ელემენტების კლასს, რომელიც შემთხვევისათვის, როდესაც გვაქვს სტატიკური მახასიათებელი პარამეტრებისა და რობის ზონით, გაძლიერების კომპლექსური კოეფიციენტისათვის გვაქვს გამოსახულება

$$W_{\text{ვლ.გა4}}(A) = \frac{2B}{\pi \cdot A} \left[ \sqrt{1 - \left(\frac{a^2}{A}\right)^2} + \sqrt{1 - \frac{\lambda^2 \cdot a_2^2}{A^2}} - j \frac{(1-\lambda) \cdot a_2}{A} \right], \quad (5)$$

სადაც  $\lambda = \frac{a_1}{a_2}$  წარმოადგენს რელეს დაბრუნების კოეფიციენტს. შემსრულებელი ასინქრონული ძრავა შეგვიძლია ჩავთვალოთ უინერციო ინტეგრალურ რგოლად [1], რომლის გადამცემი ფუნქცია იქნება

$$W_{\text{ვლ.გა5}}(P) = \frac{K_{\text{ვლ.გა5}}}{P}. \quad (6)$$

იმის გამო, რომ მუშა ზონაში მარეგულირებელი სარქველის სტატიკური მახასიათებელი შეიძლება ჩაითვალოს წრფივად

$$W_{\text{ვლ.გა6}}(P) = K_{\text{ვლ.გა6}}. \quad (7)$$

უწყვეთობის მოძრაობის განტოლება ოპერატიულ სახეში მიიღებს შემდეგ სახეს [2]

$$U(P) [1 + \beta \cdot R_7 \cdot C_2 \cdot P] = \frac{R_{11} + R_{14}}{d \cdot R_{11}} \left\{ U_{\text{ვლ.გა7}}(P) \left[ 1 + P \cdot C_3 \left( R_9 + \alpha \cdot R_{14} + \beta \cdot R_7 - \frac{\alpha^2 \cdot R_{14}^2}{R_{11} + R_{14}} \right) \right] \right\}$$

გადამცემი ფუნქციისათვის გვექნება

$$W_{\text{ვლ.გა8}}(P) = \frac{U_{\text{ვლ.გა7}}(P)}{U(P)} = K_{\text{ვლ.გა8}} \frac{T_3 P + 1}{T_{\text{ვლ.გა8}} P + 1}. \quad (8)$$

ელემენტარული ბლოკის შემადგენლობაში შედის გამაძლიერებელი რელეური ელემენტი და უწყვეთობის მოწყობილობა, მისი გადამცემი ფუნქციისათვის გვექნება

$$W_{\text{ვლ.გა9}}(P) = \frac{W_{\text{ვლ.გა7}}(P) \cdot W_{\text{ვლ.გა8}}(A)}{1 + W_{\text{ვლ.გა7}}(P) \cdot W_{\text{ვლ.გა8}}(A) \cdot W_{\text{ვლ.გა9}}(P)} = \frac{1}{\frac{1}{K_{\text{ვლ.გა7}} \cdot K_{\text{ვლ.გა8}}} + W_{\text{ვლ.გა9}}(P)}$$



რადგან ღრმა უწყვეტობის დროს [3]  $K_{\text{ვლ.ბ.}} \cdot K_{\text{კ}} \gg 1$  და

$$\frac{1}{K_{\text{ვლ.ბ.}} \cdot K_{\text{კ}}} \approx 0, \quad \text{სიბრტყეობის პირობისთვის}$$

ამიტომ ელექტრონული ბლოკისათვის გვექნება

$$W_{\text{ვლ.ბ.}}(P) = \frac{1}{W_{\text{ვლ.ბ.}}(P)} = \frac{T_{\text{იბ}} P + 1}{K_{\text{ვლ.ბ.}} (T_{\text{იბ}} P + 1)} \quad (9)$$

სტრუქტურული სქემიდან (ნახ. 2) (9) გამოსახულების საფუძველზე ვსაზღვრავთ მთელი სისტემის გადამცემი ფუნქციის გამოსახულებას ჩაკეტილი სისტემის შემთხვევისათვის

$$W_{\text{ჩაკ.}}(P) = \frac{K_{\text{ვლ.ბ.}} \cdot K_{\text{ვლ.ბ.}} \cdot K_{\text{მ.ს.}} \cdot K_{\text{მ.ს.}} (T_{\text{იბ}} P + 1) (T_{\text{მ.ს.}} P + 1)}{K_{\text{ვლ.ბ.}} (T_{\text{იბ}} P + 1) (T_1^2 P^2 + T_2 P + 1) P + K_{\text{ვლ.ბ.}} \cdot K_{\text{ვლ.ბ.}} \cdot K_{\text{მ.ს.}} \cdot K_{\text{მ.ს.}} \cdot K_{\text{მ.ს.}} (T_{\text{იბ}} P + 1)}$$

რაუს-გურკიცის ალგორითმის მიხედვით დავადგინეთ, რომ სისტემა მდგრადია როგორც ვახსნილი, ისე ჩაკეტილი მდგომარეობისათვის. სისტემის გაძლიერების კოეფიციენტის ზღვრულად დასაშვები მნიშვნელობა, რომლის დროსაც რეგულირების სისტემის მუშაობა რჩება მდგრადი, განვსაზღვრეთ  $\Pi$  დაყოფის მეთოდით ერთი კომპლექსური პარამეტრის მიხედვით.

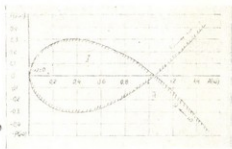
ჩაკეტილი სისტემის მახასიათებელ განტოლებაში გაძლიერების კოეფიციენტებისა და დროის მუდმივების შეტანის შემდეგ ვღებულობთ

$$K_{\text{სისტ.}} = -(0,22P^3 + 0,6P^2 + 3,93P + 3,26P^2 + 1,18P) \quad (11)$$

$P = j\omega$ -ს მნიშვნელობის ჩასმით, ნამდვილი და წარმოსახვითი სიდიდეების გამოყოფით ვღებულობთ

$$\begin{cases} R(\omega) = 3,26 \cdot \omega^2 - 0,6 \cdot \omega^4 \\ I(j\omega) = -j(0,022 \cdot \omega^3 - 3,93 \cdot \omega^2 + 1,18\omega) \end{cases} \quad (12)$$

ანგარიში შედეგებით  $\omega$ -ს ცვლილებებისას 0-დან  $\omega$ -მდე ვაკებთ  $D$  და ცოფის მრუდს სისტემის გაძლიერების კოეფიციენტის მიხედვით, რომელიც მოტანილია მე-3 ნახ-ზე. მახასიათებელი განტოლების ფესვების ( $P_1 = 0$ ;  $P_{2,3,4,5} < 0$ ) ანალიზიდან ჩანს, რომ დაშტრიხული მხარე ითვლება მდგრადობის არედ. ამგვარად, სისტემის ზღვრულად დასაშვები გაძლიერების კოეფიციენტი  $K_{\text{ს.}} = 5,8$ .



ნახ. 3



რძის ვახურების ტემპერატურის დინამიკური რეჟიმის დადგენისათვის/ვა-  
მოვიყენოთ სოლოდონიკოვის კლასიკური მეთოდი, ე. წ. სიხშირეულ-ნებულნი  
ნაკეტილი სისტემის გადამცემი ფუნქციის გამოსახულებაში (10)  $\omega$ -ს ნაცხ  
ჩასმა და ნამდვილი ნაწილის გამოყოფა გვაძლევს

$$R(\omega) = \frac{K_1 [K_1 \cdot K_{\Sigma} - (T_{\alpha} \cdot T_{\Sigma} \cdot K_1 \cdot K_{\Sigma} - (T_{\alpha} + T_{\Sigma}) \cdot B_5 + B_4)] \cdot \omega^2 -}{B_2 \cdot \omega^8 + (B_3 - 2B_2 B_4) \cdot \omega^6 + (2K_1 \cdot K_{\Sigma} \cdot B_2 + B_4^2 - 2B_3 \cdot B_5) \cdot \omega^4 +} \\ \frac{-[(T_{\alpha} + T_{\Sigma}) \cdot B_3 - T_{\alpha} \cdot T_{\Sigma} \cdot B_4 - B_2] \cdot \omega^2 - B_2 \cdot T_{\alpha} \cdot T_{\Sigma} \cdot \omega^0}{+(B_5^2 - 2K_1 \cdot K_{\Sigma} \cdot B_4) \cdot \omega^2 + (K_1 \cdot K_{\Sigma})^2} \quad (13)$$

სადაც

$$K_1 = K_{\delta, \beta \lambda} \cdot K_{\alpha, \beta \lambda} \cdot K_{\beta, \beta} \cdot K_{\alpha, \beta}, \\ B_2 = T_2 T_3 \cdot T_{\Sigma, \alpha} + T_1^2 \cdot T_{\Sigma, \alpha} + T_1^2 \cdot T_{\Sigma, \beta}, \\ B_3 = T_3 T_{\Sigma, \alpha} + T_2 T_{\Sigma, \alpha} + T_3 T_2 + T_1 \cdot T_{\Sigma}, \\ B_4 = T_{\Sigma, \alpha} + T_{\Sigma} + T_2, \\ B_5 = K_1 K_{\Sigma, \alpha} \cdot T_{\alpha} + 1$$

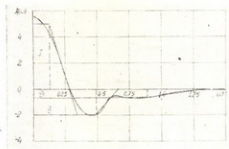
კოეფიციენტების მნიშვნელობების შეტანისა და სათანადო გარდაქმნების შემ-  
დეგ ვღებულობთ ნამდვილი ნაწილის საბოლოო გამოსახულებას, შემთხვევი-  
სათვის, როდესაც  $\frac{1}{2} T_{\alpha} = K_{\beta} = 1$

$$R(\omega) = \frac{0,18 - 1,96 \cdot \omega^2 - 3,416 \cdot \omega^4 - 0,07 \cdot \omega^6}{\omega^8 + 11,42 \cdot \omega^6 + 1,166 \omega^4 + 0,215 \omega^2 + 0,0324} \quad (14)$$

$\omega$ -ს ცვლით ვანგარიშობთ  $R(\omega)$ -ს მნიშვნელობებს,

$\omega$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,45	0,6	0,65	1,25	2
$R(\omega)$	5,55	4,65	2,38	-0,475	-1,77	-2,02	-0,88	-0,4	-0,2	0,05

მიღებული სიდიდეებით ვაკვებთ ამპლიტუდურ სიხშირულ მახასიათებელს  
(ნახ. 4), რომელსაც ვცვლით ტრაპეციებით. მიღებული სიდიდეები გადაგვყავს



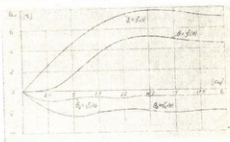
ნახ. 4

დროის სხვა მასშტაბში [1, 4, 5] ცხრილების საშუალებით და ვახდენთ მიღ-  
ებული მრუდების შეჯამებას (სურ. 5). ჯამური მრუდის სახით ვღებულობთ გარ-





დამავალი პროცესის მიმდინარეობის ნათელ სურათს. მისი განხილვის საფუძველზე ვასკვნით, რომ: სარეგულირებელი სიდიდის (რძის გაცხელების ტემპურ რატურის) გადახრა წინასწარ განსაზღვრული სიდიდიდან, ზრკს მინიმუმ ცდომილება ტოლია ნულის. გარდამავალ პროცესს აქვს რხევადი ხასიათი, მიმდინარეობს  $10 \div 12$  წუთს, დინამიკური ცდომილება არ აღემატება  $\pm 0,5C$ , ხოლო გადამტრეგულირება შეადგენს 6%.



ნახ. 5

მეცხოველეობის კომპლექსებში რძის თბური დამუშავების ტექნოლოგიურ პროცესში იზოდრომული რეგულირების სისტემის გამოყენება იძლევა სასურველ შედეგებს.

### ლიტერატურა — Литература

1. К. Е. Егоров. Основы теории автоматического регулирования. «Энергия», М., 1967.
2. А. С. Ключев. Автоматическое регулирование. «Энергия», М., 1967.
3. А. С. Ключев. Наладка систем автоматического регулирования котлоагрегатов «Энергия», М., 1967.
4. В. Я. Ротач. Расчет динамики промышленных автоматических систем регулирования. «Энергия», М., 1973.
5. В. В. Солодовников. Основы автоматического регулирования. М., 1954.



ბ. მშვიფობაძე, ა. ტყეშელაშვილი,  
ბ. ნარიშკინიძე, ლ. იმნაძე.

**ვენახებისა და ციტრუსების ყინვისაგან დაცვა**

იმისათვის, რომ დაკმაყოფილდეს მოსახლეობის მზარდი მოთხოვნები სოფლის მეურნეობის პროდუქტებზე, საჭიროა ყოველწლიურად მაღალი და მდგრადი მოსავლიანობის მიღება. ესაა სოციალისტური სოფლის მეურნეობის მთავარი მიზანი, საქართველოში შებაღობა და მევენახეობა სოფლის მეურნეობის ერთ-ერთი წამყვანი დარგია. ხელსაყრელი ბუნებრივ-კლიმატური პირობები ხელს უწყობს ჩვენში ამ კულტურათა მოსავლიანობისა და ხარისხის მაღალ მაჩვენებლებს.

კლიმატურ ფაქტორებს შორის, რომლებიც დიდ გავლენას ახდენენ მომავალი წლის მოსავლიანობის სიდიდეზე, განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მცენარის გამოზამთრების პირობებს.

ჩვენი რესპუბლიკის შებაღობა-მევენახეობის ძირითად რაიონებში მცენარეთა გამოზამთრებისათვის, უმეტეს შემთხვევაში, ხელსაყრელი პირობები არსებობს, მაგრამ პერიოდულად ზამთრის მკაცრი რეჟიმი მოსავლიანობას ნაწილობრივ, ზოგ რაიონში, კი მნიშვნელოვნად ღუპავს.

განსაკუთრებით დიდად ზარალდება სუბტროპიკული კულტურები და ვაზი.

საქართველოში უკანასკნელი 125 წლის მანძილზე [1] აღინიშნა 28 ცივი ზამთარი, ე. ი. დაახლოებით 4—5 წელიწადში ერთჯერ, რაც საზიანო იყო სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის.

სამწუხაროდ, სსრკ-ში და განსაკუთრებით საქართველოში, ყინვისაგან მრავალწლიანი კულტურების დაზიანების შემთხვევები არაა ფართოდ და დეტალურად განხილული ლიტერატურულ წყაროებში. ეს კი უარყოფითად მოქმედებს დაცვის მეთოდებისა და საშუალებების დამუშავების საქმეზე.

იმ ქვეყნებში, სადაც კარგადაა განვითარებული მევენახეობა (საფრანგეთი, ესპანეთი, საბერძნეთი, მცირე აზიის ქვეყნები, ჩრ. აფრიკა, აშშ, ავსტრალია და სხვ.) ზამთარი შედარებით თბილია და არ აზიანებს ვაზს, ამიტომ ამ ქვეყნებში ყინვისაგან ვაზის დაცვის საშუალებებისა და მეთოდების დამუშავება არ წარმოებს [2].

ყოველ მცენარეს თავისი ტემპერატურის კრიტიკული ზღვარი გააჩნია, რომლის ქვევით დაცემა მისი ორგანოების დაზიანებასა და ზოგჯერ კვდომასაც



იწვევს. მცენარის სახეობათა და ჯიშების მიხედვით დაზიანების კრიტიკულ ტემპერატურა მკვეთრად იცვლება.

ხეხილოვანი კულტურები ყინვებისადმი მეტი მდგრადობით გამოირჩევიან, ვიდრე ვაზი და ციტრუსები. დაბალი ტემპერატურის მიმართ უმეტესად ვაშლი და ალუბალი. შემდეგ თანმიმდევრობით მოდის: ქლიავი, მსხალი, ბალი, გარგარი, ატამი და ლეღვი.

დადგენილია [1], რომ 10—12° ზამთრის ყინვებს ვაზის ჯიშთა უმრავლესობა დაუზიანებლად იტანს. ზამთრის სიწყნარის პერიოდში 10—15° ყინვისას გასხლულ ვაზზე შეიძლება ადგილი ჰქონდეს მოზამთრე კვირტების უმნიშვნელო დაზიანებას. დაზიანება უმთავრესად დამოკიდებულია ყინვების ინტენსივობაზე, მის ხანგრძლივობაზე.

კარგად მომწიფებული ნაზარდით ევროპული ვაზის ჯიში ადვილად იტანს 12—15° ტემპერატურას, თუ ეს უკანასკნელი ხანგრძლივი არ არის [2, 17]. უ. ჩენდლერის მონაცემების მიხედვით სრულყოფილად მომწიფებული ევროპული ვაზის ჯიშები იტანენ 18°-ზე დაბალ ტემპერატურას.

ყინვა 3—4 დღის განმავლობაში კვირტების 40—60%, ხოლო 18°-ზე დაბლა დაცემა ერთწლიანი ყლორტების მოყინვას იწვევს, სამი საათის ხანგრძლივობის — 20° ტემპერატურა ევროპული ჯიშებისათვის მავნე არ აღმოჩნდა, მაშინ, როცა 24 საათის განმავლობაში გამოიწვია მნიშვნელოვანი დაზიანება — ალიგოტესა და შასლას კვირტები 100%-ით მოიყინა. თუ აღნიშნული ინტენსივობის ყინვა რამდენიმე დღეს გაგრძელდა, ზიანდება მრავალწლიანი ნაზარდებიც [19].

3—5 დღის ხანგრძლივობის — 22° ტემპერატურა აზიანებს ვაზის მთელ მიწისზედა ნაწილს. ი. კონდოს მიხედვით [19] — 23,3° ყინვა ძალზე საშიშოა ყველა ჯიშის ვაზისათვის. — 24° ტემპერატურა 12 — 15 საათის განმავლობაში ალიგოტეს კვირტებს 95%, ხოლო 25° ყინვა სამ საათში ალიგოტესა და შასლას ერთწლიან ყლორტებსაც აზიანებს. 26° ყინვა ყველა ჯიშის ვაზის მიწისზედა ნაწილისათვის საზიანოა.

საქართველოში ადგილობრივი ვაზის ჯიშებს ყინვა ხშირად არ აზიანებს, მაგრამ ზოგიერთ წელს დაზიანების საშიშროება მაინც იქმნება. მრავალი წლის დაკვირვებებით დადგენილია, რომ ჩვენში ვაზის ჯიშების ყინვების მიმართ გამძლეობა 12—16° ფარგლებში მერყეობს [21], ხოლო ზოგიერთი ყინვაგამძლე ჯიში უფრო დაბალ ტემპერატურასაც იტანს.

გორული მწვანე იმერეთში 15—16°, ხოლო ალექსანდრიული რაჭაში 16—18° ყინვას კარგად იტანს. ქართლში ორი სამი დღის განმავლობაში 15—16° ყინვა ალიგოტეს აზიანებს [1], კახეთში რამდენიმე საათის ხანგრძლივობის 16° ყინვის დროს ვაზი არ დაზიანებულა [21] მისივე აღნიშვნით. 1924 წელს, ამიერკავკასიაში ვაზის მთელი მიწისზედა ნაწილისათვის 15—20° ყინვა დამლუპველი აღმოჩნდა.

ამრიგად, ვაზების მოყინვის ტემპერატურული მაჩვენებლების სტატისტიკის განხილვა საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ გამოსაზამთრებლად მოუშხადებელი მცენარეებისათვის — 15° ჰაერის მინიმალური ტემპერატურა შეიძლება ჩაითვალოს ზღვარად, რომლის ქვემოთაც მისი დაცემა ვაზის მო-

ზამთრე კვირტების ნაწილობრივ დაზიანებას იწვევს. გამოსახამლეობა კარგად მომზადებული მცენარეებისათვის კრიტიკული ტემპერატურის ზემოაღნიშნული ზღვარი შეიძლება მნიშვნელოვნად გაიზარდოს [1].

მრავალი ლიტერატურული წყარო გვიჩვენებს, რომ ზამთრე მცენარეების პერიოდში მცენარის ყინვისაგან დაზიანება დამოკიდებულია:

1. მცენარის მდგომარეობაზე (ზრდის პროცესების დასრულება, მცენარის სიწყნარეში შესვლა, საკვებნივთიერებათა მარაგი, წრთობის ხასიათი, სვეტეცაციო პერიოდის რეჟიმი).

2. მეტეოროლოგიურ პირობებზე (უარყოფითი ტემპერატურის ინტენსივობა, ხანგრძლივობა, მისი დაცემის სიჩქარე, ტენიანობის სიდიდე, ჰაერის მობრუნების სიჩქარე).

ყინვაგამძლეობის მხრივ შუალედი მდგომარეობა უჭირავს ფორთოხალს, რომელიც უძლებს  $-10-11^{\circ}$ , გრეიფრუტი ფორთოხალზე ცოტათი უფრო ნაწილი.

ყინვიდან შავი ზღვის სანაპიროზე ტემპერატურის დაცემა ზემოთ მოყვანილ სიდიდეებს ქვემოთ არც თუ იშვიათია, ამიტომ ციტრუსების მოვლა-პატრონობისა და ყინვისაგან დაცვის საკითხს ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ ციტრუსების ფოთლებისა და ყლორტების წაყინვაც კი იწვევს მოსავლის დაკარგვას მომავალი წლისათვის, წარმოება კი დაინტერესებულია ყოველწლიური რეგულარული მოსავლით, მაშინ, ცხადია, თუ რა დიდი მნიშვნელობა აქვს ციტრუსების ყინვისაგან დაცვის საკითხს.


როგორც აღნიშნული გვქონდა ვაზის შემთხვევაში, აქაც ციტრუსების ყინვაგამძლეობა დამოკიდებულია როგორც გარემო პირობებზე, ისე მცენარის შიგა მდგომარეობაზე.

მცენარის ჯიშს, წლოვანებას, ჯანმრთელობის მდგომარეობას, განვითარების ფაზას, რომელშიც ის იმყოფება ყინვიან ამინდში, აქვს არანაკლები მნიშვნელობა, ვიდრე გარემომცველ პირობებს — ცივი ქარი, ფესვთა ტენიანობის ხარისხი, უარყოფით ტემპერატურაზე გადასვლის სისწრაფე და სხვ.

თუ ყინვიანი ამინდი უეცრად დადგება, როდესაც მცენარე ჯერ კიდევ იმყოფება სვეტეცაციო ზრდის პერიოდში, რაც ხდება ხოლმე შემოდგომა-ზამთრის ან გვიანი გაზაფხულის პერიოდში, როდესაც მცენარეები იწყებენ ზრდას, ისინი ზიანდებიან განსაკუთრებით ძლიერად. პირობით, თუ ყინვიან ამინდებს წინ უსწრებს თანდათანობითი აცივება მცირე ყინვებით, მცენარე განიცდის წრთობას, აჩერებს ზრდას, კარგად მზიდდება და მისი საერთო ყინვაგამძლეობა მატულობს. ცდებით [10] დადგენილია, რომ წრთობის ხარისხისაგან დამოკიდებულებით მცენარეთა ყინვაგამძლეობა აღწევს  $-4-5^{\circ}$ .

