

524/
1974/2



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოაზგე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 75 ტომ

№ 2

საპიბო 1974 ავგუსტ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გეოგრაფია

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

5447
12471

ტომი 75 ტომ

№ 2

აგვისტო 1974 ავგუსტ

თბილისი • TBILISI • TBILISI

კ. შარტავას სახ. სსრ
სახელმწიფო რესტრუქცია
გეოგრაფიული ინსტიტუტი

ს ა რ ე დ ა კ ტ ო რ კ ო ლ ე გ ი ა

- ა. ბოჭორიშვილი, თ. გამყრელიძე, პ. გამყრელიძე, ი. გვიგინიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), თ. დავითაია, ს. დურმიშიძე, ა. თავხელიძე, ნ. კეცხოველი, ვ. კუბრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ვ. მახალდიანი, გ. მელიქიშვილი, ნ. მუსხელიშვილი, ვ. ოკუჩავა ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ე. ხარაძე (მთ. რედაქტორი), გ. ხუციშვილი, ნ. ჯავახიშვილი

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- А. Т. Бочоришвили, П. Д. Гамкрелидзе, Т. В. Гамкрелидзе, И. М. Гигинейшвили (зам. главного редактора), Ф. Ф. Давитая, Н. А. Джавахишвили, С. В. Дурмишидзе, Н. Н. Кецохели, В. Д. Купрадзе, Н. А. Ландиа (зам. главного редактора), В. В. Махалдиани, Г. А. Меликишвили, Н. И. Мухелишвили, В. М. Окуджава, А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. Р. Хуцишвили, А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

პასუხისმგებელი მდივანი გ. მახარაძე
Ответственный секретарь Г. Е. Махарадзе

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 15.8.1974; შკვ. № 1928; ანაწილების ზომა 7×12; ქალაქის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; საარტიტვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უფ 00999; ტირაჟი 1800

* * *

Подписано к печати 15.8.1974; зак. № 1928; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УЭ 00999; тираж 1800

* * *

გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19

* * *

საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის სტამბა, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Типография АН Груз. ССР, Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19

შინაარსი

მათემატიკა

- *ა. ო ს ი ძ ე. X² კრიტერიუმის შესახებ, როცა გაუსის შემთხვევითი პროცესის სპექტრი დამოკიდებულია უცნობ პარამეტრებზე 275
- *შ. ხ ა შ ი მ ო ვ ე. განაწილების ფუნქციისა და განაწილების სიმკვრივის შეფასებათა კრებადობის სიჩქარის შესახებ 280
- *ზ. კ ა ნ ტ უ რ ი ა. ფურიე — ჰაარის კოეფიციენტების მწყობრის აბსოლუტური კრებადობის შესახებ 283
- *დ. გ ე ნ ე ვ ი. ოპტიმალური მართვის მოძებნის შესახებ ფიქსირებულ დროიან წრფივ და კვაზიწრფივ ამოცანებში 288
- *ა. ხ ა რ ა ზ ი შ ვ ი ლ ი. ლებეგის აზრით არაზომადი აბსოლუტურად ნულზომის სიმრავლეები 291
- *ო. მ ა ი ს ა ი ა. არსებობის თეორემები მომენტურ დრეკადობის თეორიაში 296
- *ტ. ტ უ რ ა შ ვ ი ლ ი. პირველი რიგის პრედიკატთა ლოგიკის გადაჭრადობის ამოცანის დაყვანა კლასზე, ასიმეტრიული და ირეფლექსური ორადგილიანი პრედიკატებით 300
- *ვ. პ ა შ კ ო ვ ს კ ი. ტრიკომის ოპერატორთან დაკავშირებული ოპერატორების სასაზღვრო ამოცანები 304

მექანიკა

- *მ. მ ი ქ ე ლ ა ძ ე. ქერქის წარმოქმნის მექანიკა რადიალური ტიპის დანადგარებზე ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმის დროს 308