გარემომცველი პირობებიდან აგრეთვე დიდი მნიშვნელობა აქვს ყინვიანი დღეების ხანგრძლივობასა და ცივი ქარების არსებობას ამ დროს, რაც უფრო ხანგრძლივია ყინვები, რაც უფრო ხშირად მცირდება ის ზამთრის განმავლობაში, რაც უფრო ძლიერია ცივი ქარები, მით უფრო ძლიერად ზიანდება მცენარე [10].

საგრძნობლად ასუსტებს მცენარის ყინვაგამძლეობას აგრეთვე ფესვთა ტენიანობა ზამთრის პერიოდში.



არანაკლებ საშიშია მკვეთრი გადასვლა სიცივიდან სითბოზე, რასაც ადგილი აქვს ყინვითი მოწმენდილი ღამის დროს. ასეთ პირობებში ყველაზე მეტი ყინვა გათენების, მზის ამოსვლის ეამსაა. გათენების შემდეგ მზის სწრაფად ახურებს გაყინულ ფოთლებსა და ღეროებს, რაც იწვევს ფოთლების ცვენას და კანის დაწვას აღმოსავლეთის მხრიდან და მათ სიკვდილს [10].

ყინვაგამძლეობისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მცენარის ჯანსაღ მდგომარეობას, რის უზრუნველყოფაც შეიძლება დროული მოვლით, სასუქების შეტანით და მავნებლებისა და ავადმყოფობის წინააღმდეგ ბრძოლით: არაჯანსაღი მცენარე ცუდად იტანს დაბალ ტემპერატურას. ყინვაგამძლეობის სხვაობა ჯანსაღ, ძლიერ და სუსტ, დაავადებულ მცენარეთა შორის შეადგენს 5—7° [10].

მაგრამ გამოზამთრებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება იმ მდგომარეობას, რომლითაც მცენარე შედის ზამთარში. თუ მცენარე ზამთარს ხვდება აქტიური ზრდის პერიოდში, მაშინ მისი ყინვაგამძლეობა ძალიან ეცემა. თუ ზამთარში შედის ზრდადამთავრებული, მომწიფებული, მაშინ მისი ყინვაგამძლეობა იზრდება.

აგროტექნიკის ძირითადი ამოცანა ციტრუსოვანი კულტურების ყინვაგამძლეობის ამაღლებაში ისაა, რომ ყინვების დაწყებამდე მცენარემ შეაჩეროს ზრდა, ახალგაზრდა ყლორტები საკმარისად მომწიფდეს და მთლიანად მცენარე გადავიდეს სიწყნარის მდგომარეობაში.

ყინვისაგან დაცვის მეთოდებისა და საშუალებების შერჩევისას ეს აუცილებლად უნდა გავითვალისწინოთ. საჭიროა შევარჩიოთ ისეთი მეთოდი და დაცვის საშუალება, რომელიც დაგვეხმარება არა მარტო მცენარის გათბობაში, არამედ მისი ზრდის დროულად დამთავრებაში და ზამთრისათვის მომზადებაში. განხილული ლიტერატურული წყაროები გვიჩვენებენ, რომ როგორც ციტრუსების, ასევე ვენახის დაცვა ყინვისაგან აუცილებელია დამატებითი მეთოდებითა და საშუალებებით. არჩევენ მცენარეთა ყინვისაგან დაცვის ორ მეთოდს [13]: ბიოლოგიურსა და აგროტექნიკურს. ბიოლოგიური ითვალისწინებს ღინვაგამძლე ჭიშების გამოყენებას, ეს მეთოდი ყველაზე საიმედოა. მაგრამ ყველაზე რთულიცაა. პრობლემის გადაწყვეტა წარმოებს უპირატესად სელექციის გზით.

ყინვის წინააღმდეგ ბრძოლის აგროტექნიკური ზერხები იყოფა სამ ძირითად ტიპად: სითბოს შენარჩუნება, ჰაერის შერევა და დამატებითი გათბობა.

სითბოს შენარჩუნება. სითბოს შენარჩუნების ბევრი ზერხი არსებობს, ყოველ მათგანს საფუძვლად უდევს რადიაციის შემცირების პრინციპი. ნიადაგი ან მცენარე დაიფარება სხვადასხვა მასალით. როგორც საზღვარგარეთ, ისე საბჭოთა კავშირში ამ მიმართულებით მრავალი ცდაა ჩატარებული [13].

სითბოს შენარჩუნებისათვის მცენარეზე მიწის მიყრას იყენებენ შედარებით იშვიათად. გამოიყენება იგი მცირე სიმაღლის მცენარეებისათვის (სურ. 1). მიწის მიყრა მცენარეზე საჭიროა ყინვების დაწყებამდე, ხოლო მოცილება ყინვების შემდეგ გაზაფხულზე. იმისათვის, რომ დაცულ იქნეს მცენარის შტამბი დაზიანებისაგან, რეკომენდებულია მიწის მიყრამდე ორი დღით ადრე შტამბი და ტოტები შეიწამლოს ბორდოს 1%-იანი ხსნარით. მიწის მიყრა წარმოებს მშრალ

მზიან ამინდში [13] ფხვიერი მიწით. მიწა საჭიროა ავილოთ ხის ძირიდან მოცილებით, რათა არ გატრტვლდეს მცენარის ფესვები. თუ მძიმე თიხნარია, მაშინ მას უნდა გადაერიოს სილა. იქ, სადაც სილა არ არის, საჭიროა მოიხაროთ ფხვიერი მიწით.

ბიზლირთსეკა



ნ.ბ. 1

მიწა. მიწის მიყრა წარმოებს კონუსურად (სურ. 1) 25—30 სმ სიმაღლეზე და ზევით. მიწა საჭიროა მიეტყეპნოს, რათა კონუსში არ მოხვდეს გარემომცველი ციკლი ჰაერი. მიწის მიყრის დროს დიდი სიფრთხილეა საჭირო, რათა არ დაზიანდეს შტამბი. ქერქის მცირეოდენმა დაზიანებამაც კი შეიძლება გამოიწვიოს ნარგავის სიკვდილი.

ზამთრის განმავლობაში საჭიროა მიწაშემოყრილი მცენარეებისათვის თვალყურის დეგნება. კონუსის ჩამოშლის შემთხვევაში იგი ისევე უნდა შესწორდეს, დიდი და ხანგრძლივი ყინვებისას მიწის კონუსს ზევიდან უნდა დაეყაროს ნამჯიანი ნაკელი, ფოთლები ან სხვა მათი მსგავსი მასალა, რათა თავიდან იქნეს აცილებული მცენარის გაყინვა.

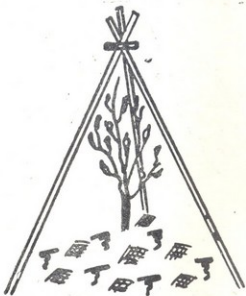
ეს მეთოდი, როგორც ვხედავთ, შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ დაბალი მცენარეებისათვის, ამასთან მეტად შრომატევადია, საჭიროა განსაკუთრებული ფხვიერი ნიადაგი, დამატებით შეწამვლა, დიდი სიფრთხილე და სიფაქიზე. საქართველოს პირობებისათვის იგი არაა მიზანშეწონილი და არც გამოიყენება. ამ მეთოდმა ნაწილობრივ გამოყენება ჰპოვა სამხრეთ ყირიმში.

მიწის მიყრა და მცენარის ე. წ. ჩამარხვა, შედარებით ფართოდაა გამოყენებული მევენახეობაში (მოლდავეთი, შუა აზია, ყირიმი, როსტოვის ოლქი და სხვ.) [2, 5, 7, 8].

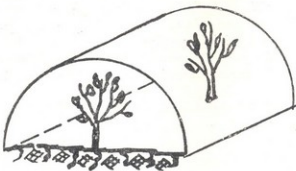
საქართველოში ამ მეთოდმა გამოყენება ვერ ჰპოვა, ჯერ ერთი იმიტომ, რომ აქ მიწები მძიმეა და მეორეც იმიტომ, რომ ზამთრის უმეტესი დღეები საქართველოში თბილია; მაღალი ტემპერატურა კი ასეთ პირობებში აფუჭებს დამარხულ ვაზს [1].

უფრო ფართოდაა გავრცელებული სითბოს შენარჩუნება გადახურვის მეთოდით.

არსებობს ინდივიდუალური (სურ. 2) და ჯგუფური (სურ. 3) გადახურვის მეთოდები. ინდივიდუალურ გადახურვას იყენებენ მხოლოდ ციტრუსების წებებისათვის საბუთა კავშირში (საქართველო, ყირიმი) და საზღვარგარეთ აშშ (ფლორიდა, კალიფორნია) [12].



ნახ. 2



ნახ. 3

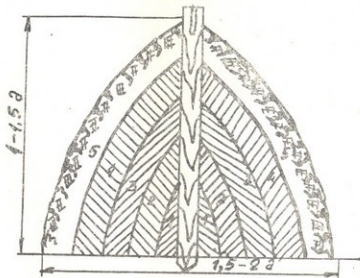
ჩატარებული მრავალრიცხოვანი კვლევებით გამოირკვა, რომ გადახურვისათვის საჭიროა ისეთი მასალა, რომელსაც ახასიათებს ჰერმეტიკობა, თბური

სხივების შეკავება, ეს უკანასკნელი აუცილებელია იმიტომ, რომ ტემპერატურის აწევა გადახურვის ქვეშ ალიზიანებს მცენარის ზრდას და ამით აღაბეჭდებს მის ყინვაგამძლეობასა და წრთობას. ამასთან ერთად, მასალა ვადახურვისას უნდა საჭიროა იყოს ისეთი, რომელიც დაიცავს მცენარეს ძლიერი ქარებისაგან, წყლისა და თოვლისაგან.

ჩატარებული კვლევებით დადგინდა, რომ ამ მოთხოვნებს აკმაყოფილებს ჩვეულებრივი მარლა [12]. მარლის ქვეშ ტემპერატურა თითქმის არ განსხვავდება გარე ტემპერატურისაგან ( $1,1-1,7^{\circ}$ ), მიუხედავად ამისა გადახურვის ქვეშ ციტრუსებისა და საერთოდ მცენარის გამოზამთრება უკეთესად მიმდინარეობს. დიდი ყინვების დროს გადახურვა ვერ იცავს ციტრუსებს. გარდა ამისა, მარლა ხშირად ზიანდება ქარისაგან და მალე ფუჭდება. გადახურვა და მოხსნა კი შრომატევადი სამუშაოა.

ვენახების ყინვისაგან დასაცავად შვეიცარიაში იყენებენ გადასატან ნამკის გადახურვებს [13].

წყნარ და ნისლიან ამინდში სითბოს შენარჩუნებისათვის გამოყენებულ იქნა აგრეთვე ბოლის ფარდები, მაგრამ ეს მეთოდი ნაკლებეფექტიანი აღმოჩნდა. შებოლენისაგან თბური ეფექტი მიიღება ძირითადადში სითბოს იმ რაოდენობით, რომელიც გამოიყოფა ბოლის წარმოქმნილი მასალისაგან და არა რადიაციის შემცირებით, როგორც ეს მოსალოდნელი იყო.



ნახ. 4

მ. ბერლანდისა და პ. კრასიკოვის გამოკვლევებით სსრკ-ში და მრავალრიცხოვანი ცდებით აშშ დადგენილია, რომ ბოლის იმ რაოდენობით, რომელიც გამოიყოფა ბოლის გროვებით, გამოსხივება მცირდება უმნიშვნელო სიდიდით და მცირე ქარის შემთხვევაში ბოლი წარიტაცება და მის ადგილს იკავებს ცივი ჰაერი. ამ მეთოდის საუკუნეების განმავლობაში გამოყენება იმით აიხსნება, რომ ტემპერატურის მცირე აწევაც კი ( $1^{\circ}$ ) ზოგჯერ შველის მოსავალს დიდ ფართობებზე.



დამაბოლებელ გროვებს აწვობენ შემდეგნაირად (სურ. 4): 1. თივა და ბურბუშელა, 2. დაკუწული შეშა, 3. ფოთლები, ნაკელი, თივა, 4. ნამკა, ფიჩხის ნაკუწები. 5. მიწა—სისქით 8—10 სმ. თითოეული ფენა საჭიროა დასველებული, რათა შემცირდეს ჰაერის შეღწევა გროვის შიგნით.



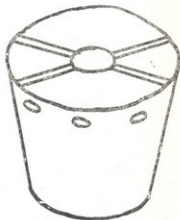
1 ჰა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ფართობის დაბოლებისათვის საჭიროა 40—60 გროვა [11].

დასაბოლებელი გროვის ასანთებად საჭიროა გროვიდან სარის ამოძრობა და მის ადგილზე ნათში დასველებული ჩვრის ჩადება, რომელსაც უკიდებენ ცეცხლს.

აღნიშნული გროვების ნაცვლად იყენებენ აგრეთვე ვედროში ჩაყრილ ფისში შერეულ ნახერხს (4:1 პროპორციით).

ჰაერის შერევა. ყინვისაგან დაცვის ერთ-ერთი ხერხია ჰაერის შერევა. ცნობილია, რომ ყინვიან დამებში ჰაერის ტემპერატურა 10—12 მ სიმაღლეზე 4—5,5°-ით მაღალია, ვიდრე 1,5 მ-ის სიმაღლეზე. თუ ჰაერს აღნიშნულ ფენაში კარგად შევუვრებთ, მაშინ ყინვის ინტენსივობა მცირდება. ჰაერის შერევისათვის იყენებენ ვენტილატორებს ან საავიაციო ძრავებს, რომლებსაც დგამენ 10 მეტრის სიმაღლეზე. აშშ ციტრუსის ბაღებში დაბალ ბრუნვებზე მომუშავე ვენტილატორებით ტემპერატურას მაღლა სწევდნენ 2,5°-ით [13].

ავსტრიაში დადგენილ იქნა, რომ ვენტილატორები 6,4 მ დიამეტრით ვენახსა და ციტრუსების ბაღებში 15 მ რადიუსით ათბობენ ჰაერს 3—4°-ით [13]. აქვე აღნიშნულია, რომ დიდი ყინვების დროს აღნიშნულ ხერხს ეფექტი შეუძინეველი აქვს.



ნახ. 5

კალიფორნიაში ჰაერის შერევისათვის გამოყენებული იყო შეეულმფრენი, რომელიც დაფრინავდა დაბლა. ტემპერატურის აწევა ასეთი ხერხით აღწევდა 2—5°. ყველაზე მეტი ეფექტი მიღებულია, როდესაც შეეულმფრენი ნელი სვლით მიფრინავდა ხეებს მაღლა 2—3 მეტრზე. ამ შემთხვევაში 20—30 წუთის განმავლობაში ტემპერატურა დამყარებულად იზრდებოდა.

დამატებითი გათბობა ითვლება ერთადერთ ყველაზე უფრო პრაქტიკულ და საიმედო საშუალებად დიდი ფართობების გასათბობად. ამ შემთხვევაში არაა აუცილებელი მთელი გარემომცველი ჰაერის გათბობა. მხოლოდ გასათბობ ფართობზე გარკვეული სქემით განლაგებენ გათბობის მოწყობილობებს. გამათბობელი მოწყობილობა წარმოადგენს ჩვეულებრივ კედროს (სურ. 5), რომელშიც საწვავ მასალად იყენებენ ქვანახშირს, ნამჭას, ნახერხს, ტორფს, მანუთს, ნავთობს, ფიჩხის ნაკუწებსა და სხვ.

ამ მეთოდს აშშ-სა და სსრკ-ში (ამიერკავკასია) ზოგჯერ იყენებენ სუბტროპიკული მცენარეების დასაცავად ყინვისაგან. საბჭოთა კავშირში ჩატარებულმა ცდებმა გვაჩვენეს, რომ ამ მეთოდს შეუძლია ტემპერატურის აწევა 3—4°-ით. დაახლოებით ასეთივე შედეგია მიღებული აშშ-შიც.

ანთებისა და წვის მიმდინარეობის კონტროლის საქმეში ავტომატიკის საშუალებების გამოყენებისას, რაც აუცილებელია მცენარეთა ყინვისაგან დაცვის მაღალი საიმედოობისათვის, ზემოაღნიშნული საწვავი მასალების გამოყენება დიდ უხერხულობას ქმნის.

უკანასკნელ წლებში დიდი სამუშაოები ჩატარა ამ მიმართულებით საქართველოს მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის სამეცნიერო-კვლევითმა ინსტიტუტმა, მათ საწვავად გამოყენებული აქვთ გაზი, რისთვისაც შექმნეს სპეციალური სანთურა და ციტრუსოვანთა პლანტაციის გაზიფიკაციის გეგმა. სანთურების ანთებისათვის გამოყენებული აქვთ ელექტრული დისტანციური მართვა. როგორც ჩატარებული ცდებიდან ჩანს, ეს სქემა საიმედოდ იცავს ციტრუსებს ყინვისაგან. საჭიროა აღინიშნოს, რომ აქ უხერხულობას ქმნის ბუნებრივი გაზის უქონლობა. გაზის მოზიდვა და დაგროვება კი უარყოფითად ახასიათებს შემოთავაზებულ სქემას. ამ წინადადებას ჭერჭერობით ფართო გამოყენება ვერ პპოვა ისევე, როგორც სხვა ზემო განხილულმა ხერხებმა, გარდა ჭგუფური გადახურვისა მარლით, რომელიც შედარებით უფრო მეტად გამოიყენება, თუმცა იგი ვერ იცავს მაღალი ყინვებისაგან ციტრუსებს.

განხილული ხერხების გარდა მცენარის ყინვისაგან დაცვისათვის საზღვარგარეთ და იშვიათად საბჭოთა კავშირში იყენებენ მორწყვასა და დაწვიმებას. მორწყვის ხერხი იმაზე დაფუძნებული, რომ ნესტი აღიდებს მცენარის ნიადაგის სითბოგამტარობას, შედეგად დიდდება სითბოს ვადმოცემა უფრო ღრმა ფენებიდან ზედაპირზე და მცენარე თბება.

წყლით დაწვიმება ითვალისწინებს ყინვიან ამ-ნდში მცენარის განუწყვეტლივ დაწვიმებას. ვინაიდან წყლის ტემპერატურა უფრო მაღალია, ამიტომ მცენარე დაცული იქნება ყინვებისაგან.

### დასკვნა

1. მცენარის დაზიანების კრიტიკული ტემპერატურა ცვალებადია და დამოკიდებულია გარემომცველ მეტეოროლოგიურ პირობებსა და მცენარის სიჯანსაღეზე.
2. არსებული ლიტერატურული წყაროების მიხედვით ჭერ კიდევ ღრმა მეცნიერული კვლევის საფუძველზე დადგენილი არ არის გაზის დაზიანების კრი-

ტიკული ტემპერატურა და მისი დამოკიდებულება ტენიანობისა და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეზე.

3. ლიტერატურული წყაროების მიხედვით არაა მეცნიერულად დასაბუთებული და საბოლოოდ მიღებული საქართველოში ვაზისა და ციტრუსების ყინვისაგან დაცვის რომელიმე მეთოდი.

4. მცენარეთა ყინვისაგან დაცვის არსებული მეთოდები არაა საიმედო პრიმიტიულობისა და დაბალი ტექნიკური დონის გამო.

მაღალი საიმედოობისათვის აუცილებელია დაცვის ისეთი მეთოდის შერჩევა, რომელიც უზრუნველყოფს პროცესის ავტომატიზაციას.

5. არსებული ლიტერატურული წყაროებიდან ირკვევა, რომ ჩატარებულ კვლევებსა და ცდებში სრულიად არაა გათვალისწინებული ამა თუ იმ მეთოდის ეკონომიური ეფექტურობა, რაც, ჩვენი აზრით, აუცილებელია.

6. მცენარეთა ყინვისაგან დაცვის არსებული მეთოდებიდან ვაზისა და ციტრუსებისათვის უპირატესობა უნდა მიენიჭოს კომბინირებულ მეთოდს, რომელიც ითვალისწინებს ჰაერის შერევას და ზოგიერთ შემთხვევაში (დიდი ყინვების დროს) დამატებით გათბობას.

Г. И. МШВИДОБАДЗЕ, А. Л. ТИКИШВИЛИ,  
Н. С. НАРИМАНИДЗЕ, Д. В. ИМНАДЗЕ.

## ЗАЩИТА ВИНОГРАДНИКОВ И ЦИТРУСОВЫХ КУЛЬТУР ОТ МОРОЗА

### Резюме

Существующие в настоящее время методы не обеспечивают надежную защиту цитрусовых и виноградников от морозов.

Поэтому необходимо разработать новый научнообоснованный метод, обеспечивающий нормальный процесс развития цитрусовых деревьев и защиту виноградников в зимнее время.

В силу специфики окружающей среды целесообразно для цитрусовых деревьев применять лучистый нагрев (ИК лучами) или комбинированный метод (конвекционный нагрев с смещиванием воздуха), а для виноградников только последнее.

### ლიტერატურა — Литература

1. გ. ჩხუბიანიშვილი, ვ. გოგიტიძე — ვაზისა და ხეხილის ყინვებით დაზიანება, თბ., 1973.
2. И. Т. Макаров. Защита виноградников Молдавии от морозов, Кишинев, 1973.
3. И. И. Туманов. Причины гибели растений в холодное время года и меры ее предупреждения, М., 1955.
4. И. И. Туманов. Физиологические основы зимостойкости культурных растений, Л., 1940.



5. Л. Г. Буркин и др. Защита от морозов и восстановление виноградников Симферополя, 1974.
6. П. В. Негру. Морозостойкость винограда на склонах. Кишинев, 1974.
7. В. Ф. Поноререв. Повышение зимостойкости винограда, Симферополь, 1967.
8. М. В. Михайлов. Физиология зимостойкости и засухоустойчивости винограда. Кишинев, 1970.
9. Н. В. Риндин. Защита citrusовых от морозов. Симферополь, 1949.
10. И. М. Ярославцев. Заморозки, Л., 1948.
11. У. Р. Шуновер и др. Защита от морозов в Калифорнийских плодовых садах. Перевод, Сухуми, 1931.
12. Р. Е. Кабардин и др. Как защищать растения от заморозков при помощи дождевания. Л., 1975.
13. Э. Коммер, Ф. Шульц. Проблема морозоустойчивости плодовых культур. Перевод с немецкого, М., 1958.
14. К. А. Сергеева. Физиологические и биологические основы зимостойкости древесины и растений. М., 1971.
15. А. С. Мерджанян. Виноградарство, М., 1967.
16. Г. В. Руднев. Агрометеорология, Л., 1964.
17. У. Чендлер. Плодовой сад, М., 1960.
18. А. Г. Мишуренко. Зимостойкость виноградной лозы и защита виноградных кустов от зимних повреждений в условиях Укр. ССР. Одесса, 1947.
19. И. Н. Кондо. Повышение зимостойкости виноградных посадений. Ташкент, 1957.
20. Гоголь, Г. И. Яновский. Руководство по виноградарству. М-Л., 1928.
21. ბ. კეცხოველი, მ. რამიშვილი, დ. ტაბიძე — საქართველოს ამბელოგრაფია. თბ., 1960.



Б. М. ЧИКВАШВИЛИ, Н. С. РИЖИНАШВИЛИ

**К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПУЛЬСАЦИИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ВХОДНЫМ ОГОЛОВКАМ НАПОРНЫХ ВОДОСБРОСОВ**

Моделирование пульсации гидродинамического давления на жестких границах турбулентного потока основывается на общей теории кинематического и динамического подобия потока, причем, движение реальной жидкости описывается [1—6] системой дифференциальных уравнений Навье-Стокса и уравнением неразрывности.

Система дифференциальных уравнений Навье-Стокса справедлива для целого ряда гидравлических явлений. Поэтому для получения их однозначного решения применительно к какой-нибудь частной задаче необходимо к вышеуказанной системе добавить некоторые условия. В теории подобия они получили название «условия однозначности», в состав которых входят геометрические элементы, физические свойства среды, в которой протекает процесс, граничные и начальные условия.

При этом критерии подобия, вытекающие из вышеупомянутых систем уравнений выражаются безразмерными числами Рейнольдса  $Re$ , Фруда  $Fr$ , Эйлера  $Eu$  и Струхала  $Sh$  (критерия гомохронности)\*. При этом, в каждом отдельном случае, из этих четырех критериев подобия выделяют основные, определяющие и не содержащие неизвестные величины. Такие критерии подобия называются определяющими. К их числу относится критерии Рейнольдса и Фруда. Остальные же два критерия являются следствием подобия. Однако, в каждом отдельном случае моделирования, вопрос об определяющих критериях должен быть подвергнут специальному исследованию.

Из всего вышесказанного следует, что кинематическое подобие турбулентных потоков предполагает подобие как осредненных полей ско-

\* Для обеспечения полного подобия турбулентных потоков, перечисленным критериям подобия, соответствующих осредненным по времени значениям исследуемых величин, необходимо обеспечить еще постоянство тех шести критериев подобия, которые характеризуют интенсивность турбулентности потока.

ростей, так и их пульсационных характеристик (в статистическом смысле); при этом, основные характеристики пульсационных составляющих гидродинамического давления пересчитываются с одного масштаба на другой с помощью масштабных коэффициентов модели. Масштабные коэффициенты применимы к напорным потокам, когда движение жидкости происходит в автомодельной области сопротивления, подобие величин среднеквадратичного отклонения пульсации давления  $\sigma$  определяется (в предложении, что плотность жидкости является величиной постоянной, а коэффициент расхода не зависит от числа Рейнольдса) по такому выражению:

$$\alpha_{\sigma} = \alpha_c, \quad (1)$$

где  $\alpha_{\sigma}$  — масштабный коэффициент пересчета величины среднеквадратичного отклонения пульсации давления от его осредненного, пьезометрического давления.

С учетом (1), пересчет результатов обработки реализации пульсации давления одного масштаба модели на другой (иначе говоря, переход от результатов модели к натуре) осуществляется по такой зависимости:

$$\sigma_n = \alpha_c \sigma_m.$$

Однако для изучения вопроса моделирования напорных (или безнапорных) потоков в первую очередь необходимо оценить степень турбулентности потока.

Различают два вида турбулентности [7-10]: макротурбулентность (крупные вихри) и микротурбулентность (мелкие вихри)\*. Устанавливая зону автомодельности обычно имеют ввиду, что отсутствие влияния вязкости справедливо лишь для макротурбулентных образований, когда величина и характер пульсации давления определяется крупномасштабной турбулентностью потока. Мелкомасштабные же турбулентные вихри испытывают влияние вязкости и чем меньше масштаб модели, тем ощутимее это влияние. Несмотря на это, на данном этапе изученности вопроса моделирования не представляется возможным теоретически определить роль микротурбулентности в процессах пульсации гидродинамического давления.

В связи с этим, изучение вопроса о моделировании пульсации скоростей и давления в турбулентных потоках, в основном, выполняется экспериментальным путем, причем основной целью таких исследований является установление нижней границы автомодельности. На основе своих исследований отдельные авторы [11, 12] пришли к выводу о том, что изучение пульсации давления, связанные с крупномасштабной тур-

\* В(2) индексом «н» обозначена натура, а индексом «м» — модель.

булентностью потока, могут быть выполнены на моделях сравнительно небольшого масштаба с числом Рейнольдса порядка 3-5 тысяч. Однако в отдельных работах [13, 14, 15] высказывается мнение, что турбулентность наступает при разных числах Re. Примерно к аналогичным выводам пришли и другие авторы [16-22].

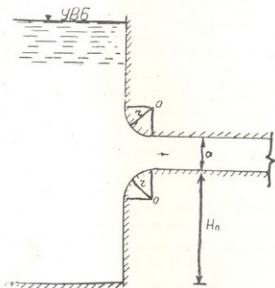


Рис. 1.

Ниже излагаются результаты исследования, выполненных на разномасштабных моделях применительно к входным оголовкам (Рис. 1) напорных прямоугольных водосбросов при различных относительных радиусах их очертания (при  $\frac{r}{a} = 0,0; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5$  и  $2,0$ , где  $r$  — радиус очертания входного оголовка,  $a$  — высота водосброса).

Основной целью работы является определение того минимального числа Рейнольдса Re, выше которого пульсация давления на поверхности входного оголовка водосброса будет находиться в зоне автомодельности.

В качестве измерительного прибора пульсации давления применяется тензометрический датчик давления системы инж. А. И. Херхеулидзе.\*

Для регистрации колебаний пульсации давления были использованы 8-ми шлейфовые осциллографы типа МПО-2 и Н-102.

\* Подобное описание указанного датчика дано в [23].

Исследования проводились на шести геометрически подобных друг другу моделях входного оголовка водосброса (Рис. 1), выполненных в масштабе  $M=1:1; 1:1,5; 1:2; 1:3; 1:4$  и  $1:5$ . Измерения производились на потолках входного оголовка в следующих створах:

при  $\frac{r}{a}=0$  — на расстоянии  $(0,5 \div 0,7)$  а от входа жидкости в водосброс;

при  $\frac{r}{a} > 0$  — в районе конца закругления входного оголовка в котором согласно наших исследований [24] и данных других авторов имеет место максимальное сжатие потока и соответственно, максимальное понижение давления.

Результаты обработки данных основных экспериментов по изучению вопроса моделирования среднеквадратического отклонения пульсации давления сведены в табл. 1.

Таблица 1  
Данные экспериментов по изучению вопроса моделирования пульсации давления

Масштаб модели	Q л/с	$\omega$ см <sup>2</sup>	z см	R см	V см/с	$\frac{V^2}{2g}$	$t_{\text{входа}}$	v см <sup>2</sup> /с	Re <sub>к</sub>	$\sigma$ мм	$\frac{2g\sigma}{A^2a}$
						см					12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

при  $\frac{r}{a} = 0,0$

1:1	36,0	120	44	2,73	300	46,0	16°	0,011	75000	60,0	0,13
1:1,5	13,0	53	29,3	1,82	246	31,0	27°	0,0086	52000	40,3	0,13
1:2	6,4	30	22,0	1,36	213	23,2	30°	0,0081	35300	30,0	0,13
1:3	2,3	13	14,7	0,89	177	16,0	30°	0,0081	19500	20,5	0,128
1:4	1,1	7,5	11,0	0,68	147	11,0	30°	0,0081	12400	13,5	0,123
1:5	0,65	4,8	8,8	0,55	135	9,2	30°	0,0081	9130	10,7	0,113

при  $\frac{r}{a} = 0,5$

1:1	36,5	120	44,0	2,73	304,2	47,2	16°	0,011	75300	24,2	0,051
1:1,5	13,2	53,0	29,3	1,82	250	31,8	30°	0,0081	56000	16,2	0,051
1:2	6,5	30,0	22,0	1,36	216	23,7	30°	0,0081	36300	11,8	0,059
1:3	2,33	13	14,7	0,89	179	16,3	30°	0,0081	19660	7,3	0,048
1:4	1,12	7,5	11,0	0,68	149	11,3	30°	0,0081	12500	4,6	0,049
1:5	0,66	4,8	8,8	0,55	157	9,5	22°	0,0081	9300	3,6	0,038



при  $\frac{r}{a} = 0,925$ 

1:1	36,6	120	44	2,73	304,6	37,4	16°30	0,011	75700	1,8	0,0249
1:1,5	13,3	53	29,4	1,82	250,7	32,1	29°00	0,0081	56700	8,05	0,0251
1:2	6,53	30	22,0	1,36	217,6	24,13	30°00	0,0081	36600	6,0	0,0249
1:3	2,35	13	14,7	0,89	180,9	16,68	30°00	0,0081	19850	3,9	0,0206
1:4	1,13	7,5	11,0	0,68	150,8	11,62	28°30	0,0081	12600	2,44	0,0206
1:5	0,67	4,8	8,8	0,55	139,5	9,88	30°30	0,0081	9500	1,9	0,0193
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

при  $\frac{r}{a} = 1,5$ 

1:1	35,7	120	44,0	2,73	305,2	47,5	16°00	0,011	76000	6,2	0,0131
1:1,5	13,35	53	29,3	1,82	252,1	32,3	30°00	0,0081	56700	4,2	0,013
1:2	6,55	30	22,0	1,36	218,2	24,32	30°00	0,0081	36700	3,06	0,0126
1:3	2,36	13	14,7	0,89	181,5	16,78	31°00	0,0081	19900	1,9	0,0113
1:4	1,14	7,5	11,0	0,68	152,1	11,78	31°00	0,0081	12700	1,2	0,0101
1:5	0,68	4,8	8,8	0,55	141,65	10,2	30°00	0,0081	9600	1,0	0,009

при  $\frac{r}{a} = 2,0$ 

1:1	36,7	120	44,0	2,73	305,2	47,5	17°30	0,0105	80000	5,2	0,011
1:1,5	13,4	53	29,3	1,82	252,7	32,6	30°00	0,0081	56800	3,6	0,011
1:2	6,58	30	22,0	1,36	219,1	24,5	29°30	0,0081	36800	2,6	0,0106
1:3	2,37	13	14,7	0,89	182,2	16,92	29°30	0,0081	20000	1,6	0,0095
1:4	1,14	7,5	11,0	0,68	152,1	11,8	30°00	0,0081	12700	1,1	0,0093
1:5	0,68	4,8	8,8	0,55	141,5	10,2	30°00	0,0081	9630	0,8	0,0078

Анализ этой таблицы показывает, что при назначении нижней границы автомодельности следует учитывать не только масштаб модели, но и характер обтекания самых оголовков. Например, если при относительном радиусе очертания оголовка, равного  $\frac{r}{a} = 0$ , нижней границе автомодельности соответствует  $(Re_R)_{н.г.р.} = 20 \div 22$  тысяч, то при других значениях  $\frac{r}{a}$  она увеличивается с увеличением  $\frac{r}{a}$  и достигает следующих величин (табл. 2).

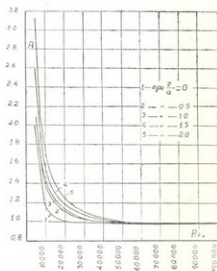
Таблица 2

$\frac{r}{a}$	0,5	1,0	1,5	2,0
$(Re_R)_{н.г.р.}$	35000	40000	45000	50000

Выше этих пределов изменения числа Рейнольдса, численные значения абсолютных величин  $\varepsilon$  изменяется пропорционально масштабу

модели, а их относительные величины  $\frac{2g\sigma}{V^2}$  с изменением масштаба модели остаются постоянными, т. е.  $\left(\frac{2g\sigma}{V^2}\right)_M = \left(\frac{2g\sigma}{V^2}\right)_H$

В свою очередь данные таблиц 1 и 2 позволяют подобрать масштаб модели входных участков с таким расчетом, чтобы изучаемое явление протекало в условиях автомодельной области сопротивления и, что для



Р и с. 2.

пересчета результатов модельных исследований на натуру можно было использовать приведенную выше расчетную формулу (2) подобия. Следует, однако заметить, что в лабораторной практике не всегда представляется возможным соблюдение указанного выше требования; в отдельных случаях масштаб модели получается меньшим, чем это требуется для соблюдения условий автомодельности. С этой целью была подробно изучена область течения с числами Рейнольдса существенно меньшими критических, что позволило построить (Рис. 2) экспериментальный расчетный график зависимости

$$A = f\left(Re_r, \frac{r}{a}\right) \quad (3)$$

масштабных поправок исследуемых величин, полученных на малых моделях. Например, согласно графика рис. 2 при  $\frac{r}{a} = 0$  и масштабе модели с числом  $Re_r = 10000$ , данные измерения амплитудных характерис-

тик следует умножить на 1,16, а при  $\frac{r}{a} = 2,0$  (но при том же  $ReR = 10000$ ) — на 1,66, и т. д.



## Литература

1. В. П. Заворуев, М. Ф. Саркисова, И. П. Иванов. Исследование пульсации давления в проточной части поворотнорыбной гидротурбины. Труды Гидропроекта, Сборник 7, 1962.
2. И. П. Левин. Моделирование гидравлических явлений. Изд-во «Энергия», 1967.
3. Л. Г. Лойцянский. О некоторых приложениях метода подобия к теории турбулентности. Прикладная математика и механика. т. II, вып. 2, 1934.
4. Л. Г. Лойцянский. Механика жидкости и газа. Гостехиздат, 1957.
5. А. Н. Патрашев. Гидромеханика, М., 1953.
6. Л. Н. Седов. Методы подобия и размерности в механике. М., 1965.
7. Д. Н. Кумин. Пульсация давления при сопряжении бьефов и связь ее с пульсацией скорости. Известия ВНИИГ, т. 62, 1959.
8. Д. Н. Кумин. Турбулентность и гашение энергии при сопряжении бьефов. Известия ВНИИГ, т. 55, 1956.
9. Д. Н. Кумин. Поверхностный водоворот гидравлического прыжка и гашение энергии. Известия ВНИИГ, т. 40, 1949.
10. Д. Н. Кумин. Гидравлический расчет крепления в нижнем бьефе водосбросов. Госэнергоиздат, 1955.
11. Д. Н. Кумин, Н. А. Преображенский, Г. А. Юдцкий. Моделирование пульсации давления на стенке напорной галереи. Известия ВНИИГ, т. 52, 1954.
12. А. С. Абелев. Моделирование пульсации суммарной гидродинамической нагрузки на плоские затворы. Известия ВНИИГ, т. 61, 1958.
13. Л. Н. Александров. Экспериментальное исследование турбулентности потока в пограничной зоне на участке внезапного бокового расширения. Известия ВНИИГ, т. 73, 1963.
14. Д. Н. Кумин, Г. А. Юдцкий. Пульсация гидродинамической нагрузки на решетку в напорной галерее. Известия, т. 54, 1954.
15. В. М. Лятхер, Н. В. Халтурина и др. Пульсация давления в точках подобия по данным измерений в натуре и на модели. Тр. Гидропроекта, сб. 10, М., 1963.
16. В. П. Букреев, О. Ф. Васильев. Моделирование пульсации давления на границе турбулентного потока. ПМТФ, № 4, 1965.
17. В. П. Букреев. Экспериментальные исследования пульсации давления в зоне гидравлического прыжка. Авт. канд. дисс., Новосибирск, 1966.
18. В. П. Букреев. Результаты экспериментального исследования пульсации давления в зоне гидравлического прыжка. Труды координационного совещания по гидротехнике, вып. 28, изд-во «Энергия», 1966.

19. О. Ф. Васильев, В. И. Букреев, Е. М. Романов. О проектировании и расчете шахтных водосборов с аэрацией потока по длине ствола. Тр. коорд. совещ. по гидротехнике, вып. VII, 1963.
20. А. А. Ивойлов. Исследование моделируемости пульсационного давления в условиях интенсивной турбулентности и аэрации потока. Известия ВНИИГ, т. 85, 1967.
21. М. С. Фолитев. Исследование кинематических и динамических характеристик потока на участке сопряжения бьефов. Гидравлика сооружений и динамика речных русел. Известия АН СССР, 1959.
22. Б. М. Чиквашивили. Расчет распределения давления на входных и поворотных участках напорных водоводов. Тр. темат. коорд. совещ. по гидравлике высоконапорных сооружений, Изд-во «Энергия», 1969.
23. Б. М. Чиквашивили. Гидравлические расчеты напорных водосборов высоких плотин. Изд-во «Энергия», 1972.
24. Б. М. Чиквашивили. Изучение закономерности распределения пульсационных характеристик актуального гидродинамического давления. Сообщения АН Груз. ССР, № 3, т. 56, 1969.
-

Г. Е. ТУГУШИ

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЕКТИВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ  
ПЛАНИРОВКЕ ОРОШАЕМЫХ ПЛОЩАДЕЙ

Задачу планировки, с математической точки зрения, можно рассматривать, как аппроксимацию существующей естественной поверхности, описываемой уравнением  $H=f(x,y)$  на проектную поверхность с уравнением  $Z=\varphi(x,y)$ . Причем подразумевается, что общий вид функции  $\varphi(x,y)$  заранее известен. Обычно за  $\varphi(x,y)$  принимается уравнение плоскости.

Объем земляного тела, слагающего планируемый участок, будет:

$$W_{\omega} = \iint_{\omega} f(x,y) dx dy, \quad (1)$$

где  $\omega$  — общая площадь, проекции планируемого поля.

С другой стороны, согласно известной теореме о среднем значении [4], можно написать

$$W_{\omega} = Z_0 \omega, \quad (2)$$

где величина  $Z_0$  находится между наибольшими и наименьшими значениями функции  $f(x,y)$  в области  $\omega$ .

Из изложенного вытекает, что

$$Z_0 = \frac{W_{\omega}}{\omega} = \frac{1}{\omega} \iint_{\omega} f(x,y) dx dy. \quad (3)$$

Для соблюдения нулевого баланса земляных работ, необходимо соблюдение условий

$$\iint_{\omega} f(x,y) dx dy = \iint_{\omega} \varphi(x,y) dx dy = W_{\omega}. \quad (4)$$

Очевидно, что во множестве тех плоскостей, которые образуют один и тот же объем земляного тела  $W_{\omega}$  над областью  $\omega$ , одна будет горизонтальной плоскостью, уравнение которой имеет вид

$$Z = \varphi(x,y) = Z_0, \quad (5)$$

а объем земляного тела, ограниченного сверху этой плоскостью

$$\iint_{\omega} \varphi(x, y) dx dy = Z_0 \iint_{\omega} dx dy = Z_0 \omega = W_0$$

Это означает, что  $Z_0$ , являющейся аппликатой указанной горизонтальной плоскости и определяется по выражению (3).

Очевидно также, что все те наклонные плоскости, которые над областью  $\omega$  образуют один и тот же объем  $W_0$ , все же будут иметь один аппликат, равный  $Z = Z_0$ .

Обозначим через  $M_0(x_0, y_0, z_0)$  точку, проходя через которую связка плоскостей дает нулевой баланс земляных работ. Уравнением такой связки будет

$$Z = \varphi(x, y) = Z_0 - I_x(x - x_0) - I_y(y - y_0). \quad (7)$$

Условие соблюдения нулевого баланса земляных работ (4), в этом случае примет вид

$$W_0 = \iint_{\omega} \varphi(x, y) dx dy = Z_0 \iint_{\omega} dx dy - I_x \iint_{\omega} (x - x_0) dx dy - I_y \iint_{\omega} (y - y_0) dx dy \quad (8)$$

Принимая во внимание равенство (6), получаем

$$I_x \iint_{\omega} (x - x_0) dx dy + I_y \iint_{\omega} (y - y_0) dx dy = 0. \quad (9)$$

Так как в общем случае  $I_x \neq 0$  и  $I_y \neq 0$  остается:

$$\iint_{\omega} (x - x_0) dx dy = 0, \quad \text{и} \quad \iint_{\omega} (y - y_0) dx dy = 0, \quad (10)$$

откуда окончательно получим

$$x_0 = \frac{\iint_{\omega} x dx dy}{\iint_{\omega} dx dy} = \frac{S_y}{\omega} \quad \text{и} \quad y_0 = \frac{\iint_{\omega} y dx dy}{\iint_{\omega} dx dy} = \frac{S_x}{\omega}, \quad (11)$$

где, как известно из механики [6],  $S_x$  и  $S_y$  являются соответственно статическими моментами площади  $\omega$  относительно осей  $ox$  и  $oy$ . И, таким образом,  $x_0$  и  $y_0$  являются координатами центра тяжести площади  $\omega$ .

Так как площадь имеет единственный центр тяжести — точку  $m_0(x_0, y_0)$  а с другой стороны  $Z_0$  определяется однозначно по выражению (3), то очевидно, что точка  $M_0(x_0, y_0, z_0)$  является единственной, через которую каждая плоскость дает нулевой баланс земляных работ.

Координаты балансовой точки в виде конечной суммы, в соответствии с выражениями (11) и (3), будут:

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \Delta \omega_i}{\sum_{i=1}^n \Delta \omega_i} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \Delta \omega_i}{\sum_{i=1}^n \Delta \omega_i} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (12)$$

$$Z_0 = \frac{\sum_{i=1}^n f(x_i, y_i) \Delta \omega_i}{\sum_{i=1}^n \Delta \omega_i} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad \left( \sum_{i=1}^n \Delta \omega_i = \omega \right), \quad (13)$$

где  $\Delta \omega_i$  — элементарная площадка (область), которой принадлежат черная отметка  $H_i = f(x_i, y_i)$  и красная отметка  $Z_i = \varphi(x_i, y_i)$ ;  $P_i = K \Delta \omega_i$  — веса отметок;  $K$  — коэффициент пропорциональности, выбираемый произвольно.

Обычно, как известно [1, 5], на проекцию планируемой площади наносится координатная сетка равных клеток, площадью  $\Delta \omega_i$  образованных створами и поперечниками, в углах которых даются отметки  $H_i$  и  $Z_i$ . В этом случае значения веса высотных точек  $(x_i, y_i)$  зависят от характера их расположения в плане. Вес внутривысотных точек, однородно расположенных в отношении к друг другу, одинаковый  $P=1$ , а периферийных и контурных точек меньше. В работе [7] выделено 9 типов точек с различными весами, при сложной конфигурации площади.