დრეკადობის თეორია

- *გ. ჯ ა ი ა ნ ი. პირის გასწვრივ ნებისმიერად დატვირთული სოლისებური სხეული 312

კიბერნეტიკა

- *თ. ჯ ვ ა რ შ ე ი შ ვ ი ლ ი, ბ. მ ე ბ უ ჯ ე. მომსახურების ოპტიმალური ორგანიზაციის საკითხისათვის მრავალარხიან სისტემაში დანაკარგებით 316

ფიზიკა

- *ლ. ა ბ ე ს ა ლ ა შ ვ ი ლ ი, ნ. ა მ ა დ ლ ო ბ ე ლ ი, ლ. ა ხ ო ბ ა ძ ე, დ. გ ე რ ს ა მ ი ა, მ. დ ა ს ა ე ვ ა, რ. ს ა ლ უ ქ ე ვ ა ძ ე, მ. ჩ ა რ გ ე ი შ ვ ი ლ ი, ლ. ჩ ხ ა ი ძ ე, ო. შ უ ღ რ ა. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ნახევრად ავტომატური გამზომი სისტემის ბუშტოვან კამერებზე მიღებული ინფორმაციის დამუშავებასთან დაკავშირებული მეთოდური საკითხების გამოკვლევა 320

გეოფიზიკა

- *ი. ლ ო ნ დ ა ძ ე, რ. ი ნ ჯ გ ი ა, ა. მ ი კ ი რ ო ვ ე. ატმოსფეროს ოპტიკური სისქის ცვლილების კანონზომიერებათა გამოკვლევის ზოგიერთი შედეგი 324
- *გ. გ უ გ უ ნ ა ვ ა. კავკასიის გეოელექტრული აგებულება მაგნიტოტელურული მონაცემების მიხედვით 328
- *შ. თ ა ვ ა რ თ ქ ი ლ ა ძ ე, ო. ტ ა ტ ი შ ვ ი ლ ი. მაგნიტოტელურული ველის გამოთვლა ფენაში, რომლის ზედა საზღვარი საფეხურის ფორმისაა 332

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

*ვ. გაბუნია, ქ. ქართველიშვილი. გრავიტაციული ანომალიის V_{Δ} ინტერპრეტაციის შედეგების შესამოწმებელი კრიტერიუმი 336

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

*გ. ცინცაძე, ა. ცივაძე, ც. ხუგაშვილი, ა. სპირაოვი. ზოგიერთი მეტალის ფსევდოპალაოგენიდურ-დიმეთილაცეტამიდის კომპლექსების შთანთქმის ინფრაწითელი სპექტრები 339

ორგანული ქიმია

*ქ. ჩერქეზიშვილი, ლ. ნაფეტვარიძე, ი. გვერდწითელი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). Si—O—C დაჯგუფებაში ნახშირბადთან მდგომი რადიკალების სივრცითი ფაქტორისა და აცეტილენური ჯგუფის გავლენის შესწავლა Si—O ბმის სიმტკიცეზე 343

*ქრ. არეშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ე. ბენაშვილი, ქ. ჩხეიძე. ფენოლის ალკილირება ნ-პროპილის და იზოპროპილის სპირტებით სინთეზური ცელოიფების თანდასწრებით 348

*ლ. მამალაძე, ბ. გუდკოვი, ს. კიპერმანი. ტოლუოლის ჰიდრირების კინეტიკა და მექანიზმი ორთქლისებრ ფაზაში ნიკელის კატალიზატორზე 351

ფიზიკური ქიმია

*გ. კირაქაძე, გ. მოსაშვილი, ე. ნანობაშვილი. 1,4-ბუთანდიოლის რადიოლიზი 356

*გ. მაისურაძე, მ. ჩარკვიანი, გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), მ. ადოლაშვილი, ს. ჩხეიძე. სხვადასხვა იონჩანაცვლილი ცეოლიტის ფორმების ინფრაწითელი სპექტრებით შესწავლა 360

ელემენტოქიმია

*რ. აგლაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ჯ. შენგელია, ნ. შალიაქია. ანოლზე მინგანუმის ორჟანგისა და კათოლზე რკინის ერთობლივი მიღება 364

ფიზიკური გეოგრაფია

*ლ. მარუაშვილი. გეოლოგიური წარსულის კატასტროფული ღვარცოფების შესახებ 367

გეოლოგია

*რ. ფერაძე. გუმბრინის ჯგუფის ბენტონიტური თიხების საბადოთა გეოლოგიისა და პერსპექტიულობის საკითხისათვის 371

*ბ. თუთბერიძე. გოდერძის წყების ანალოგები ჯავახეთის ქედზე 375

საშენიანო მუშაობა

*ი. მარკელავი, ვ. ვარვარიუკი. მასალათა დინამიკური დენადობის ზღვარის გაზომვა ნარჩენი დეფორმაციის მეთოდით 380

საბადოთა დამუშავება და გამდიდრება

*ვ. კაშიბაძე, გ. ჩიქობავა. KM—100 და KM—87 კომპლექსებით გამაგრებულ წმენდითი სანგრევეების აეროდინამიკური წინაღობის გამოკვლევა 383

მეტალურგია

*ფ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემ. აკადემიკოსი), გ. ქაშაქაშვილი, ო. კვირიკაშვილი, ვ. სლადკოშტევევი, ო. სულაძე, ი. ჟორდანიანი. უწყვეტად ჩამოსხმული რადიალური სხმულის მეორადი გაცივების გავლენა სხმულების შიგა დეფექტებზე 388

*შ. რამიშვილი, ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), მ. კურიცი, ი. ქაჯაია. ენერგოძლოვანი პარამეტრების განგარიშება ტიუბინგების უწყვეტი ჩამოსხმისას 391

განაზნათმცოდნეობა

დ. თავხელიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. დემურიშვილი, ნ. დავითაშვილი. ბრტყელ ექვსკუთხედიან სხსრიან მექანიზმში მრუდმხარას არსებობის პირობები 393

*რ. ვარსიმაშვილი. არამრგვალი კონუსური კბილანური მოდების კვლევა, რომლის კბილები ორპარამეტრიანი მოვლებით იჭრება 400

*დ. დემეტრაძე. სრიალის დრეკადსაყრდენებიან, სწორკბილიან ცილინდრულ კბილანურ გადაცემებში წრიული და განივი რხევების ექსპერიმენტული კვლევა 404

ჰიდროტექნიკა

*თ. ამყოლაძე. მდინარის კალაბოტის უეცარი გაფართოების უბანზე გარღვევის ტალღის მოძრაობის ექსპერიმენტული გამოკვლევა 408

თბოტექნიკა

*ე. გომელაური (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), თ. მაგრაძე, ა. მიქაშაძე, ა. ხოშტარია, თ. ჭუჭულაშვილი. ხელოვნური ხაოიანობის მეთოდით გადახურებული ორთქლის თბოგაყვების ინტენსიფიკაციის ექსპერიმენტული გამოკვლევა 412

ელექტროტექნიკა

*ა. კოტია, გ. ვადაძე, კ. ბარამეტრული დენის წყაროს სქემების სინთეზის საკითხისათვის 415

*შ. ლუთიძე, ა. ხუნდაძე, გ. ცაგარელი, თ. ლეკიშვილი. განვიღვზნებიანი ელექტრული მანქანების ინდუქტივობის განგარიშების მეთოდი 420

*ე. ქაშაქაშვილი, გ. ლორთქიფანიძე, თ. ლეკიშვილი. ცირკულარული სიხშირული ტელემართვის სისტემის მიმღები მოწყობილობა 424

ავტომატური მართვა და გამომთვლითი ტექნიკა

*თ. ჩიხლაძე. მფრინავი აპარატის გასწვრივი მოძრაობის სტაბილიზაციის შესახებ მმართველ ძალებში დაგვიანების არსებობისას 427

ბოტანიკა

*თ. მარდალეიშვილი, გ. ქიქავა. მდინარე არაგვის აუზის მთამალის კლდის და ნაშალ-ლორდიანის მცენარეულობა 432