Вследствие планировки земля срезается на площади (подобласти)  $\omega^- = \omega_1^- + \omega_2^- + \dots + \omega_n^-$  и засыпается на площади  $\omega^+ = \omega_1^+ + \omega_2^+ + \dots + \omega_m^+$ . Очевидно  $\omega = \omega^- + \omega^+$ . Объемы срезки и насыпи соответственно будут равны

$$W^- = \iint_{\omega^-} [\varphi(x, y) - f(x, y)] dx dy, \quad W^+ = \iint_{\omega^+} [\varphi(x, y) - f(x, y)] dx dy. \quad (14)$$

Очевидно, при нулевом балансе будем иметь:

$$W^- + W^+ = 0, \quad -W^- = W^+, \quad |W^-| = |W^+|. \quad (15)$$

Условием минимума земляных работ будет:

$$|W^-| + |W^+| = \min, \quad \text{т. е. } |W^-| = |W^+| = \min. \quad (16)$$

или, исходя из предыдущих выражений

$$\iint_{\omega} |f(x, y) - z(x, y)| d\omega = \min.$$



ՀԱՅԿԱՅԱՍՏԱՆԻ  
ԳՐԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ  
ԱԿԱԴԵՄԻԱ

Соответствующая этому выражению конечная сумма будет

$$\sum_{i=1}^n |f(x_i, y_i) - \varphi(x_i, y_i)| \Delta \omega_i = \min, \text{ т. е. } \sum_{i=1}^n |h_i| P_i = \min, \quad (18)$$

где

$$h_i = f(x_i, y_i) - \varphi(x_i, y_i) = H_i - Z_i.$$

Эти и являются истинными условиями минимума земляных работ и, следовательно, в то же время условие минимума отклонения с учетом веса отметок. Однако в математике известно, как условие минимума модулей отклонений, выражение

$$\sum_{i=1}^n |h_i| = \min, \quad (19)$$

решить которое в общем случае очень трудно [9]. Этим и можно объяснить, что существующие аналитические методы проектирования планировки [1, 3, 5, 8] исходят, главным образом, из популярного метода наименьших квадратов [4, 9] и, естественно, не застрахованы от известных предварительных соглашений, вследствие чего неполностью выявлены функциональные свойства исследуемого объекта, в чем можно убедиться ниже.

Через центр тяжести планируемой площади в точке  $m_0(x_0, y_0)$  проводим линию  $M_1 N_1 \parallel Oy$  и  $M_2 N_2 \parallel Ox$  (рис. 1). Обозначим объемы срезки и насыпи: выше линии  $M_1 N_1$   $W_n^-$  и  $W_n^+$ , а ниже —  $W_n^-$  и  $W_n^+$ ; левее —  $M_2 N_2$   $W_3^-$  и  $W_3^+$ , а правее —  $W_n^-$  и  $W_n^+$ ,

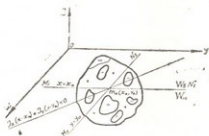


Рис. 1

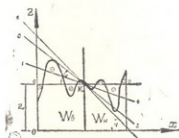


Условия нулевого баланса (15) примут вид:

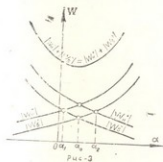
$$-W_n^- - W_n^+ = W_n^+ + W_n^+,$$

$$|W_n^-| + |W_n^-| = |W_n^+| + |W_n^+|$$

(21)



Р и с. 2



Р и с. 3

Компоненты, входящие в эти уравнения, являются функциями  $I_x$  и  $I_y$  и, вместе с тем, взаимосвязаны функционально. Увеличение одних —  $|W_n^-|$  и  $|W_n^+|$  вызывает уменьшение других —  $|W_n^+|$  и  $|W_n^-|$  и, наоборот. Задача напоминает чашки весов, из которых противоположными грузами являются  $|W_n^-|$  и  $|W_n^-|$ , с одной стороны и с другой стороны  $|W_n^+|$  и  $|W_n^+|$ . Для наглядности представим, что естественная поверхность по направлению  $ox$  имеет профиль, изображенный на рис. 2. С увеличением угла наклона проектной плоскости —  $\alpha$  увеличиваются  $|W_n^-|$  и  $|W_n^+|$ , а  $|W_n^+|$  и  $|W_n^-|$  уменьшаются. При уменьшении наблюдается обратная картина. Естественная поверхность обычно такая, что на каждый последующий градус изменения угла наклона проектной плоскости приращение или убывание функции  $|W_n^-|$ ,  $|W_n^-|$ ,  $|W_n^+|$ ,  $|W_n^+|$  происходит всё более и более интенсивно. Это означает, что исследуемые функции являются



строгими монотонными функциями, со строгими монотонными производными, как, например, экспоненциальные функции. Характерный вид этих функций показан на рис. 3. По равенству (21) следуют следующие особые моменты:

при  $|W_n^-| = |W_n^+|$ , тогда  $|W_n^-| + |W_n^+| = 2|W_n^-| = 2|W_n^+|$  (22)

при  $|W_n^+| = |W_n^-|$ , тогда  $|W_n^-| + |W_n^+| = 2|W_n^+| = 2|W_n^-|$  (23)

при  $|W_n^-| = |W_n^+|$ , тогда  $|W_n^-| = |W_n^+|$  (24)

при  $|W_n^-| = |W_n^+|$ , тогда  $|W_n^+| = |W_n^-|$  (25)

при  $|W_n^+| = |W_n^-|$ , тогда  $|W_n^-| = |W_n^+|$  (26)

при  $|W_n^-| < |W_n^+|$ , тогда  $|W_n^-| > |W_n^+|$  (27)

при  $|W_n^-| > |W_n^+|$ , тогда  $|W_n^-| < |W_n^+|$  (28)

Очевидно, что при любом значении  $\alpha$  объем земляных работ будет

$$|W(\alpha)| = |W_n^-(\alpha)| + |W_n^-(\alpha)| + |W_n^+(\alpha)| + |W_n^+(\alpha)|. \quad (29)$$

При  $\alpha = \alpha_1$ , когда  $|W_n^-| = |W_n^-|$  и  $|W_n^+| > |W_n^+|$  имеем

$$|W(\alpha_1)| = 4|W_n^-(\alpha_1)| = 4|W_n^-(\alpha_1)|. \quad (30)$$

При  $\alpha = \alpha_2$ , когда  $|W_n^+| = |W_n^+|$  и  $|W_n^-| > |W_n^-|$  имеем

$$|W(\alpha_2)| = 4|W_n^+(\alpha_2)| = 4|W_n^+(\alpha_2)| \quad (31)$$

а при  $\alpha = \alpha_0$ , когда  $|W_n^-| = |W_n^+|$  и  $|W_n^-| = |W_n^+|$ ,

$$\begin{aligned} |W(\alpha_0)| &= 2|W_n^-(\alpha_0)| + 2|W_n^-(\alpha_0)| = 2|W_n^+(\alpha_0)| + 2|W_n^+(\alpha_0)| = \\ &= 2|W_n^-(\alpha_0)| + 2|W_n^+(\alpha_0)| = 2|W_n^+(\alpha_0)| + 2|W_n^-(\alpha_0)|. \end{aligned} \quad (32)$$

Исходя из вышеприведенных зависимостей (22)-(32) и учитывая монотонность входящих в них функций и их производных, во всяком случае, можно написать:

$$|W(\alpha_1 - \Delta\alpha)| > |W(\alpha_1)| \text{ и } |W(\alpha_2 + \Delta\alpha)| > |W(\alpha_2)|, \quad (33)$$

т. е. при уменьшении  $\alpha_1$  на  $\Delta\alpha$  или при увеличении  $\alpha_2$  на  $\Delta\alpha$  приращения входящих в сумму (29) возрастающих функций, происходит более интенсивно, чем уменьшение убывающих функций. Отсюда вытекает, что функция  $|W(\alpha)|$  будет иметь минимальное значение где-то в интервале между  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ , в точке  $\alpha_2$ .

$$z_1 < z_k < z_2$$



Однако в этом же интервале непременно находится и точка, в которой выполняется условие (31), иначе не могли бы осуществляться условия (22) и (23), так как основано на свойствах веса [10]. Поэтому наиболее вероятно совпадение этих точек [2]. Если примем  $a_0 = a_k$ , тогда условие минимума земляных работ сводится к равенствам:

$$|W_{н^-}(z_0)| = |W_{н^+}(z_0)| \quad \text{или} \quad |W_{н^-}(z_0)| = |W_{н^+}(z_0)|. \quad (35)$$

Достоверность этого выражения подтверждается и численными экспериментами [7]. При этом выясняется, что эти условия содержат в себе также условия минимума высоты срезов и минимума перемещения грунта. Для иллюстрации этого представим, что профиль планируемого участка по направлению  $ox$  имеет ступенчатую форму (рис. 4). При го-

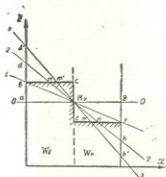


Рис. 4

ризонгальной планировке, т. е. когда проектная плоскость имеет положение 0-0, объем срезки в верхней половине будет прямоугольной призмой —  $M_0abc$ , которая засыпается в нижнюю половину и займет объем прямоугольной призмы  $M_0gfe$ . В этом случае имеем:

$$|W_{н^-}| = M_0abc, \quad |W_{н^+}| = M_0gfe, \quad |W_{н^-}| = |W_{н^+}|, \quad |W_{н^+}| = |W_{н^-}| = 0,$$

т. е. выполняются условия (26).

При положении проектной плоскости 1-1 будем иметь:

$$|W_{н^-}| = M_0bc, \quad |W_{н^+}| = M_0fe, \quad |W_{н^-}| = |W_{н^+}|, \quad |W_{н^+}| = |W_{н^-}| = 0,$$

т. е. опять выполняется (26).

Так как объем треугольных призм  $M_0bc$  и  $M_0fe$  в два раза меньше, чем объемы рассмотренных прямоугольных призм, очевидно, объем земляных работ в этом случае уменьшается в два раза.

Положение проектной плоскости 2-2 соответствует условиям (24) или (35). В этом случае в верхней половине срезывается треугольная призма



строгими монотонными функциями, со строгими монотонными производными, как, например, экспоненциальные функции. Характер этих функций показан на рис. 3. По равенству (21) следуют следующие особые моменты:

$$\text{при } |W_n^-| = |W_n^+|, \text{ тогда } |W_n^+| + |W_n^+| = 2|W_n^-| = 2|W_n^+| \quad (22)$$

$$\text{при } |W_n^+| = |W_n^+|, \text{ тогда } |W_n^-| + |W_n^-| = 2|W_n^+| = 2|W_n^+| \quad (23)$$

$$\text{при } |W_n^-| = |W_n^+|, \text{ тогда } |W_n^-| = |W_n^+| \quad (24)$$

$$\text{при } |W_n^-| = |W_n^+|, \text{ тогда } |W_n^+| = |W_n^-| \quad (25)$$

$$\text{при } |W_n^+| = |W_n^-|, \text{ тогда } |W_n^-| = |W_n^+| \quad (26)$$

$$\text{при } |W_n^-| < |W_n^+|, \text{ тогда } |W_n^-| > |W_n^+| \quad (27)$$

$$\text{при } |W_n^-| > |W_n^+|, \text{ тогда } |W_n^-| < |W_n^+| \quad (28)$$

Очевидно, что при любом значении  $\alpha$  объем земляных работ будет

$$|W(\alpha)| = |W_n^-(\alpha)| + |W_n^-(\alpha)| + |W_n^+(\alpha)| + |W_n^+(\alpha)|. \quad (29)$$

При  $\alpha = \alpha_1$ , когда  $|W_n^-| = |W_n^-|$  и  $|W_n^+| > |W_n^+|$  имеем

$$|W(\alpha_1)| = 4|W_n^-(\alpha_1)| = 4|W_n^-(\alpha_1)|. \quad (30)$$

При  $\alpha = \alpha_2$ , когда  $|W_n^+| = |W_n^+|$  и  $|W_n^-| > |W_n^-|$  имеем

$$|W(\alpha_2)| = 4|W_n^+(\alpha_2)| = 4|W_n^+(\alpha_2)| \quad (31)$$

а при  $\alpha = \alpha_0$ , когда  $|W_n^-| = |W_n^+|$  и  $|W_n^-| = |W_n^+|$ ,

$$\begin{aligned} |W(\alpha_0)| &= 2|W_n^-(\alpha_0)| + 2|W_n^-(\alpha_0)| = 2|W_n^+(\alpha_0)| + 2|W_n^+(\alpha_0)| = \\ &= 2|W_n^-(\alpha_0)| + 2|W_n^+(\alpha_0)| = 2|W_n^+(\alpha_0)| + 2|W_n^-(\alpha_0)|. \end{aligned} \quad (32)$$

Исходя из вышеприведенных зависимостей (22)-(32) и учитывая монотонность входящих в них функций и их производных, во всяком случае, можно написать:

$$|W(\alpha_1 - \Delta\alpha)| > |W(\alpha_1)| \text{ и } |W(\alpha_2 + \Delta\alpha)| > |W(\alpha_2)|, \quad (33)$$

т. е. при уменьшении  $\alpha_1$  на  $\Delta\alpha$  или при увеличении  $\alpha_2$  на  $\Delta\alpha$  приращения входящих в сумму (29) возрастающих функций, происходит более интенсивно, чем уменьшение убывающих функций. Отсюда вытекает, что функция  $|W(\alpha)|$  будет иметь минимальное значение где-то в интервале между  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ , в точке  $\alpha_2$ .

$$z_1 < z_k < z_2$$



Однако в этом же интервале непременно находится и точка, в которой выполняется условие (31), иначе не могли бы быть осуществлены условия (22) и (23), так как основано на свойствах веса [10]. Поэтому наиболее вероятно совпадение этих точек [2]. Если примем  $a_0 = a_k$ , тогда условие минимума земляных работ сводится к равенствам:

$$|W_n^-(z_0)| = |W_n^+(z_0)| \quad \text{или} \quad |W_n^-(z_0)| = |W_n^+(z_0)|. \quad (35)$$

Достоверность этого выражения подтверждается и численными экспериментами [7]. При этом выясняется, что эти условия содержат в себе также условия минимума высоты срезок и минимума перемещения грунта. Для иллюстрации этого представим, что профиль планируемого участка по направлению  $ox$  имеет ступенчатую форму (рис. 4). При го-

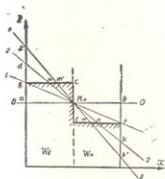


Рис. 4

ризонгальной планировке, т. е. когда проектная плоскость имеет положение 0-0, объем срезки в верхней половине будет прямоугольной призмой —  $M_0abc$ , которая засыпается в нижнюю половину и займет объем прямоугольной призмы  $M_0gfe$ . В этом случае имеем:

$$|W_n^-| = M_0abc, \quad |W_n^+| = M_0gfe, \quad |W_n^-| = |W_n^+|, \quad |W_n^-| = |W_n^+| = 0,$$

т. е. выполняются условия (26).

При положении проектной плоскости 1-1 будем иметь:

$$|W_n^-| = M_0bc, \quad |W_n^+| = M_0fe, \quad |W_n^-| = |W_n^+|, \quad |W_n^-| = |W_n^+| = 0,$$

т. е. опять выполняется (26).

Так как объем треугольных призм  $M_0bc$  и  $M_0fe$  в два раза меньше, чем объемы рассмотренных прямоугольных призм, очевидно, объем земляных работ в этом случае уменьшается в два раза.

Положение проектной плоскости 2-2 соответствует условиям (24) или (35). В этом случае в верхней половине срезывается треугольная призма



строгими монотонными функциями, со строгими монотонными производными, как, например, экспоненциальные функции. Характер изменения этих функций показан на рис. 3. По равенству (21) следует выделить следующие особые моменты:

$$\text{при } |W_n^-| = |W_n^+|, \text{ тогда } |W_n^+| + |W_n^-| = 2|W_n^-| = 2|W_n^+| \quad (22)$$

$$\text{при } |W_n^+| = |W_n^-|, \text{ тогда } |W_n^-| + |W_n^+| = 2|W_n^+| = 2|W_n^-| \quad (23)$$

$$\text{при } |W_n^-| = |W_n^+|, \text{ тогда } |W_n^-| = |W_n^+| \quad (24)$$

$$\text{при } |W_n^-| = |W_n^+|, \text{ тогда } |W_n^+| = |W_n^-| \quad (25)$$

$$\text{при } |W_n^+| = |W_n^-|, \text{ тогда } |W_n^-| = |W_n^+| \quad (26)$$

$$\text{при } |W_n^-| < |W_n^+|, \text{ тогда } |W_n^-| > |W_n^+| \quad (27)$$

$$\text{при } |W_n^-| > |W_n^+|, \text{ тогда } |W_n^-| < |W_n^+| \quad (28)$$

Очевидно, что при любом значении  $\alpha$  объем земляных работ будет

$$|W(\alpha)| = |W_n^-(\alpha)| + |W_n^-(\alpha)| + |W_n^+(\alpha)| + |W_n^+(\alpha)|. \quad (29)$$

При  $\alpha = \alpha_1$ , когда  $|W_n^-| = |W_n^-|$  и  $|W_n^+| > |W_n^+|$  имеем

$$|W(\alpha_1)| = 4|W_n^-(\alpha_1)| = 4|W_n^-(\alpha_1)|. \quad (30)$$

При  $\alpha = \alpha_2$ , когда  $|W_n^+| = |W_n^+|$  и  $|W_n^-| > |W_n^-|$  имеем

$$|W(\alpha_2)| = 4|W_n^+(\alpha_2)| = 4|W_n^+(\alpha_2)| \quad (31)$$

а при  $\alpha = \alpha_0$ , когда  $|W_n^-| = |W_n^+|$  и  $|W_n^-| = |W_n^+|$ ,

$$\begin{aligned} |W(\alpha_0)| &= 2|W_n^-(\alpha_0)| + 2|W_n^-(\alpha_0)| = 2|W_n^+(\alpha_0)| + 2|W_n^+(\alpha_0)| = \\ &= 2|W_n^-(\alpha_0)| + 2|W_n^+(\alpha_0)| = 2|W_n^+(\alpha_0)| + 2|W_n^-(\alpha_0)|. \end{aligned} \quad (32)$$

Исходя из вышеприведенных зависимостей (22)-(32) и учитывая монотонность входящих в них функций и их производных, во всяком случае, можно написать:

$$|W(\alpha_1 - \Delta\alpha)| > |W(\alpha_1)| \text{ и } |W(\alpha_2 + \Delta\alpha)| > |W(\alpha_2)|, \quad (33)$$

т. е. при уменьшении  $\alpha_1$  на  $\Delta\alpha$  или при увеличении  $\alpha_2$  на  $\Delta\alpha$  приращения входящих в сумму (29) возрастающих функций, происходит более интенсивно, чем уменьшение убывающих функций. Отсюда вытекает, что функция  $|W(\alpha)|$  будет иметь минимальное значение где-то в интервале между  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ , в точке  $\alpha_0$ .

$$z_1 < z_k < z_2$$



Однако в этом же интервале непрерывно находится  $z_k$ , поэтому выполняется условие (31), иначе не могли бы осуществляться условия (22) и (23), так как основано на свойствах веса [10]. Поэтому наиболее вероятно совпадение этих точек [2]. Если примем  $a_0 \approx a_k$ , тогда условие минимума земляных работ сводится к равенствам:

$$|W_n^-(z_0)| = |W_n^+(z_0)| \quad \text{или} \quad |W_n^-(z_0)| = |W_n^+(z_0)|. \quad (35)$$

Достоверность этого выражения подтверждается и численными экспериментами [7]. При этом выясняется, что эти условия содержат в себе также условия минимума высоты срезок и минимума перемещения грунта. Для иллюстрации этого представим, что профиль планируемого участка по направлению  $ox$  имеет ступенчатую форму (рис. 4). При го-

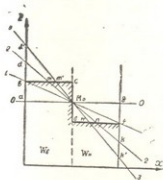


Рис. 4

ризонгальной планировке, т. е. когда проектная плоскость имеет положение 0-0, объем срезки в верхней половине будет прямоугольной призмой —  $M_0abc$ , которая засыпается в нижнюю половину и займет объем прямоугольной призмы  $M_0gfe$ . В этом случае имеем:

$$|W_n^-| = M_0abc, \quad |W_n^+| = M_0gfe, \quad |W_n^-| = |W_n^+|, \quad |W_n^+| = |W_n^-| = 0,$$

т. е. выполняются условия (26).

При положении проектной плоскости 1-1 будем иметь:

$$|W_n^-| = M_0bc, \quad |W_n^+| = M_0fe, \quad |W_n^-| = |W_n^+|, \quad |W_n^+| = |W_n^-| = 0,$$

т. е. опять выполняется (26).

Так как объем треугольных призм  $M_0bc$  и  $M_0fe$  в два раза меньше, чем объемы рассмотренных прямоугольных призм, очевидно, объем земляных работ в этом случае уменьшается в два раза.

Положение проектной плоскости 2-2 соответствует условиям (24) или (35). В этом случае в верхней половине срезывается треугольная призма



$M_0mc$ , которая засыпается тут же на месте треугольной призмы  $mvd$ , а в нижней половине срезывается треугольная призма  $nfk$ , которая засыпается на место  $neM_0$ , т. е. имеем:

$$|W_n^-| = M_0mc, \quad |W_n^+| = mvd, \quad |W_n^-| = nfk, \quad |W_n^+| = neM_0$$

$$|W_n^-| = |W_n^+|, \quad |W_n^-| = |W_n^+|, \text{ а также } |W_n^-| = |W_n^-|,$$

$$|W_n^+| = |W_n^+|;$$

т. е. одновременно выполняются и условия (22) и (23).

По сравнению с предыдущей, в этом случае объем земляных работ, правда, не уменьшается, но частота высоких срезов при двух маленьких треугольных призмах  $M_0mc$  и  $nfk$  будет меньше, чем при одной большой призме  $M_0bc$ . Вместе с тем, расстояния перемещения грунта значительно уменьшаются.

При положении проектной плоскости 3-3 имеем:

$$|W_n^-| = M_0m'e, \quad |W_n^+| = m'vd', \quad |W_n^-| = n'fk', \quad |W_n^+| = M_0n'e,$$

$$|W_n^-| = |W_n^+|, \quad |W_n^+| = |W_n^-|. \quad |W_n^-| < |W_n^+|, \quad |W_n^-| > |W_n^+|$$

т. е. выполняются условия (26) и (27). Наглядно видно, что в таких условиях объем земляных работ резко увеличивается по сравнению с условиями (35).

В приведенных примерах рассматриваются однородные поверхности по поперечному направлению, что не меняет общей картины явления. Аналогичным рассуждением для поперечного направления получим:

$$|W_x^-(\beta_0)| = |W_x^+(\beta_0)| \text{ или } |W_n^-(\beta_0)| = |W_n^+(\beta_0)| \quad (36)$$

Проектную плоскость, установленную при соблюдении условий (35) и (36), по нашему мнению, можно назвать рациональной плоскостью, т. к. в месте минимума земляных работ, в определенной степени выполняются также требования минимума высоты срезов и перемещения грунта.

Из условий (35), в частности, вытекает

$$\iint_{\omega_B} f(x, y) d\omega = \iint_{\omega_B} \varphi(x, y) d\omega, \quad (37)$$

где  $\omega_B$  — верхняя часть планируемого участка.

Если для упрощения выкладки примем

$$\varphi(x, y) = Z_0 - I_x(x - x_0), \quad (I_y = 0), \quad (38)$$

из этих уравнений непосредственно получается



$$I_x = -\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{Z_0 \iint_{\omega_B} d\omega - \iint_{\omega_B} f(x, y) d\omega}{\iint_{\omega_B} (x - x_0) d\omega}.$$

Соответствующая этому выражению интегральная сумма будет

$$I_x = -\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Z_0 \Delta \omega_i - \sum_{i=1}^n H_i \Delta \omega_i}{\sum_{i=1}^n (x_i - x_0) \Delta \omega_i} = \frac{\sum_{i=1}^n (Z_0 - H_i) P_i}{\sum_{i=1}^n (x_i - x_0) P_i}, \quad (40)$$

когда  $\Delta \omega_i, P_i, H_i, x_i \in [\omega_n]$ .

При рассмотрении нижней части участка —  $\omega_n$ , получим

$$I_x = -\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sum_{i=1}^n (Z_0 - H_i) \Delta \omega_i}{\sum_{i=1}^n (x_i - x_0) \Delta \omega_i} = \frac{\sum_{i=1}^n (Z_0 - H_i) P_i}{\sum_{i=1}^n (x_i - x_0) P_i}, \quad (41)$$

где  $\Delta \omega_i, P_i, H_i, x_i \in [\omega_n]$

Аналогично получается и выражение  $I_y$

$$I_y = -\operatorname{tg} \beta_0 = \frac{\sum_{i=1}^n (Z_0 - H_i) \Delta \omega_i}{\sum_{i=1}^n (y_i - y_0) \Delta \omega_i} = \frac{\sum_{i=1}^n (Z_0 - H_i) P_i}{\sum_{i=1}^n (y_i - y_0) P_i}, \quad (42)$$

Когда  $\Delta \omega_i, P_i, H_i, x_i \in [\omega_x]$  или  $\Delta \omega_i, P_i, H_i, x_i \in [\omega_n]$ , где  $\omega_x$  и  $\omega_n$  — левая и правая часть участка.

Обратим внимание на то, что выражение  $I_x \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - x_0) \Delta \omega_i$ ,

представляет объем трехгранной призмы, одной гранью которой является проектная плоскость, второй гранью — горизонтальная плоскость,

проходящая в точке  $M_0(x_0, y_0, z_0)$ , третьей гранью—вертикальная плоскость, воздвигнутая на границе участка. Объем таких призм можно выразить более простыми выражениями

$$I_x \sum_{i=1}^n (x_i - x_0) \Delta \omega_i = \frac{1}{2} x_0^2 \sin \tilde{\chi} y I_x B_1 = \frac{1}{2} (L - x_0)^2 \sin \tilde{\chi} y I_x B_2 \quad (43)$$

где:  $B_1$  — средняя ширина  $\omega_n$ ,  $B_2$  — то же самое для  $\omega_{II}$ ,  $L$  — средняя длина планируемой площади,  $\tilde{\chi} y$  — угол между осями  $ox$  и  $oy$ .

После такого упрощения выражение  $I_x$  примет вид:

$$I_x = \frac{Z_0 \sum_{i=1}^n \Delta \omega_i - \sum_{i=1}^n H_i \Delta \omega_i}{0,5 x_0^2 \sin \tilde{\chi} y B_1} = \frac{Z_0 \sum_{i=1}^n \Delta \omega_i - \sum_{i=1}^n H_i \Delta \omega_i}{0,5 (L - x_0)^2 \sin \tilde{\chi} y B_2} \quad (44)$$

Когда  $\Delta \omega_i, P_j, H_i, x_i \in [\omega_n]$  или  $\in [\omega_{II}]$ .

Аналогично получим выражение и для  $I_y$

$$I_y = \frac{Z_0 \sum_{i=1}^n \Delta \omega_i - \sum_{i=1}^n H_i \Delta \omega_i}{0,5 y_0^2 \sin \tilde{\chi} y L_1} = \frac{Z_0 \sum_{i=1}^n \Delta \omega_i - \sum_{i=1}^n H_i \Delta \omega_i}{0,5 (B - y_0)^2 \sin \tilde{\chi} y L_2} \quad (45)$$

где:  $L_1$  и  $L_2$  — средняя длина левой и правой частей участка.

Если  $B_1 = B_2 = B$ ,  $L_1 = L_2 = L$ ,  $x_0 = \frac{L}{2}$ ,  $y_0 = \frac{B}{2}$ ,  $\sin \tilde{\chi} y = 1$ , тогда:

$$I_x = \frac{Z_0 \sum_{i=1}^n \Delta \omega_i - \sum_{i=1}^n H_i \Delta \omega_i}{0,125 L^2 B} \quad (46)$$

когда  $\Delta \omega_j, P_j, H_j, x_j \in [\omega_n]$  или  $\in [\omega_{II}]$

$$I_y = \frac{Z_0 \sum_{i=1}^n \Delta \omega_i - \sum_{i=1}^n H_i \Delta \omega_i}{0,125 B^2 L} \quad (47)$$

когда  $\Delta\omega_j, P_j, H_j, x_j$   $[\omega_a]$  или  $\in [\omega_a]$



Заслуживает внимание то, что для определения  $I_x$  и  $I_y$  достаточно по провести расчет только на половине площади, в результате чего почти в два раза уменьшаются вычислительные работы, которые и так просты и удобны даже для ручного расчета.

Определив балансовую точку  $M_0(x_0, y_0, z_0)$  и уклоны  $I_x$  и  $I_y$ , получаем уравнение проектной плоскости (7). Затем, придавая значения  $x=x_j, y=y_j$ , определяются красные отметки  $Z_j$  по тем высотным точкам, для которых даны черные отметки  $H_j=f(x_j, y_j)$  и, следовательно, высоты  $h_j=Z_j-H_j$ , положительные значения которых выражают насыпи  $h_j^+$ , а отрицательные значения срезки  $h_j^-$ .

Общие объемы срезки и насыпи можно определить по формулам

$$W^- = \sum_{i=1}^n h_i^- \Delta\omega_i = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^n h_i^- P_i, \quad \Delta\omega_i, P_i, h_i^- \in [\omega^-] \quad (48)$$

$$W^+ = \sum_{i=1}^n h_i^+ \Delta\omega_i = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^n h_i^+ P_i, \quad \Delta\omega_i, P_i, h_i^+ \in [\omega^+]. \quad (49)$$

Если требуется соблюдение определенного соотношения  $\lambda > 1$  между объемами срезки и насыпи, установленную проектную плоскость следует переместить вниз параллельно себе на высоту

$$\Delta Z = \frac{\lambda |W^+| - |W^-|}{\lambda \omega^- + \omega^+} \quad (50)$$

Проектную поверхность следует оценить с агрономической и мелиоративной точек зрения и, в случае необходимости, внести коррективы.

На основе всего изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Применением теории кратных интегралов подтверждается, что существует единственная точка  $M_0(x_0, y_0, z_0)$ , по которой проходящая связка плоскостей дает нулевой баланс земляных работ. Дается способ определения координат этой точки (12), (13).

2. На основе той же теории сформулированы истинные условия минимума земляных работ и минимума отклонений (16), (17), (18).

3. На основе исследования функциональных свойств изменения объемов земляных тел при планировке, найдены простые способы определения рациональной проектной плоскости (40)—(42), (44—47), при которой удовлетворяются как условия минимума земляных работ, так и требования минимума высоты срезок и перемещение грунта.

4. Предложен способ определения объемов земляных работ (48, 49) и проектных отметок при заданном соотношении объемов среза и насыпи (50).

36136320  
303201101333

### Л и т е р а т у р а

1. П. Т. Видуев, В. П. Гржибовский. Геодезическое проектирование вертикальной планировки. Изд-во «Недра», М., 1964.
2. Н. П. Воробьев. Числа фибонеччи. Изд-во «Наука», М., 1969.
3. И. А. Дзядевич. Экономика строительной планировки. Журн. «Гидротехника и мелиорация», № 9, 1975.
4. Г. Корн, Т. Корн. Справочник по математике. Изд-во «Наука», М., 1970.
5. Л. П. Нестеренко. Проектирование планировки участков, орошаемых по длинным бороздам, с применением ЭВМ. Журн. «Гидротехника и мелиорация», № 3, 1969.
6. С. М. Тарг. Краткий курс теоретической механики. Изд-во «Наука», М., 1968.
7. Г. Е. Тугуши. К вопросу планировки орошаемых площадей. Тр. Груз. СХН, т. LXXVIII—LXXIX, Тб., 1970.
8. Г. Е. Тугуши. О некоторых методах проектирования планировки полей. Материалы межвузовской науч. конф. закавказских сельхозвузов. Кировабад, 1969.
9. Б. М. Шиголов. Математическая обработка наблюдений. Физматгиз, М., 1962.
10. А. Эмпахер. Сила аналогии, изд-во «Мир», М., 1965.

Д. С. ЦИКЛАУРИ

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТЕРА РОТАЦИОННОГО ТИПА В ЛАБОРАТОРНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Новая конструкция гидравлического транспортера ротационного типа, предназначенная для транспортирования вязких технологических жидкостей с примесью фруктов (яблоки, персики, сливы и др.) во взвешенном состоянии, может найти применение на винодельческих и пищевых предприятиях. Для конструктивного усовершенствования, установления оптимальных размеров основных узлов, границ эффективной работы и получения метода гидравлического расчета предлагаемого гидротранспортера, разработаны теоретические основы и получены расчетные зависимости и формулы, которые были проверены экспериментально в лабораторно-натурных условиях с целью их уточнения и рекомендации в практических приложениях. Эта часть исследований выполнена на модели гидравлического транспортера лабораторно-производственного образца.

Модель гидротранспортера ротационного типа изображена на рис. 1. Она состоит из двух спиральных труб 1 с несколькими витками: два конца этих труб представляет собой оголовки 2 гидротранспортера, че-

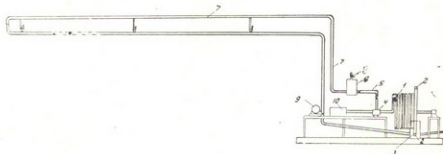


Рис. 1. Модельная установка гидротранспортера ротационного типа.

рез которые осуществляется забор технологической жидкости (сока) из сливного-запасного резервуара 3, т. е. прием жидкости в спиральную трубу 1. Вторые концы спиральных труб помещены в сальник 4, который с помощью короткой трубы 5 соединяется с воздушным колпаком 6.

От воздушного колпака 6 отходят рабочая (сокоподъемная) труба 7 и воздушная труба 8 с задвижкой. Сокоподъемная труба, т. е. рабочая линия трубопровода 7 вначале поднимается вертикально, а затем направляется горизонтально и тянется на определенном расстоянии и на конечном участке поворачивается, располагается с незначительным уклоном и соединяется со сливным резервуаром 3.

Спиральные трубы приводятся во вращение с помощью электромотора 9, а регулирование числа оборотов спиральных труб осуществляется с помощью коробки скоростей 10 (редуктором).

Принцип работы гидротранспортера ротационного типа состоит в следующем: спиральные трубы 1 приводятся во вращательное движение электромотором; при этом оголовки 2 спиральных труб попеременно опускаются в жидкость или сообщаются с воздухом и поэтому в спиральные трубы попеременно попадают определенное количество жидкости и воздуха.

Благодаря вращательному движению спиральных труб, жидкость и воздух постепенно проталкиваются из одного витка трубы в другой, а затем выжимаются через сальник 4 и короткой трубы 5 в воздушный колпак 6.

Давление, достигаемое в концах спиральных труб, зависит от числа витков  $n$  и диаметра  $D$ , поскольку каждый отдельный виток частично заполнен жидкостью и разность давлений в коленах витков складывается. Поэтому воздух, поступающий в воздушный колпак 6 вместе с жидкостью будет максимально сжат.

В колпаке 6 сжатый воздух отделяется от жидкости, а жидкость под действием этого же сжатого воздуха выжимается в рабочую трубу 7.

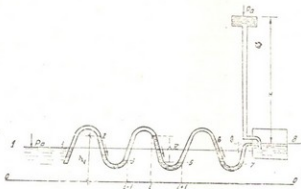


Рис. 2. Развернутая схема гидротранспортера ротационного типа.

В воздушном колпаке 6 устроен поплавковый клапан для регулирования равномерной подачи жидкости в рабочую трубу 7 и сохранения постоянного давления сжатого воздуха в колпаке.

Рассмотрим развернутую схему гидротранспортера (рис. 2). Напишем уравнение Бернулли для каких-либо двух точек  $i$  и  $i+1$ , принадлежащих границам отсека, перемешающегося в спиральной трубе гидротранспортера при ее вращении вокруг горизонтальной оси [1]:

$$\frac{P_i}{\gamma} + h_{\text{ки},i} + Z_i = \frac{P_{i+1}}{\gamma} + Z_{i+1} + h_{\text{ки},i+1} + \varphi h_{\text{ки}} \quad (1)$$

Здесь через  $h_{\text{ки}}$  обозначен скоростной напор, относящийся к скорости протекания жидкости в данном отсеке,  $\varphi$  — коэффициент сопротивления, очевидно, связанный с элементарной длиной отсека и с его сечением (рис. 2).

Если считать, что величина скорости течения  $v$  и коэффициент сопротивления  $\varphi$  для всех отсеков спиральной трубы одинаковы (что допускаем приближенно) [2], тогда после суммирования выражений, подобных (1) для узлов от 1 (уровень нижнего бьефа) до 8 (уровень в воздушном колпаке), уравнение энергии будет иметь вид:

$$\frac{\sum_{2n-1}^7 P_{2n-1}}{\gamma} + nh'_{\text{ки}} + \sum_{2n-1}^7 Z = \frac{\sum_{2n}^8 P_{2n}}{\gamma} + nh''_{\text{ки}} + \sum_{2n}^8 Z + nh_{\text{ки}}\varphi \quad (2)$$

где  $n$  — число витков спиральной трубы;

$Z$  — геометрическая высота от плоскости сравнения 0—0.

Если допустим, что  $P_{1-1} = P_1$ , т. е.  $P_1 = P_2$ ,  $P_3 = P_4$  и т. д., а также  $Z_1 = \dots = Z_{i-1} = \Delta Z_i$ , то можно получить следующее выражение для определения действующего (нетто) напора гидротранспортера:

$$H = \sum_1^n \Delta Z - h_{\text{ки}} n (\varphi - 1). \quad (3)$$

В сумму  $\sum_1^n \Delta Z$  входят перепады в пределах спиральной трубы (рис. 2).

В данном выражении перепад  $\Delta Z$  для всех витков спиральной трубы принят постоянным, что не совсем точно.

В витках спиральной трубы, т. е. на криволинейном участке перепада по направлению движения отсеков жидкости постепенно будет уменьшаться, поскольку каждый виток частично заполнен жидкостью. Разность давлений в коленах витков складываются, и воздух постепенно будет сжиматься и уменьшаться в объеме.

Если перепад в начальном витке выразить в долях диаметра т. е.

$$\Delta Z_1 = KD, \quad (4)$$

тогда перепад в следующем витке будет несколько меньше первого. При этом высота уменьшения перепада  $\Delta h$  во всех витках будет одна и та же. Величина  $k$  зависит от глубины погружения оголовка спиральной трубы в жидкости и гидравлических условий движения жидкости в спиральной трубе.

Если известна высота уменьшения перепада  $\Delta h$ , тогда величину перепада в любом витке можно определить так:

$$\Delta Z_n = \Delta Z_1 - \Delta h(n-1). \quad (5)$$

Пропускная способность гидротранспортера ротационного типа зависит от глубины погружения оголовка спиральной трубы, ее диаметра  $d$ , диаметра витка  $D$  и числа оборотов  $n_s$ .

Производительность гидротранспортера можно определить по следующей формуле [3]:

$$Q = \frac{(W - W')n_s}{60} = \frac{\pi^2 d^2 D n_s}{240} \left(1 - \frac{z^0}{360}\right), \quad (6)$$

где  $W$  — емкость одного витка спиральной трубы,  
 $W'$  — объем части витка, заполненной воздухом;

$z^0 = \frac{360 a}{D}$  — центральный угол, зависящий от глубины погружения

оголовка ( $a$ ) в жидкость.

Для определения рабочих характеристик  $N = f(n_s)$  и  $\eta = \varphi(n_s)$  потребовалось провести опыты при пропуске через стеклянные трубы ( $d = 50$  мм) технологических жидкостей (томатного напитка, персикового сока с мякотью и яблочного сока), с целью уточнения расчетных зависимостей и их пригодности при обработке экспериментального материала.

Решение такой задачи потребовало опытного определения коэффициента гидравлического сопротивления  $\lambda$  для перечисленных технологических жидкостей.

Основной целью экспериментов явилось: установление границ оптимальной работы гидравлического транспортера ротационного типа.



определение зависимостей между числом оборотов спиральной трубы, производительностью и К. П. Д. гидротранспортера ротационного типа.

При определении численного значения коэффициента  $\lambda$  использована формула Дарси-Вейсбаха:

$$\lambda = \frac{h_{\text{пот}} 2gd}{l v^3} \quad (7)$$

Результаты экспериментов (проведенных на трубопроводе  $d=50$  мм и  $l=19$  м) по определению численных значений коэффициента  $\lambda$  для технологических жидкостей, приведены в табл. 1 на рис. 3, а рабочих параметров гидротранспортера — в табличной форме (табл. 2).

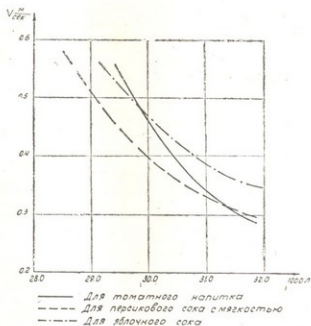


Рис. 3. Кривые для определения коэффициента  $\lambda$  (для технологических жидкостей) по опытным данным.

Экспериментальное исследование работы гидравлического транспортера ротационного типа дает основание заключить, что предлагаемая гидроустановка является вполне надежной и устойчивой гидравлической машиной, обладающей высоким К. П. Д.

Эксперименты показали, что применение предлагаемого гидротранспортера в консервной и пищевой промышленности для транспортирования и распределения технологических жидкостей, а также и дру-

гих продуктов, находящихся во взвешенном состоянии в жидкости, дает значительный эффект, оправдывает себя в эксплуатационных условиях.

Теоретические формулы и зависимости для гидравлического расчета гидротранспортера и определения его рабочих параметров могут быть рекомендованы для практического применения.

Таблица 1  
 Определение коэффициента  $\lambda$  для стеклянных труб  $d=50$  мм по опытным данным при транспортировании технологических жидкостей

№ №	Диаметр трубопровода $d$ , мм	Длина опытного участка $l$ , м	Расход жидкости $Q$ л/сек	Скорость течения жидкости $v$ м/сек	Показания манометров		Потери напора $H_2-H_3$ м	Коэффициент гидравлического трения $1000 \lambda$
					$N_2$ м	$N_3$ м		
I. Томатный напиток (первая серия опытов)								
1	50	19,0	0,56	0,29	0,084	0,033	0,051	31,6
2	50	19,0	0,78	0,39	0,12	0,04	0,08	27,6
3	50	19,0	0,88	0,45	0,15	0,047	0,103	26,3
4	50	19,0	0,97	0,50	0,19	0,066	0,124	25,4
II. Периковый сок с мякотью								
1	50	19,0	0,60	0,31	0,09	0,019	0,061	32,7
2	50	19,0	0,76	0,36	0,11	0,02	0,089	31,6
3	50	19,0	0,85	0,43	0,14	0,03	0,11	31,3
4	50	19,0	1,10	0,56	0,21	0,04	0,17	30,5
III. Яблочный сок (третья серия опытов)								
1	50	19,0	0,63	0,35	0,10	0,02	0,08	32,0
2	50	19,0	0,72	0,38	0,13	0,04	0,09	31,0
3	50	19,0	0,91	0,47	0,16	0,055	0,105	29,9
4	50	19,0	1,0	0,51	0,19	0,07	0,123	29,6

Таблица 2

№№	Число оборотов спиральной трубы $n_s$ об/мин	Производительность гидротранспортера $Q$ л/сек	Геометрическая высота подъема жидкости $H_{geom}$ м	Действующий напор гидротранспортера $H$ , м	Полезная мощность гидротранспортера $N_{пол}$ кгм/сек	Рабочая мощность гидротранспортера $N_{раб}$ кгм/сек	Общий к.п.д. гидротран. %
I. Томатный напиток (первая серия опытов)							
1	25	0,56	4,0	4,9	2,2	2,8	0,78
2	30	0,78	4,0	6,1	3,2	4,7	0,74
3	35	0,72	4,0	5,4	2,92	4,3	0,66

II. Персиковый сок с мякотью (вторая серия опытов)

1	25	0,60	4,0	5,35	2,52	3,95	0,64
2	30	0,76	4,0	5,86	3,22	4,7	0,69
3	35	0,68	4,0	5,48	2,80	4,44	0,63

III. Яблочный сок (третья серия опытов)

1	25	0,68	4,0	5,5	2,7	3,95	0,69
2	30	0,82	4,0	5,70	3,42	4,8	0,72
3	35	0,70	4,0	5,62	2,92	4,15	0,68

Из приведенного опытного материала и экспериментальных данных можно заключить, что оптимальные границы работы гидротранспортера соответствуют числу оборотов  $n_s \leq 30$  об/мин, при колебании уровня в сливном резервуаре  $0,0 \div 6$  см, при этом коэффициент  $K$  0,76—0,8, уменьшение высоты перепада  $\Delta h = 5 \div 6$  см и К. П. Д. гидроустановки  $\eta = 0,7 \div 0,75$ . Следовательно, приведенные рабочие параметры определяют расчетный (нормальный) режим работы гидравлического транспортера ротационного типа.

### Л и т е р а т у р а

1. Д. С. Циклаури. Гидравлическая теория столбового движения воды и воздуха в вертикальной трубе. Труды ЦКТИ, выпуск 59, 1965.
2. Г. Уоллис. Одномерные двухфазные течения. М., 1972.
3. Д. С. Циклаури. Ротационный водоподъемник. Бюллетень научно-технической информации, № 4, 1962.



3. სიზინავა, ა. ხუციანთაძე

**წყლის აღრიცხვის საკითხი შიდასამეურნეო სარწყავ ქსელში**

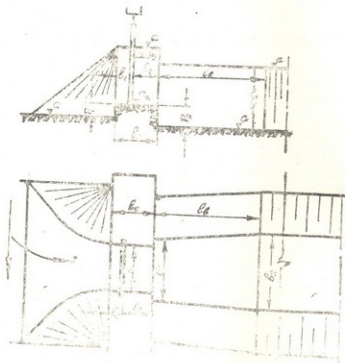
სარწყავი წყლის სისტემატური და მეცრი აღრიცხვა წარმოადგენს მისი მიზნობრივად და ეკონომიურად გამოყენების ერთ-ერთ ძირითად პირობას. წყლის აღრიცხვა შიდასამეურნეო სარწყავი ქსელის ყველა რგოლში (წყლის აღების კვანძებზე, წყალგამყოფ წერტილებსა და შიდასამეურნეო არხებზე) უზრუნველყოფს შიდასამეურნეო წყლით სარგებლობის გეგმის ცხოვრებაში გატარებას. სარწყავი წყლის რაციონალურად გამოყენებას, მის სწორად განაწილებას, და, რაც მთავარია, სტიმულირდება შიდასამეურნეო ქსელში შრომის ანაზღაურება მორწყვაზე და სხვა სახის საექსპლუატაციო სამუშაოები.

წყლის აღრიცხვა შიდასამეურნეო სარწყავ ქსელში ძირითადად წარმოებს ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა საშუალებით. ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა ჰიდრაულიკური გამოყენების (ტარიების) მეტოდი მდგომარეობს არსებული ჰიდროტექნიკური ნაგებობის (წყალგამყოფის) ტიპისა და წყლის გადინების სახის დადგენაში, მისი საკონტროლო გაზომვების ჩატარებაში, საანგარიშო ფორმულის შერჩევასა და ცხრილის შედგენაში. თეორიული გაანგარიშების საფუძველზე შედგენილი ცხრილები საგრძნობლად გაუადვილებს ჰიდრომეტრებს წყლის ხარჯის ყოველდღიური აღრიცხვის საკითხს შიდასამეურნეო სარწყავ ქსელში, და თუ მათ მიერ სწორად იქნა დადგენილი ნაგებობის ტიპი და წყლის გადინების სახე, შესაძლებელია, რომ მინიმუმამდე დავეყვანოთ საცელე სამუშაოები წყლის ხარჯის განსაზღვრაზე და დავეკრდეთ მხოლოდ კოეფიციენტების შემოწმებას.

წყლის ხარჯის სწორად განსაზღვრისათვის საჭიროა შემდეგი სახის სამუშაოების ჩატარება: ადგილზე ნაგებობის ტიპისა და წყლის გადინების სახის დადგენა; ხარჯის საანგარიშო ფორმულის შერჩევა და კოეფიციენტების რიცხობრივი მაჩვენებლების დადგენა; საკონტროლო გაზომვების ჩატარება შერჩეული ფორმულისა და კოეფიციენტების რიცხობრივი მაჩვენებლების დასაზუსტებლად; საანგარიშო ფორმულის საბოლოოდ შემოწმება და წყლის ხარჯის საანგარიშო ცხრილის შედგენა; სააღრიცხვო მოწყობილობების დაყენება წყლის ხარჯის განსაზღვრისათვის და სხვა.

ყველა ზემოთ ჩამოთვლილ სამუშაოთა ჩატარებისათვის აუცილებელია ადგილზე ნაგებობის დათვალიერება, მისი ტიპისა და წყლის გადინების სახის და

დგენა, ამისათვის უნდა ვიხელმძღვანელოთ შესაბამისი სქემებითა და კლასი-  
ფიკაციით და თუ ნაგებობა აკმაყოფილებს ყველა იმ მოთხოვნას, რომელიც  
ტექნიკური პასპორტისათვის არის წაყენებული, მაშინ ადგენენ სქემას, რომელიც  
თუ ნაგებობის სქემატურ გეგმას ზომების მეტრებში ჩვენებით. გეგმის შედ-  
გენის დროს ზუსტად უნდა განისაზღვროს რეგულატორის წყლის გადი-  
ნების განი —  $b$ , ზღურბლის ნიშნული —  $a_6$ , ფარის აწევის სიმაღლე —  $a_7$  (ნახ. 1).



ნახ. 1. წალგამყოფის სქემა.

წყლის გადინების სახის და ნაგებობის ტიპის მიხედვით ნიშნავენ ადგილს,  
თუ სად უნდა იყოს დაყენებული ლარტყები და სად გაიზომოს ზღურბლის განი  
და სიმაღლე.

წალგამყოფი ნაგებობის განიველირების დროს დროებით რეპერად (R)  
შეიძლება გამოვიყენოთ „II“-ს მაგვარი ჩარჩოს თავი ან რომელიმე მუდმივი  
წერტილი ნაგებობაზე.

მას შემდეგ, როცა დადგენილი იქნება ნაგებობის ტიპი და წყლის გადი-  
ნების სახე, ირჩევენ საანგარიშო ფორმულას და კოეფიციენტის რიცხობრივ  
მნიშვნელობას, წყლის გადინების ყოველი ცალკეული შემთხვევისათვის. უნდა  
აღინიშნოს, რომ კოეფიციენტის რიცხობრივი მნიშვნელობა დამოკიდებულია  
ნაგებობათა ტიპზე, ხოლო საანგარიშო ფორმულა წყლის გადინების სახეზე.



საკონტროლო გაზომვების ჩატარება საჭიროა იმისათვის, რომ შევამოწმოთ შერჩეული ფორმულების სიზუსტე, რისთვისაც საჭიროა ჩვენთვის 2—3-ჯერადი გაზომვა წყლის სხვადასხვა ხარჯზე და შევადაროთ ჩვენს ხარჯი ფორმულით გამოთვლილ ხარჯთან და თუ მათ შორის სხვაობა 5—6%-ის ფარგლებში მერყეობს, საჭიროა დაეტოვოთ ფორმულით მიღებული ხარჯი, ხოლო თუ ეს სხვაობა 6%-ს აღემატება, მაშინ საჭიროა ხელმოკრედ ჩავატაროთ 1—2 გაზომვა და შევიტანოთ შესწორება ხარჯის კოეფიციენტებში.

თუ სისტემაში ერთი და იმავე ტიპის ნაგებობებია წყლის გადინების ერთი და იმავე სახით, მაშინ საკმარისია შევამოწმოთ 2—3 ნაგებობაზე ანგარიშები ფაქტიური ხარჯის გაზომვით და მიღებული შედეგები განვაზოგადოთ სხვა ნაგებობაზე.

შემოწმებული ფორმულების საფუძველზე წყლის ყოველდღიური აღრიცხვის გაადვილების მიზნით ყველა ტიპის ნაგებობისათვის დგება ხარჯის საანგარიშო ცხრილები.

არსებული ჰიდროტექნიკური (წყალგამყოფი) ნაგებობები წყლის ხარჯის განსაზღვრისათვის, თავისი კონსტრუქციითა და წყლის გადინების მიხედვით ძირითადად იყოფა V კლასად:

I კლასი — ჰიდროტექნიკური (წყალგამყოფი) ნაგებობა ვერტიკალური ფარით;

II კლასი — დახურული ოთხკუთხა წყალსაზომი ნაგებობა ვერტიკალური ფარით;

III კლასი — დახურული წრიული კვეთის წყალსაზომი ნაგებობა ვერტიკალური ფარით;

IV კლასი — წყალგამყოფი ნაგებობა ვერტიკალური ფარებით (მრავალფარიანი);

V კლასი — ნაგებობანი სეგმენტური ფარებით.

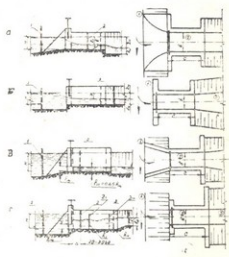
აღნიშნული კლასები იყოფა ჯგუფებად და ტიპებად ან მარტო ნაგებობათა ტიპებად, ხოლო ეს უკანასკნელი წყლის გადინების მიხედვით დაყოფილია ოთხ სახედ. ქვემოთ ჩვენ განვიხილავთ მარტო I ჯგუფის I კლასს თავისი ოთხი ტიპითა და წყლის გადინების ოთხი სახით, ვინაიდან შიდასამეურნეო ქსელში ძირითადად I ჯგუფის I კლასის ნაგებობანი გვხვდება.

წყლის გადინების ოთხი სახე თავის მხრივ იწვევს გაანგარიშების გართულებას, ამიტომ, შესაძლებლობის ფარგლებში სასურველია, რომ წყლის გადინების ერთი სახე გვქონდეს მთელ სისტემაში, რაც საგრძნობლად გაამარტივებს წყლის აღრიცხვის საკითხს.

I კლასის წყალგამყოფ-ჰიდროტექნიკურ ნაგებობას ეკუთვნის ყველა წყალგამყოფ-მარგულირებელი ნაგებობა როგორც ერთეულ, ისე კვანძულ სისტემაში შემავალი ერთი მთლიანი ბრტყელი ვერტიკალური ფარით. ქვემოთ მოგვყავს პირველი ჯგუფის პირველი კლასის ოთხი ტიპის წყალგამყოფ-ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა მოკლე დახასიათება წყლის გადინების ოთხი შემთხვევისათვის (ცხრ. 1).



პირველი შემთხვევა („A“) — წყლის თავისუფალი გადინება უფაროდ, ე. ი. ფარი აწეულია და წყალი არ ეხება მას. პირველი შემთხვევა ცნობილია, როგორც წყლის გადინება ფართულბლიან წყაროებში. შემთხვევაში შესასვლელი არის უკუკედლიანი კონუსური (ნახ. 2<sup>a</sup>). ღარის სი-



ნახ. 2. I კლასის ნაგებობათა სქემა

გრძე „C“ არ უნდა იყოს ნაკლები  $4H$  მაქს.; წყლის თავისუფალი გადინება გვექნება, როცა  $\frac{h_{ფ}}{H} < 0,70$  და ფაქტიურად აღგილი ექნება  $Z$  და  $Z_m$  ვარდნას.

(ნახ. 2a). ნაგებობის ტარირება უნდა ჩავატაროთ მამდევრობით, რისთვისაც 1-ელი ცხრილიდან ვიღებთ საანგარიშო ფორმულას

$$Q = mbli\sqrt{2gH}$$

სადაც  $m$  არის ხარჯის კოეფიციენტი, რომლის რიცხობრივი მნიშვნელობა წყლის შესასვლელი ნაწილის ტიპის მიხედვით „A“ შემთხვევისათვის დადგენილია და იცვლება 0,295—0,325 ფარგლებში (იხ. ცხრ. 1);

$b$ —ზღურბლის განი, მეტრობით;

$H$ —ზღურბლზე წყლის სიმაღლე, მეტრობით;

$$\sqrt{2g} = 4,43 \text{—მუდმივი რიცხვი, მწმმ}^2$$

საანგარიშო ფორმულას შერჩევას შემდეგ ამოწმებენ (ხარჯის კოეფიციენტს  $m$ -ს) 2—3-ჯერადი საკონტროლო გაზომვით, ისე როგორც ეს ტარირების საერთო წესით არის მიღებული. თუ ფაქტიური კოეფიციენტი 5—6%-ზე მეტად არ განსხვავდება მოცემულ კოეფიციენტზე, მაშინ რეკომენდებული ფორმულით უნდა ვისარგებლოთ; თუ სხვაობა 6%-ზე მეტია, მაშინ საპირთა კიდევ დამატებით 1—2 გაზომვა და ახალი  $m$  კოეფიციენტის დადგენა, რომელიც

Քանակները և կախարանը որոշողը կախվածությունների համակարգը ցույց



N	Կախվածության ցուցանիշներ	Մասնական քանակներ (կախարաններ)			
		«A» - քանակները Մասնական քանակներ	«B» քանակները Կախարան քանակներ	«B» - քանակները Մասնական քանակներ	«C» - քանակները Կախարան քանակներ
1	Մասնական քանակները քանակներ (տեղ. 2)	$Q = 0.585bh\sqrt{2gH}$ (տեղ. 2 և տեղ. 2) կախարան քանակները և ընդհանուր քանակները	$Q = 0.585bh\sqrt{2g(H-h)}$ (տեղ. 2 և տեղ. 3) կախարան քանակները և ընդհանուր քանակները	$Q = 0.585bh\sqrt{2g(H-0.65h)}$ (տեղ. 2 և տեղ. 4) կախարան քանակները և ընդհանուր քանակները	$Q = 0.585bh\sqrt{2gH}$ (տեղ. 2 և տեղ. 5) կախարան քանակները և ընդհանուր քանակները
2	Մասնական քանակները քանակներ (տեղ. 2)	$Q = 0.310bh\sqrt{2gH}$	$Q = 0.310bh\sqrt{2g(H-h)}$	$Q = 0.310bh\sqrt{2g(H-0.65h)}$	$Q = 0.310bh\sqrt{2gH}$
3	Մասնական քանակները քանակներ (տեղ. 2)	$Q = 0.330bh\sqrt{2gH}$	$Q = 0.330bh\sqrt{2g(H-h)}$	$Q = 0.330bh\sqrt{2g(H-0.65h)}$	$Q = 0.330bh\sqrt{2gH}$
4	Մասնական քանակները քանակներ (տեղ. 2)	$Q = 0.295bh\sqrt{2gH}$	$Q = 0.295bh\sqrt{2g(H-h)}$	$Q = 0.295bh\sqrt{2g(H-0.65h)}$	$Q = 0.295bh\sqrt{2gH}$

ՀԱՅԿԱՊԱՏԱԿԱՆ  
ՆԱԽԱՐԱՐԱՆԻ  
ՆԱԽԱՐԱՐԱՆԻ





იქნება საშუალო-არითმეტიკული ყველა გაზომვებით მიღებული კოეფიციენტისა. ამასთან ერთად, საშუალო-არითმეტიკული კოეფიციენტი  $\bar{K}$  სხვაგვარად იწოდება 6%-ზე მეტად თითოეული გაზომვით მიღებული  $K$  საგან. წინააღმდეგ შემთხვევაში, უარი უნდა ეთქვათ ასეთი წყალგამყოფი ნაგებობით წყლის ხარჯის გაზომვაზე და წყლის ხარჯის გაზომვის მიზნით მოვახდინოთ არხის კვეთის ტარირება.

ყოველდღიური ხარჯის განსაზღვრისათვის უნდა ვისარგებლოთ ცხრილით (იხ. ცხრ. 2), რომელიც შედგენილია ფორმულითა

$$Q = mbH\sqrt{2gH}$$

აღნიშნული ფორმულით ხარჯი განსაზღვრულია, როცა  $b=1$  მ და  $m=1$  ზღურბლზე წყლის სიმაღლის —  $H$ -ის სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის. ამ ტიპის წყალგამყოფებისათვის ხარჯის ( $Q$ ) მნიშვნელობა უნდა ამოვიღოთ მე-2 ცხრილიდან და გავამრავლოთ ადგილზე არსებული ნაგებობის  $m$  და  $b$ -ს ნამრავლზე ( $mb$ -ზე), სადაც  $m$  ხარჯის მიღებული (დადგენილი) კოეფიციენტია,  $b$ —წყალგამყოფის ზღურბლის განია მ-ობით. მაგალითად, ზღურბლზე წყლის სიმაღლე  $H=40$  სმ, ზღურბლის სიგანე  $b=60$  სმ, ხოლო მიღებული ხარჯის კოეფიციენტი  $I$  კლასის  $I$  ტიპის ნაგებობისათვის, როცა შესასვლელი უკუყვდლიანი კონუსურია— $m=0,325$  (ცხრ. 1); პირველ რიგში უნდა განვსაზღვროთ ნამრავლი —  $mb = 0,325 \cdot 0,60 = 0,195$ . მე-2 ცხრილიდან ვიღებთ (როცა  $H=40$  სმ) ხარჯი  $Q = 1123$  ლ/წმ; ჩვენი ტიპის ნაგებობისათვის —  $Q_{\text{გ}} = 1123 \cdot 0,195 = 219,0$  ლ/წმ;

უფრო წყალგამყოფზე წყლის თავისუფალი გადინებისათვის წყლის სააღრიცხვო მოწყობილობა იქნება ერთი ზედა ლარტყა, რომელიც დაყენებული უნდა იქნეს პირველ წერტილში, ლარტყის ნული უნდა ემთხვეოდეს ზღურბლის სიმაღლეს და ნულის მდგომარეობა ექსპლუატაციის დროს პერიოდულად მოწმდებოდეს ნიველირის საშუალებით. წყლის დონის ანათვალის ლარტყაზე უნდა ავიღოთ 0,5 სმ-ის სიზუსტით და თუ წყლის დონე არამუდმივია (მერყევია), საჭიროა ავიღოთ ლარტყის უდიდეს და უმცირეს ჩვენებათა საშუალო.

მეორე შემთხვევა („Б“) — ჩაძირული წყლის გადინება უღაროდ,

როცა  $\frac{h_{\text{გ}}}{H} > 0,70$  და ერთი  $Z_{\text{н}}$  ვარდნა; აღნიშნული შემთხვევის შემოწმება

ტარდება ანალოგიურად ზემოთ აღწერილი პირველი შემთხვევისა („А“), მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ აქ საანგარიშო ფორმულას აქვს შემდეგი სახე:

$$Q = \phi b h_{\text{н}} \sqrt{2g(H - h_{\text{н}})}$$



ბარჯების სიდიდეები უფაროდ თავისუფალი გაღინების „A“ შემთხვევაში, ლ/წმ

h სმ-ბით	ლ/წმ	h სმ-ბით	ლ/წმ	h სმ-ბით	ლ/წმ	h სმ-ბით	ლ/წმ	h სმ-ბით	ლ/წმ	h სმ-ბით	ლ/წმ
2	12	11	162	16	284	25	554	50	1567	96	4170
4	35	12	184	17	311	30	728	60	2660	100	4430
6	65	13	208	18	338	35	916	70	2600	104	4700
8	100	14	235	19	367	40	1123	80	3161	108	4920
10	140	15	258	20	397	45	1337	90	3780	110	5120

მე-2 ცხრილი შედგენილია ფორმულით:  $Q = mbh\sqrt{2gh}$ ,  $b=1.0$  მ და  $m=1.0$

ცხრილი 3

ბარჯების სიდიდეები უფაროდ ჩაძირული გაღინების „B“ შემთხვევაში, ლ/წმ

h <sub>მ</sub> სმ	H სმ	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
20		150	141	112	0										
22		175	172	158	125	0									
24				194	176	137	0								
26				225	217	194	150	0							
28					250	239	212	126	0						
30						276	261	231	175	0					
32						305	301	287	248	188	0				
34							336	326	304	266	201	0			
36							367	364	351	325	284	226	0		
38								398	392	376	347	301	225	0	
40									430	420	401	369	319	233	0

მე-3 ცხრილი შედგენილია ფორმულით:  $Q = \phi b h_m \sqrt{2g(H-h_m)}$ ,  $b=1.0$  მ  $\phi=1.0$

სადაც  $\phi$  ხარჯის კოეფიციენტის რაციობრივი მნიშვნელობა აღემატება 1-ელი ცხრილიდან (შემთხვევა „B“) და იცვლება 0,795 ÷ 0,85-ის ფარგლებში;  $h_m$  — წყლის დონე ზღურზღის ქვედა ბუჯზე (ნახ. 25); ყოველდღიურა წყლის ხარჯის განსაზღვრისათვის საჭიროა ორი ლარტყა პირველ და მესამე პუნქტში. საანგარიშო ხარჯი მოცემულია მე-3 ცხრილში, როკელიც შედგენილია, როცა  $\phi=1$  და  $b=1$  მ. საჭირო ხარჯის მისაღებად მე-3 ცხრილში მოცემული ხარჯის სიდიდე უნდა გამრავლდეს  $\phi$  და  $b$ -ს რამრავლზე ( $\phi b$ -ზე). ფაქტიური ხარჯის აფარისში აალოგურია ზეოთ განხილული მაგალითისა. ამ შემთხვევაში შესასვლელი უკუედლიანი უკონუსია.

მესამე შემთხვევაში („B“) ფარადან წყლის თავისუფალი გაღინება იმით ხაითდება, რომ წყლის სიღრმე  $h_0$  უშუალოდ ფართან ნაკლებია, ვიდრე ფარის გაღების სიმაღლე  $h_{\phi}$ , ვ.ი. ( $h_0 < h_{\phi}$ ) ფარია ქვედა ნაწილი ჩაუძირავია (ნახ. 2B), აღნიშნული შემთხვევის დროს წყლია ხარჯი იანგაი-შება შემდეგი ფორმულით:

$$Q = \mu b h_{\phi} \sqrt{2g(H - 0.65 h_{\phi})}$$



სადაც  $\mu$ -არის ხარჯის კოეფიციენტი, რომლის რიცხობრივი მნიშვნელობა წყლის შესასვლელი ტიპის მიხედვით („B“ შემთხვევისათვის) იცვლება 0,58—0,62 ფარგლებში (იხ. ცხრ. 1).

$b$ —ზღურბლის განი მეტრობით;  $H$ —ზღურბლზე წყლის სიმაღლე, მეტრობით, ხოლო  $h_{\text{ფ}}$ —ფარის აწევის სიმაღლე მეტრობით. ყოველდღიური ხარჯის განსაზღვრისათვის უნდა ვისარგებლოთ ცხრილით. ხარჯის ცხრილი (იხ. ცხრ. 4) შედგენილია როცა  $\mu=1$  და  $b=1$  მ-ს. საჭირო ხარჯის მისაღებად მე-4 ცხრილში მოცემული ხარჯის სიდიდე უნდა გამრავლდეს ადგილზე დადგენილი  $\mu$  და  $b$ -ს ნამრავლზე ( $\mu \cdot b$ -ზე); ამ შემთხვევაში შესასვლელი ფარისავე შევიწროებულია. ხარჯის ანგარიში ანალოგიურია ზემოთ განხილული მაგალითისა. ყოველდღიური წყლის ხარჯის განსაზღვრისათვის საჭიროა ორი ლარტყა პირველ პუნქტში და ფარის ჩარჩოზე  $h_{\text{ფ}}$ -ის განსაზღვრისათვის.

მეოთხე შემთხვევაში („Г“) ფარიდან წყლის ჩაძირული გაღინება იმით ხასიათდება, რომ წყლის სიღრმე  $h_1$  მე უა  $h_{\text{ფ}}$ -ის გაღინების სიდიდზე. ე. ი. ( $h_1 > h_{\text{ფ}}$ ) ფარის ქვედა ნაწილი ჩაძირულია და არ ჩანს (ნახ. 2r). ამ შემთხვევაში ხარჯის საანგარიშო ფორმულას ექნება შემდეგი სახე

$$Q = \mu b h_{\text{ფ}} \sqrt{2g(H - h_1)} = \mu b h_{\text{ფ}} \sqrt{2gZ_1}$$

სადაც  $\mu$ -ის ხარჯის კოეფიციენტი, რომლის რიცხობრივი მნიშვნელობა წყლის შესასვლელი ტიპის მიხედვით („Г“ შემთხვევისათვის) დადგენილია და იცვლება 0,60—0,64 ფარგლებში (იხ. ცხრ. 1):

- $b$  — ზღურბლის განი, მ-ობით;
- $H$  — ზღურბლზე წყლის სიმაღლე, მ-ობით;
- $h_{\text{ფ}}$  — ფარის აწევის სიმაღლე, მ-ობით;
- $h_1$  — წყლის სიღრმე ფართან, მ-ობით.

ყოველდღიური ხარჯის განსაზღვრისათვის უნდა ვისარგებლოთ ცხრილით. ხარჯის ცხრილი (იხ. ცხრ. 5) შედგენილია, როცა  $\mu=1$  და  $b=1$  მ; საჭირო ხარჯის მისაღებად ცხრილში მოცემული ხარჯის სიდიდე უნდა გამრავლდეს ადგილზე დადგენილი  $\mu$  და  $b$ -ს ნამრავლზე ( $\mu \cdot b$ -ზე); საჭირო ანათვლების ასაღებად აუცილებელია სამი ლარტყა პირველ, მეორე და მესამე წერტილებში. ფაქტიური ხარჯის შემოწმება ანალოგიურია ზემოთ აღწერილი „A“ შემთხვევისა.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ამ სტატიის მიზანია შეიღასამეურნეო ქსელის ექსპლუატაციის სამსახურით დასაქმებულ მუშაკებს გაუადვილოს სარწყავი წყლის აღრიცხვასთან დაკავშირებული სამუშაოების შეუსრულება, რომელსაც ერთ-ერთი ძირითადი მნიშვნელობა აქვს საექსპლუატაციო მომსახურების შეფასებაში.



ბარჯების სიღიდებები ფარკვეშ წულის თავისუფალი გაღინების „ნ“ შემთხვევაში ლ/წმ

$h_{ფსმ} / H_{სმ}$	6	8	10	12	14	16	18	20	30	40
20	106	136	163	186	205	220	—	—	—	—
25	122	153	192	220	243	271	291	—	—	—
30	136	177	215	251	284	314	341	366	—	—
35	149	194	237	278	316	352	385	414	—	—
40	160	207	256	302	345	386	424	461	602	—
45	171	223	275	325	372	416	455	501	673	—
50	180	237	292	346	397	446	494	538	735	—

ცხრილი-4 შედგენილია ფორმულით:  $Q = \mu b h_{ფ} \sqrt{2g(H - 0,65h_{ფ})}$ , როცა  $\mu = 1,0$ ,  $b = 1,0$  მ.

ცხრილი 5

ბარჯების სიღიდებები ფარკვეშ წულის ჩაძირული გაღინების „ნ“ შემთხვევაში ლ/წმ.

$h_{ფსმ} / Z_{1სმ}$	6	8	10	12	14	16	18	20	30	40
6	65	87	108	130	152	172	197	218	326	426
8	75	100	124	150	175	206	226	250	374	485
10	84	112	139	167	196	228	254	282	420	544
12	92	122	152	183	214	250	286	308	460	595
14	100	132	165	198	232	270	300	332	498	644
16	106	142	176	212	248	288	320	356	532	686
18	113	150	182	226	264	306	340	378	565	730
20	119	158	197	236	278	320	358	398	596	770
22	125	166	206	249	292	338	376	418	625	806
24	130	173	216	260	304	352	392	436	653	842
26	136	180	224	270	316	368	408	454	688	876
28	141	187	232	280	328	382	425	472	706	910
30	146	195	240	291	340	396	440	490	736	945

ბარჯის ცხრილი 5 შედგენილია ფორმულით:

$Q = \mu b h_{ფ} \sqrt{2gz_1}$ , როცა  $b = 1,0$  მ,  $\mu = 1$ ,

П. С. СИЧНАВА, А. Д. ХУРЦИЛАВА

К ВОПРОСУ УЧЕТА ВОДЫ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОЙ  
ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Резюме

Внутрихозяйственной сети от учета оросительной воды зависит ее рациональное использование, правильное распределение, заработная плата эксплуатационному персоналу и другие работы. В связи с этим в труде освещены современное положение учета воды в оросительной сети и пути его упрощения. На основе проверенных формул с целью

облегчения ежедневного учета оросительной воды, выбраны формулы, коэффициенты и таблицы для расчета расходов.

Приведены примеры измерения расходов с типовыми сооружениями.

Цель статьи облегчить выполнение работы эксплуатационному персоналу внутрихозяйственной сети, связанные с учетом оросительной воды, который имеет большое значение для оценки эксплуатационного обслуживания.

#### ☞☞☞☞☞☞☞☞ — Литература

1. Е. А. Замарин, К. В. Попов, В. В. Фандеев. Гидротехнические сооружения, Сельхозлит, М., 1952.
2. Р. Р. Чугаев. Гидравлика. Госэнергоиздат, Л., 1963.
3. И. И. Агроскин, Г. Г. Дмитриев и Ф. И. Никалов. Гидравлика. Госэнергоиздат, Л., 1954.
4. В. Я. Попова. Сооружения для распределения и учета воды при орошении. Сельхозгиз, М., 1954.
5. В. А. Комов, Гидравлика, М.-Л., 1955.
6. И. А. Шаров, Эксплуатация г/м систем. «Колос», М., 1970.



მ. ცხატუნაშვილი, მ. ბუბუაშვილი

**დიდის სასაველო მეურნეობაში არსებული ფაქტიური რწყვის ნორმები და მათი  
 გაუმჯობესების ღონისძიებები**

ნიადაგური პირობებისა და მოსარწყავი კულტურების თავისებურების გათვალისწინებით, მეურნეობაში წინასწარ დადგენილი უნდა იქნეს ნიადაგის ტენის ოპტიმალური რაოდენობის ქვედა საზღვარი, გაანგარიშებული შესაბამისი რწყვის ნორმები და რწყვის ტექნიკის ძირითადი ელემენტები—რწყვის მოედანი და რწყვის ნაკადი.

პრაქტიკაში ხშირად, ამ პირობების გაუთვალისწინებლობის გამო, ადგილი აქვს ფაქტიური ნორმების, ე. ი. ერთ ჰექტარზე მორწყვის დროს დახარჯული წყლის საგრძნობ გაზრდას [3,5].

ფაქტიური რწყვის ნორმების შესწავლის მიზნით, ჩვენ მიერ დიდის სასაველო მეურნეობის ორ, ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავებულ პირობებში, მდელის ყავისფერ ნიადაგზე ვენახის ცენტრალურ ნაკვეთსა და „ქალაში“ ხილის ნაკვეთზე, ჩატარებულ იქნა კვლევითი მუშაობა.

ცხრილი 1

მდელის ყავისფერი ნიადაგების ფიზიკური და წყლოვანი თვისებები

სიღრმე სმ	მოცულობა მ <sup>3</sup>	ტენტეკალობა, წონით %-ით		ელტრაციის კოეფიციენტი სმ/წმ	სასურველი მინიმუმი %	რწყვის ნორმა მ <sup>3</sup> /ჰა
		ზღვრული	მაქსიმალური ნიადაგური			
0—15	1,10	32,3	14,1	0,000763		
16—32	1,37	28,1	14,7	0,000768		
32—53	1,29	32,1	14,7	0,000671	24,3	587

ფაქტიური რწყვის ნორმის შესწავლამდე ჩვენ მიერ წინასწარ იქნა გაანგარიშებული რწყვის ნორმები სასურველი მინიმუმის (ზღვრული ტენტეკალობის 80%) და ცდის ჩატარების მომენტში ნიადაგში არსებული ტენის ფაქტიური მარაგის გამოყენებით.



როგორც 1-ელი ცხრილიდან ჩანს, ამ ნიადაგების მორწყვა უნდა ჩატარებულიყო 587 მ<sup>2</sup> რწყვის ნორმით მაშინ, როცა ნიადაგში ტენის შემცველობა 24,3%-მდე, მაგრამ, სინამდვილეში რწყვა ჩატარდა მხოლოდ 11,2% ტენის შემცველობის შემთხვევაში, როცა ნიადაგში ტენი 18% იყო. ამ პირობებში, თუ მორწყვის ტექნიკის ელემენტები სწორად იქნებოდა შერჩეული და რწყვა წესიერად ჩატარდებოდა ერთი ჰა ფართობის მოსარწყავად დაიხარჯებოდა 950 მ<sup>3</sup> წყალი.

ერთ ჰა-ზე რწყვის დროს დახარჯული წყლის რაოდენობის, ე. ი. ფაქტიური რწყვის ნორმების დადგენის მიზნით საწარმოო პირობებში რწყვა ჩატარეთ 50-100 მ სიგრძის კვლებში, სხვადასხვა სიღრმის კვლის ხარჯის გამოკვებით.

დახარჯული წყლის რაოდენობის აღრიცხვა ვაწარმოეთ ტრაპეციული წყალსაშვით.

ჩატარებული ცდით გამოირკვა, რომ ფაქტიური რწყვის ნორმა განვარიშებით მიღებულ ნორმას უახლოვდება 2 ლ/მ<sup>2</sup> კვლის ხარჯით რწყვის დროს 50 მ სიგრძის კვალში, დანარჩენ შემთხვევაში კვლის ხარჯის შემცირებასთან ერთად საგრძნობლად იზრდება, რწყვის ნორმა განსაკუთრებით დიდია 100 მ სიგრძის კვლის შემთხვევაში, სადაც ფაქტიური რწყვის ნორმა 2 ლ/მ<sup>2</sup> კვლის ხარჯის შემთხვევაში 1440 მ<sup>3</sup>, ხოლო 1 ლ/მ<sup>2</sup> შემთხვევაში 2193 მ<sup>3</sup> აღწევს.

ფაქტიური რწყვის ნორმების ასე გაზრდა ძირითადად გამოწვეულია რწყვის ტექნიკის ელემენტების არასწორად შერჩევით.

მსგავსი მუშაობა ჩატარეთ „ქალაში“ ალუვიურ, საშუალო თიხნარი, ალავ-ალავ ხირხატან ნიადაგებზე, სადაც გრუნტის წყლის დონე ნიადაგის ზედაპირთან 0,8—1,2 მ სიღრმეზეა.

აქ რწყვა ისე უნდა ტარდებოდეს, რომ ნიადაგს მიეცეს წყლის ისეთი რაოდენობა, რომელიც გაატენიანებს მხოლოდ 0,7 მ სიღრმის ფენას [2] წინააღმდეგ შემთხვევაში ვადიდებული რწყვის ნორმით რწყვა გამოიწვევს გრუნტის წყლის დონის ზევით ამოწევას, ნიადაგის ქარბად დატენიანებას და დაქაობებას.

ცხრილი 2

„ქალის“ ნიადაგების ფიზიკური და წყლოვანი თვისებები

სიღრმე, სმ	მოცულობითი ნაბა	ტენტევადობა, წონით %		ფელტრაციის კოეფიციენტი, %	საწერველი მიწისქვე, %	რწყვის ნორ- მა, მ <sup>3</sup> /ჰა
		ზღვრული	მაქსიმალური ნოლუკულური			
0—16	1,10	40,8	11,2	0,002015		
16—32	1,31	29,3	13,0	0,001916		
32—48	1,34	31,8	12,8	0,00218		
48—64	1,24	34,7	14,6	0,000534	24,0	600

იმასთან დაკავშირებით, რომ ეს ნიადაგები საშუალო თიხნარი მექანიკური შედგენილობისაა, მორწყვის წინ ნიადაგში ტენის დასაშვებ ოპტიმალურ რაოდენობად ვლებულობთ ზღვრული ტენტევადობის 70% [1]. ამის მიხედვით ამ ნიადაგების მორწყვა უნდა ჩატარდეს 600 მ<sup>3</sup> რწყვის ნორმით, როცა



მასში ტენი 24%-მდე შემცირდება, სინამდვილეში კი საცდელი რწყვის ჩატარდა უფრო დაგვიანებით, როდესაც ნიადაგში ტენის რაოდენობა ტენტევალობის 60%-მდე იყო შემცირებული. ამის გამო ერთ ჰექტარზე მოსარწყავად საჭირო წყლის რაოდენობა გაიზარდა 1067 მ<sup>3</sup>-მდე.

ფაქტიური რწყვის ნორმების შესწავლის მიზნით საცდელი რწყვა ჩატარეთ მოღვაწით. რწყვა ჩატარდა 130 მ სიგრძის მქონე მოედნებზე, განის ერთ მეტრზე სხვადასხვა ხვედრითი ხარჯის გამოყენებით.

ცდით გამოიჩვენა, რომ ფაქტიური რწყვის ნორმა 2,4 ლ/წმ ხვედრითი ხარჯით რწყვის ჩატარების შემთხვევაში 826 მ<sup>3</sup>-ის ტოლია. ხოლო 1,2 ლ/წმ შემთხვევაში 1044 მ<sup>3</sup>-ის და უახლოვდება ცდის პერიოდში ნიადაგში არსებულ ტენის მარაგის მიხედვით გაანგარიშებულ რწყვის ნორმის სიდიდეს (1067 მ<sup>3</sup>).

თუ მხედველობაში მივიღებთ იმ გარემოებას, რომ „ქალის“ ნაკვეთის ხეხილის ნარგაობაში შუალედ კულტურებად გამოყენებულია ბოსტნის კულტურები, მათთვის კი რწყვის ნორმები, ფესვთა სისტემის მცირე სიღრმეზე გავრცელების გამო, უფრო ნაკლები (დაახლოებით 500 მ<sup>3</sup>) იქნება. ასეთი ნორმით რწყვის ჩასატარებლად ჩვენ შესაძლებლად მიგვაჩნია ხვედრითი ხარჯის გაზრდა 3—3,5 ლ/წმ-მდე.

- ჩატარებული კვლევითი მუშაობის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ:
1. ვენახის ნაკვეთში არსებული ფაქტიური რწყვის ნორმები ბევრად აღემატება ოპტიმალურ რწყვის ნორმებს.
  2. ვენახში ფაქტიური რწყვის ნორმების მაქსიმალურად გაზრდა შედეგია სარწყავი კვლების არასრულყოფილი მდგომარეობით და რწყვის ტექნიკის ელემენტების არასწორი შერჩევით.
  3. იმასთან დაკავშირებით, რომ ვენახით დაკავებული ფართობების რელიეფური პირობები ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავებული (ქანობი მერყეობს 0,002—0,01-ის ფარგლებში) თითოეული ნაკვეთისათვის პრაქტიკულად წარმოების პირობებში საცდელი რწყვების ჩატარებით შესწავლილი და დადგენილი უნდა იქნეს რწყვის ტექნიკის ელემენტები. განსაკუთრებით კი კვლის ხარჯის სიდიდეები ფართობის რელიეფისა და ნიადაგური პირობების მხედველობაში მიღებით.
  4. ფაქტიური რწყვის ნორმები ოპტიმალურ მორწყვის ნორმებს უფრო დაახლოებულია ქალის ნაკვეთში, თუმცა აქაც ცალკეული ნაკვეთების მიხედვით საჭირო იქნება რწყვის ტექნიკის ელემენტების უფრო მეტად დაზუსტება.

О. И. ЦУЦУНАШВИЛИ, М. К. БУХРАШВИЛИ

**ФАКТИЧЕСКИЕ НОРМЫ ПОЛИВА И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ УЛУЧШЕНИЮ  
В ДИГОМСКОМ УЧЕБНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

В целях изучения фактических норм полива, нами в двух резко различающихся друг от друга условиях Дигомского учебного хозяйства — на участке Центрального виноградника и плодовом участке «Чала» была проведена исследовательская работа.





В результате проведенной работы установлено:

1. Фактические нормы полива Центрального виноградарского института превосходят оптимальные нормы.
2. Рост фактических норм полива является результатом проведения запоздалого полива, неполноценным состоянием поливных борозд и неправильным подбором элементов техники полива.
3. В связи с тем, что рельефные условия площади, занятое виноградником, резко различаются друг от друга, практически, для каждого участка, в производственных же условиях, путем проведения опытных поливов, должны быть изучены и установлены элементы техники полива, особенно же величины расхода борозд.

### ლიტერატურა — Литература

1. კ. კიკვაძე — ვენახის მორწყვის რეჟიმი მუხრანის ველის პირობებში, ავტორეფერატი, 1958.
2. თ. მაღალაშვილი. საქართველოს სას.-სამ. ინსტიტუტის დიღმის სასწავლო-საცდელი მეურნეობის ნიადაგები და მათი აგროსაწარმოო დახასიათება. ავტორეფერატი, 1964.
3. საქართველოს სსრ-ის სას.-სამ. წარმოების განლაგება, სპეციალიზაცია და სოფლის მეურნეობის გაძლიერების სისტემები, ტ. II, 1960.
4. ტ. სიხარულიძე. საქართველოს წყლის რესურსების დაცვისა და კომპლექსური გამოყენების გენერალური სქემა. თეზისები მოხსენებისა თათბირზე ა/კ წყლის რესურსების კომპლექსური გამოყენების გენერალური სქემის განხილვის შესახებ. 1965.
5. თ. ცუცუნაშვილი, ა. ათანელიშვილი, ჯ. გუბელაძე. დიღმის სასწავლო-საცდელი მეურნეობის მელიორაციული დახასიათება, 1970.



А. Л. САХВАДЗЕ

### ИЗМЕНЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ВЕСА ПАРОВОЙ ВОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЛАЖНОСТИ

Взаимодействие воды с минеральной частью дисперсной среды вызывает контракцию системы, что проявляется в тепловыделении, указывающий в свою очередь переход жидкости из свободного состояния в фазовый. В связи с этим происходит изменение объемного веса воды, за счет притяжения частиц воды в адсорбционном слое, молекулярной и ионно-электрической природой силы достигающих величин нескольких сотых атмосфер.

Для раскрытия сущности этого явления экспериментальные данные весьма ограничены и поэтому приходится в некоторых случаях использовать отдельные соображения об изменчивости объемного веса связанной (пленочной) воды без дифференциальной оценки его значения, в зависимости от толщины пленки, т. е. от влагосодержания системы.

Изменение плотности связанной воды по данным [1], подвергшей обработке согласно [2], описывается следующей зависимостью:

$$\gamma = 0,726W^{-0,215}, \quad (1)$$

где  $\gamma$  — плотность связанной воды;

$W$  — весовая влажность в долях единицы.

Однако, исходя из общих соображений изменения энергии притяжения между минеральной частью и жидкости в зависимости от дальнедействия молекулярных сил, целесообразно вывести зависимость изменения плотности воды во всем диапазоне влажности.

Для этого воспользуемся следующими отправными условиями: принимая, что при гигроскопической влажности происходит мономолекулярная адсорбция, во время которой плотность связанной воды становится равной плотности материала, которого обвалакивает пленка жидкости, а при полном водонасыщении капиллярно-пористого материала средняя плотность паровой влаги приближается к плотности воды в свободном состоянии.

Используя эти предпосылки, на основе следующих граничных условий  $W = W_r$ ;  $\gamma = \gamma_0$  и  $W = W_n$ ;  $\gamma = \gamma_{ев}$  после несложных выкладок можно записать сформулированное условие в виде зависимости:

$$\gamma = \gamma_0 \left( \frac{W_r}{W} \right)^{\frac{\lg \frac{\gamma_0}{\gamma_{ев}}}{\lg \frac{W_r}{W_n}}} \quad (2)$$

Здесь:  $W_r$  и  $W_n$  — соответственно весовые влажности гигроскопического и полного насыщения в процентах.

$\gamma_0$  и  $\gamma_{ев}$  — плотность материала и жидкости (воды) в свободном состоянии.

Входящие в (2) физические величины легко определяются экспериментальными стандартными методами, а полученная функциональная зависимость  $\gamma = f(W)$  дает возможность определить дифференциально, плотность связанной пленочной воды в зависимости от влажности.

Актуальность затронутой проблемы имеет как теоретическое, так и практическое значение.

В частности определение плотности связанной воды в зависимости от влажности позволит теоретически подтвердить представления о природе и характере сил вызывающих поверхностно-молекулярные интегральные эффекты в гетерогенных системах.

Что касается практических аспектов, они бесспорно заслуживают особого внимания, так как в расчетных зависимостях, если не учесть изменения плотности связанной воды, можно ожидать погрешность в определении того или иного расчетного параметра согласно [3] в пределах  $0,15 \div 2$ .

Следует отметить, что плотность связанной воды как косвенный показатель может служить параметром для оценки и более важных других свойств естественных сорбентов, в частности при добыче из водоемов и гидротранспортировке сапропеля (смесь органических и минеральных веществ). В этом случае весьма важным являются степень диспергации, так как она обуславливает турбулентность во время гидротранспорта сапропелевой пульпы, вязкость и в конечном итоге гидравлические сопротивления.

На основании формулы (2), для сапропеля оз. Палиастоми при

$$W_r = 5,93 \%, \quad \gamma_0 = 2,66 \text{ гр/см}^3, \quad \gamma_{ев} = 1 \text{ гр/см}^3;$$

$$\text{и } W_n = 10 \%, \quad \gamma_0 = 2,66 \text{ гр/см}^3, \quad \gamma_{ев} = 1 \text{ гр/см}^3, \text{ построены}$$

графики функциональной зависимости  $\gamma = f(W)$  (рис. 1).

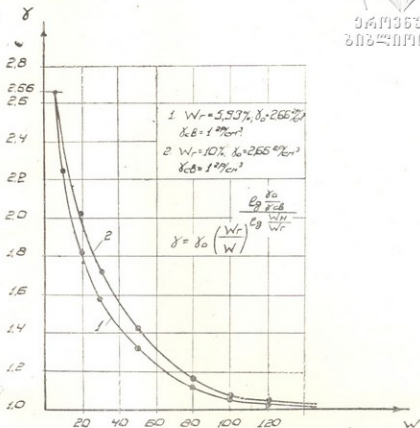


Рис. 1

Из приведенных графиков очевидно, что чем больше величина гигроскопической воды  $W_r$ , тем, больше плотность паровой воды, и чем больше становится материал водонасыщенным, тем быстрее приближается плотность паровой воды к плотности воды в свободном состоянии.

Чтобы иметь более полное представление о характере изменения относительных величин объемного веса связанной воды к плотности материала и гигроскопической влажности к естественной влажности, строим графики зависимости  $\frac{\gamma}{\gamma_0} = f\left(\frac{W_r}{W}\right)$  (Рис. 2) на котором хорошо видно, что предельная величина отношения  $\frac{\gamma}{\gamma_0} = \frac{1}{2.60} = 0.37$  получается при полном насыщении материала.

Исходя из этих соображений, заключаем, что результаты данной работы являются необходимой при учете технологии добычи сапропеля, ее транспортировки и внесения как удобрения.

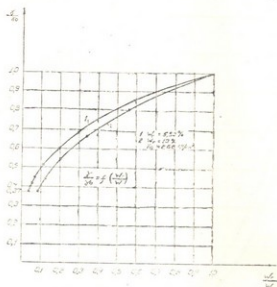


Рис. 2

### Литература

1. А. А. Роде. Почвенная влага. Изд-во АН СССР, 1952.
2. Т. Е. Кацарава. О механизме процесса фильтрационно-капиллярного передвижения влаги в набухающих почвогрунтах. Труды ГрузНИИГиМ. Вопросы гидромелиорации. вып. 29, 1972.
3. А. В. Лыков. Явление переноса в капиллярно-пористых телах. ГИИТЛ — М., 1954.



С. У. ГУНИЯ | Г. С. ГУНИЯ

### К ВОПРОСАМ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ НА ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИНСКОЙ ССР

Несмотря на значительное усиление за последние годы работ по контролю загрязнения атмосферы на территории Грузинской ССР, чему в основном способствовала организация в системе Гидрометслужбы регулярных наблюдений в промышленных городах республики, до настоящего времени не были проведены оценки загрязнения атмосферы на её территории.

К настоящему времени накопился значительный материал по концентрации основных ингредиентов в приземном слое атмосферы, загрязняющих его, количеству выпадающей атмосферной пыли и его химическому составу, а также химическому составу атмосферных осадков и др. Эти данные, вместе с данными измерений метеорологических элементов, позволяют провести исследование состояния загрязнённости атмосферы промышленных городов Грузинской ССР и районов, расположенных в удалении от промышленных центров республики.

Система контроля за загрязнением атмосферы в городах республики основана на наблюдениях, которые ведутся на 4-5 стационарных пунктах, расположенных в различных районах каждого города с учётом особенностей размещения жилых массивов, промышленных площадок и рельефа местности.

Результаты получаемые в лабораториях, где анализируются пробы, отобранные на пунктах наблюдения, характеризуют общее загрязнение воздуха выбросами от промышленных предприятий, котелен, автотранспорта и других источников загрязнений атмосферы.

Отбор проб и их анализ проводится согласно методик, разработанных в ГГО им. А. И. Воейкова [3].

В табл. 1 представлены  $q_n$  (средние за период 1974—1975 гг. значения концентраций веществ в различных городах республики  $q_{cp}$  нормированные на характерные значения ингредиентов —  $q_x$ ).

Из анализа табл. 1 следует, что воздух в городах, приводимых в таблице, слабо загрязнен. В пользу этого говорят сравнения приводи-



Средние за период 1974-75 гг. величины концентраций загрязняющих веществ, нормированные на характерные значения ингредиентов и выпадения пыли в т/км<sup>2</sup> год

Города	Пыль	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	Выпадение пыли т/км <sup>2</sup> год
Батуми	0,6	0,30	1,0	0,47	—
Зестафони	0,8	0,24	2,7	0,59	250
Кутаиси	1,0	0,40	2,3	0,62	—
Рустави	0,6	1,14	2,0	1,06	1440
Тбилиси	0,8	0,27	2,2	0,60	(у цем. завода) 330

мых данных, с их значениями для Батуми, который является городом курортного типа. Исключением является промышленный город Рустави, где  $q_{ин}$  для SO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>, а также количество выпадающей пыли (у цем. завода) имеют повышенные значения относительно их значений для других городов.

Характеризуя города Грузии по принципу размещения основных источников загрязнения атмосферы, их можно разделить на две группы.

К первой группе отнесем города, в которых промышленность сосредоточена в основном в одной части города (Рустави, Зестафони).

Ко второй — в которых она размещена в разных частях города (Батуми, Кутаиси, Тбилиси).

В первом случае загрязнению подвергаются лишь отдельные районы города при определенных метеорологических условиях. Вследствие этого повторяемость больших уравнений загрязнений в них по всей территории меньше. Это обстоятельство имеет решающее значение при планировании развития градостроительства городов Рустави и Зестафони.

В городах второй группы рассредоточение промышленности создаст общий фон загрязнения атмосферы над всей территорией города. В них, при любых направлениях ветра, город находится под влиянием выбросов нескольких источников, которые создают постоянно действующее поле концентраций [2]. Исходя отсюда, в городах второго типа жители чаще находятся под воздействием вредных веществ в воздухе, по сравнению с жителями городов первого типа.

На рис. 1 представлены распределения  $q_{ин}$  (средние концентрации за 1974-1975 гг. для отдельных пунктов, нормированные на характерные значения) для отдельных ингредиентов по пунктам наблюдения за загрязнением атмосферы г. Тбилиси.

Как видно из рисунка значения  $q_{\text{ин}}$  меняются незначительно несмотря на то, что пункты наблюдений расположены в разных частях города.

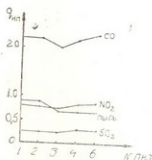


Рис. 1

Для пыли  $q_{\text{ин}}$  меняется на 0,2 (пункты 1, 2 и 3, 4, 6), CO — на 0,1 и 0,2 (пункты 1, 2, 4 и 3, 6). Значение NO<sub>2</sub> изменяются от 0,71 до 0,88, а SO<sub>2</sub> — всего на 0,04—0,02 (пункты 1, 2, 3 и 4, 6).

Несмотря на это, все же можно выделить 3-й пункт, в котором концентрации ингредиентов несколько меньше, чем на других пунктах. Это очевидно обусловлено тем, что 3-й пункт расположен вблизи берега реки Куры на слабо застроенной местности и, наблюдаемая здесь по метеоданным, несколько усиленная циркуляция воздуха, вызываемая близостью реки, способствует очищению воздуха от загрязнений.

Анализ рис. 2, где представлены величины  $q_{\text{ин}}$  (нормированные на характерные значения, осредненные за двухлетний период (1974—75 гг.) данные концентраций ингредиентов, приводимых на рисунке, в целом по г. Тбилиси за каждый месяц года отдельно) показывает, что

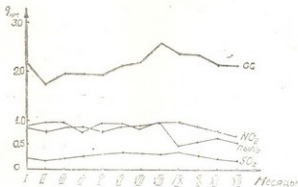


Рис. 2





концентрации ингредиентов претерпевают заметные изменения в зависимости от сезона года.

Так, например, концентрации окиси углерода увеличиваются в определенные периоды года, достигая максимума в августе, что очевидно связано с интенсивным движением автотранспорта в этот период года. После этого она постоянно снижается с минимумом в феврале. Концентрации пыли имеют низкие значения осенью с минимальными величинами в сентябре. Основным источником запыленности города Тбилиси является природная пыль, вызываемая выветриванием поверхностей почвы и холмов со слабой растительностью, окаймляющих город с севера и с юга. Осенью здесь наблюдается погода с незначительными ветрами, а атмосферные осадки в виде дождя, выпадающие в этот период года, способствуют самоочищению атмосферы от пыли.

Концентрации двуокиси серы и азота изменяются относительно меньше. Однако можно отметить увеличение их концентраций в летний период года с максимумом в сентябре (в начале осени), после чего наблюдается тенденция к уменьшению концентраций  $SO_2$  и  $NO_2$  с минимумом в декабре.

Резюмируя, можно отметить, что концентрации ингредиентов по территории города Тбилиси меняются незначительно. Однако они в заметной мере претерпевают сезонные изменения, что обусловлено в основном метеорологическими условиями погоды.

Сведения о химическом составе атмосферных аэрозолей имеют большое научное и практическое значение. В частности, при изучении загрязненности атмосферы аэрозольной составляющей, с помощью их становится возможным оценить вклад промышленных аэрозолей в загрязнение атмосферы, воды, почвы и судить о их макромасштабных переносах [1, 4].

В настоящее время нами накоплен некоторый материал по исследованию минерализации атмосферных осадков, обусловленной физико-химическими свойствами растворимой в воде аэрозольной фракцией природного и промышленного происхождения (табл. 2), а также по определению примесей металлов, в оседающих на поверхность земли аэрозолях (табл. 3).

В табл. 2 приведены средние за многолетний период (1972-1975 гг.) величины концентраций в мг/л основных компонентов, определяющих минерализацию атмосферных осадков, а также их суммарные концентрации для городов, указанных в таблице. Два первые города из них расположены в Западной Грузии, а два последние — в Восточной Грузии.

Исходя из последнего столбца табл. 2, где приведены суммарные концентрации всех ионов, минерализация атмосферных осадков по территории Грузии не велика, однако выделить районы со слабой ми-

Химический состав атмосферных осадков в городах Грузии в мг/л

Города	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Сумма ионов мг/л	
Сухуми	4,25	2,26	0,55	4,36	0,53	1,30	0,84	0,9	1,86	17,29
Чаква	4,50	4,14	0,52	9,20	0,83	1,40	0,75	1,09	1,80	21,25
Самгерс	8,01	2,71	0,68	8,46	1,25	1,64	0,91	1,93	3,74	29,33
Гудаури	5,0	1,60	0,70	8,22	0,60	1,14	0,74	1,74	2,73	21,97

нерализацией не представляется возможным. Это очевидно можно объяснить созданием общего фона природных (морских) аэрозолей и аэрозолей промышленного происхождения за счет макромасштабных переносов загрязнений по всей территории Грузии. При изучении загрязнения атмосферы следует отличать загрязнения, содержащие примеси естественного происхождения, как морская соль и др. от промышленных, содержащих также и продукты промышленных выбросов. Анализируя данные табл. 2 по отдельным компонентам минерализации, можно заключить, что несколько увеличенная концентрация по некоторым из них, как ионов SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup> для Самгерс свидетельствует о влиянии промышленных аэрозолей гг. Тбилиси и Рустави, вблизи которых он расположен. В увеличенном по отношению к другим городам, значений концентраций Cl<sup>-</sup> в г. Чакве безусловно главная роль принадлежит морским аэрозолям. Пробоотборник здесь расположен на близком расстоянии от берега моря, а это способствует попаданию в него осадков концентрированных морскими солями.

Несмотря на то, что Гудаури представляет собой высокогорную станцию и значительно удален от промышленных центров и моря, подвержен существенному влиянию промышленных загрязнений, обусловленных их макромасштабным переносом, о чем свидетельствуют повышенные значения ионов SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup> и суммы ионов.

В табл. 3 представлены средние значения содержания примесей металлических элементов в пробах оседающей атмосферной пыли, отобранных в разных районах Грузии в течение 1971-1972 гг. и 1974-1975 гг. Представленные результаты получены с помощью спектрального метода анализа, разработанного нами совместно с сотрудниками ГГО им. А. И. Воейкова специально для анализа проб оседающей пыли. При этом нами использовались прямые методы без предварительной подго-



საქართველოს  
საგარეო საზღვარების დაცვის  
სამსახური

საქართველოს  
საგარეო საზღვარების დაცვის  
სამსახური

Содержание примесей металлических элементов в выпадениях аэрозолей  
на территории Грузии в  $\mu\text{г}/\text{м}^3$  в сутки

Элементы Города	S	AL	Mg	Ca	Fe	Mn	Ti	Cr	Zr	Be	Pb	Ag	Sn	Cu	Sr
Тбилиси	$10 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^3$	$0,6 \cdot 10^3$	$33,5 \cdot 10^3$	$7,1 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^3$	26,0	82,0	4,12	$1,1 \cdot 10^3$	17,0	1,20	9,3	$1,5 \cdot 10^3$
Сухуми	$1,9 \cdot 10^3$	$0,4 \cdot 10^3$	$0,1 \cdot 10^3$	$10,6 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^3$	$0,2 \cdot 10^3$	75,7	15,0	4,6	0,40	$1,1 \cdot 10^3$	1,30	след	1,50	$0,2 \cdot 10^3$
Горные районы	$4,3 \cdot 10^3$	$3,0 \cdot 10^3$	$0,55 \cdot 10^3$	$28,5 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^3$	$0,1 \cdot 10^3$	$7,0 \cdot 10^3$	12,3	34,0	0,37	след	0,93	след	1,87	$0,1 \cdot 10^3$

товки анализируемой пробы, при которых можно быстро установить качественный состав микропримесей, входящих в состав пробы, и произвести их количественную оценку.

Сущность метода состоит в том, что интенсивность спектральных линий уменьшается ступенями с помощью специального платинового десятиступенчатого ослабителя на три порядка от первоначальной величины. Оценка концентраций элементов в анализируемой пробе производится по градуировочным графикам. Так как атмосферная пыль относится к объектам «сложного» химического состава, анализ которых представляет большие трудности, прямой спектральный анализ отобранной пробы обеспечивает относительную чувствительность определения примесей до  $10^{-4}$ — $10^{-6}$  весовых %. Данный метод позволяет довольно быстро за один прием производить анализ на 20-40 элементов с относительной ошибкой измерения до 30% [4].

Из табл. 3 видно, что в загрязненном (промышленном) воздухе (Тбилиси) содержится очень большое количество примесей, которые далеко не всегда можно указать с учетом всех химических элементов. В неорганической фракции аэрозолей, среди которых преобладают кремний, алюминий, магний, кальций, железо и марганец, встречаются большие количества стронция, титана, свинца, хрома, серебра и др., концентрация которых очевидно зависят от вида промышленных выбросов и от метеорологических условий. Кроме этого анализ табл. 3 показывает, что целый ряд микропримесей, являющихся продуктами выбросов промышленных предприятий, обнаруживаются не только на больших расстояниях от места выбросов, а проникают даже в горные районы. Как видно, отходы промышленного производства, выбрасываемые в атмосферу, переносятся потоками воздуха на большие расстояния и могут привести к изменению химического состава атмосферы.

Резюмируя, можно отметить, что атмосфера на территории Грузии загрязнена незначительно, однако влияние урбанизации существенно проявляется повсеместно.

### Выводы

В работе приводятся данные, позволяющие оценить вклад отдельных источников пыли (как природных, так и промышленных) в загрязнение атмосферы и подстилающей поверхности земли.

Приведены некоторые материалы исследований авторов по определению минерализации атмосферных осадков и металлических микропримесей атмосферной пыли для различных районов Грузии.

Делается вывод о том, что твердая фракция атмосферных аэрозолей (пыль) имеет сложный химический состав. Она воздушными потоками переносится на большие расстояния и при своем оседании может



საქართველოს  
აкадеმიის  
ბიბლიოთეკა

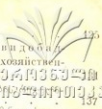
существенно влиять на химический состав подстилающей  
земли.

### Л и т е р а т у р а

1. Н. Н. Александров, Г. С. Гуния, А. И. Гунченко, Ю. И. Туркии. Спектральный метод определения состава атмосферной пыли. Тр. ГГО, 1974, вып. 314, 104-113.
2. М. Е. Берлинд. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. Гидрометеоздат, Л., 1975.
3. Временные методические указания по определению содержания примесей в атмосфере. Под ред. М. Е. Берлинда и Н. Ш. Вольберга. Гидрометеоздат, Л., 1974.
4. Г. С. Гуния, А. А. Шалибашвили. К оценке загрязнения почвы промышленными выбросами в атмосферу в районе гг. Тбилиси и Рустави. Тезисы докл. на VIII республ. гидромет. конф. (Друскипинкай 26, 27. 2. 76) г. Вильнюс, 1976.

ს ა რ ა ზ ი ს ი — О Г Л А В Л Е Н И Е

- |  |     |
|--|-----|
| 1. გ. შალამბერიძე — სოფლის მეურნეობის წარმოების მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის ფაქტორები ოქტომბრის სოციალისტური რევოლუციის მე-60 წლისთავზე           | 3   |
| 2. ბ. ჩხიკვაძე — სასოფლო-სამეურნეო მიწების და სარწყავ-დამშრობი სისტემების რაციონალურად გამოყენების ძირითადი საკითხები                                  | 17  |
| 3. Г. Я. Шхвацабая — Малая механизация в чаеводстве  | 29  |
| 4. ა. კეჩუაშვილი — საორგანიზაციო-მეთოდური ღონისძიებანი სწავლების ხარისხის ასამაღლებლად   | 37  |
| А. Г. Кечухашвили — Организационно-методические мероприятия для повышения качества учебы   | 45  |
| 5. Г. Д. Таборидзе, Д. Г. Таборидзе — Расслоение заряда и рациональные методы ее организации   | 47  |
| 6. გ. ბადრიშვილი — კარბურატორიანი ძრავას გამონაბოლქვ აირებში ნახშირბადის შემცველობა და მისი შემცირება  | 55  |
| Г. Н. Бадришвили — Содержание окиси углерода в отработавших газах карбюраторных двигателей и ее снижение   | 58  |
| 7. ბ. ხუციანიშვილი — სასოფლო-სამეურნეო მანქანებში გამოყენებული სივრცითი მექანიზმების კვლევის ზოგიერთი საკითხი  | 61  |
| Н. С. Хуцианишвили — Некоторые вопросы исследования пространственных механизмов, применяемых в сельскохозяйственных машинах                            | 70  |
| 8. გ. ბეჯანიშვილი, შ. მთვარელიშვილი — ჰერბიციდების გამოყენება კარტოფილის ნათესებში   | 71  |
| Г. Н. Бежанишвили, Ш. И. Мтварелишвили — Применение гербицидов на посевах картофеля  | 75  |
| 9. Д. С. Надирашвили, З. Г. Баламцарашвили — Кинематический расчет механизмов листоукладывающего устройства табакоуборочной машины                     | 77  |
| 10. З. Г. Шхвацабая — Методика исследований энергетических показателей ручной самоходной машины для боковой подрезки шпалер чайных кустов              | 87  |
| 11. თ. თედორაძე — ჩაის საკრეფი მანქანა Ча-900-ის ტექნოლოგიური პროცესის თეორიული გამოკვლევის საკითხისათვის  | 97  |
| О. М. Тедордзе — К вопросу теоретического исследования технологического процесса чаеуборочной машины. Ча—900.  | 105 |
| 12. ა. ჯერჯელიძე, რ. ცაგარელი — მექანიზატორთა შრომის პირობებზე მოქმედ ზოგიერთ ფაქტორთა გამოკვლევა  | 107 |
| А. Н. Джерваидзе, Р. Л. Цагарели — Исследование некоторых факторов, влияющих на условия труда механизаторов  | 111 |
| 13. გ. მოსაშვილი — თვითმავალი მარცვლეულის ამღები კომბაინის მოძრაობის მიმართულების მდგრადობა ფერდობებზე და მისი გაყენვა სამუშაო მოდების განის სიღიდებზე | 113 |
| Г. Н. Мосашвили — Устойчивость прямолинейного движения самоходного зерноуборочного комбайна на склонах и его влияние на рабочую ширину захвата         | 124 |
| 14. Г. Г. Цулейскири — Некоторые вопросы программированного обу-   | 209 |



ჩენიი კურსი ხაერტაბელოი გეომეტრიი	135
15. ვ. ი. მეტრეველი, ა. კ. დიდებუიძე, გ. ი. მშვიდობიძე — ელინიე კაბელი ხა რაბოთი ელექტრონრივოდი სელოხოზიიფეიბელოი რუიხოი ინსტრუმენტი	137
16. ვ. მეტრეველი, გ. შაველაშვილი — რბის თბური დამუშავებების სისტემის გამოკვლევა	137
17. გ. მშვიდლობაძე, ა. ტიციშვილი, ნ. ხარბიანიძე, დ. იმნაიძე — ეენახებლისა დო ციტრუსების უინვისავან დაცვა	143
Г. ი. მშვიდობიძე, А. ა. ტიკიშვილი, Н. С. Нариманиძე, Д. В. იმიადзе — ზავიტი ვინოგრადნიკოვს ი ციტრუსოვს კულტურს იფ მოროზი	152
18. ბ. მ. ჩიკვაშვილი, ი. ს. რიჯიანიშვილი — კ ვოპროსუ მოდელირიაიის ნულიაციი, გიდროდინამიკის დავლინიი პრიმენიბელი ხა ვიდიოვს იგოლოვკას ხა იორნოვს ხოდობროვს	155
19. გ. ე. ტუგუში — კ ვოპროსუ იფრედენიი პროექტიოი ხოვერფიისი პრი ხაიანიროვკე იროშაემოვს ხოლოდოეი	163
20. დ. ს. ციკლაური — იფსედოვანი რაბოთი გიდრავლიკის გოტრანსპორტირა როტაციოიხოი ტიპის ხა ლაბორატორიო-პროიფიფეიბელოი უსლოვიის ხა	175
21. ჰ. სიკინავა, ა. ხერციღავა — წყლის აღრიცხვის საკითხი შიგასამეურნეო სარწყავ კსელოში	183
И. С. Сичинава, А. Д. Хурцилава — კ ვოპროსუ იფეტი ხოვი ვიუტრიხოზიიფეიბელოი იროსიბელი ხოლოდოეი სეტი	191
22. თ. ცუცუნიანი, მ. ბუხრაშვილი — დიღმის სასწავლო მეურნეობაში არსებელი ფაქტიური რწყვის ნორმები დო მათი გავშობგებების ღონისძიებები	193
О. И. Цуцуняшвили, М. К. Бухрашвили — ფაქტიკისე ნორმეი ხოლივი ხა მეროპრიეტიი ხო იხ ულუიხიეი ხა დიგომსკოი უიბელოი ხოზიიფეიბელოი	195
23. ა. ლ. სახვადზე — იზმენენიე უდელიოი ხოსი ხოროვი ხოვი ხა ზავიეიბეიბელოი იფ ხოლოდოეი	197
24. ს. უ. გუნიი, გ. ს. გუნიი — კ ვოპროსოვს იფსედოვანი სოსოთიიი ზავიენიიისი ატმოსფეროი ხა ტერიტორიის გრუზიისკოი სსრ	201

სარედაქციო-საგამომცემლო განყოფილების რედაქტორები:

ჯ. ბობოხიძე, რ. ვაჩნაძე, ე. ხარაზიშვილი,

მ. დოლიძე, მ. თორელაშვილი

სტამბის კორექტორი მ. კეკელია

შეს. 1114

უფ 01712

ტ. 500

გადაეცა წარმოებას 20/VII77 წ. ზელმოწერილია დასახეულად 29/XII-77წ. ინაწეობის  
ზომა 7X11, სასტამბო თაბახი 13,25, სააღრ.-საგამომცემლო თაბახი 14,5.

ფ ა ს ი 97 კპ.

საქართველოს შრომის წითელი დროშის ორდენოსანი სასოფლო-სამეურნეო  
ინსტიტუტის სტამბა თბილისი — 31, დიღომი

Типография Грузинского ордена Трудового Красного Знамени  
сельскохозяйственного института. Тбилиси—31, Дигоми.





ქართული  
ბიბლიოთეკა