*ი. თუმაჯანოვი, რ. ბერიძე, ა. პოგოსიანი. *Veronica gentianoides* Vahl პოლიპლოიდური კომპლექსის, 48—ქრომოსომიანი მცირე კავკასიონის ციტოტიპის შესახებ 436

მცენარეთა ფიზიოლოგია

მ. ბრეგვაძე. ზოგიერთი მარადმწვანე მცენარის ფოთლების სუნთქვის ინტენსივობის ცვალებადობა გადაზამთრებასთან დაკავშირებით 437

ბიოფიზიკა

*ე. ბუტი, ქ. კოლხიდაშვილი, ქ. ჯულაყიძე, მ. ზაალიშვილი. ნატიური ტროპომოზონის მიერ აქტინის პოლიმერიზაციის პროცესის დამუხრუჭების შესწავლა 444

*ს. რიქვაი, გ. მოკროუსოვა. ორსახლიანი მცენარეების სქესობრივი დიმორფიზმის ზოგიერთი ბიოფიზიკური და ბიოქიმიური მაჩვენებელი 447

*ქ. გიგინეიშვილი, ი. გუდკოვი, ნ. ზეზინა. ცისტეინისა და β-მერკაპტო-ეთილამინის რადიოპროტექტორული მოქმედების დამოკიდებულება სულფიდრუ-ლი ჭვუფების დაგროვებასთან ბარდის ნაზარდების მერისტემულ ქსოვილებში 452

ბიოქიმიკა

*ე. უთურაშვილი. ფარნეზენის დინამიკა „სიდამწვრისადმი“ სხვადასხვა გამკლავების ვაშლის ნაყოფში 456

*ე. ბობოხიძე, მ. გორდეზიანი. გლუკოზისა და გლუტამატის ქანკვიტი გარ-დაქმნების ურთიერთკავშირის ხასიათი *Vitis Vinifera*-ს სახეობაში 459

ენტომოლოგია

*ნ. ლეკვეიშვილი. ციტრუსოვანთა ფოთლების ანატომიური სტრუქტურის გავლენა ზოგიერთი ფოსფორორგანული პრეპარატის მოქმედებაზე 463

ზოოლოგია

*გ. ქაჩაია. ზოგიერთი აკარიდის პრემიავინალური სისტემატიკის მორფოლოგიური დასაბუთება (გვარები *Acarus L.* და *Tyrophagus Ouds.*) 467

ციტოლოგია

*თ. ქორდანი. ადამიანის ბალანტიდიუმის (*Balantidium coli*) ბირთვის ფარ-თის და დნმ-ის ურთიერთდამოკიდებულების შესახებ გადათესვის დროს და გა-დათესვიდან 20 საათის შემდეგ 471

მასპარიმინტული მორფოლოგია

*ზიგ. ზურაბაშვილი, თ. ქურაძე. ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში ულტრა-სტრუქტურული ცვლილებები ადრეული ასაკის ბავშვთა პნევმონიის დროს 475

*თ. ქურაძე. პიპოთალამუსის მიდამოს სტრუქტურული ცვლილებები ადრეული ასაკის ბავშვთა პნევმონიის დროს 478

მასპარიმინტული მიწვევა

*ი.რ. ფალავა, გ. ცინცაძე, მ. ილურიძე-სტურუა. ელექტრული სისტოლის ფაზური სტრუქტურა ჯანმრთელ ბავშვებში 1 დღიდან 16 წლამდე 484

*რ. ბოკერი, გ. დუმბაძე, დ. დუგლაძე, ა. გაგუა, ა. კერძია, თ. ჯორბენაძე, ე. ბაგრატიონი, ლ. თევდორაძე, ც. ციცი-შვილი, მ. მაჭავარიანი. იზოლირებული ალო- და ქსენოლდიძლის ექსტ-რაკორპორალური პერფუზია ლვიძლის მწვავე უკმარისობის დროს 485

*ა. საგარაძიანი. ნატრიუმის, კალიუმის და ქლორის იონების აქტივობის ცვლი-ლება ვირუსული ჰეპატიტით დაავადებულების სანერწყვე ჭირკვლის სეკრეტში 492

*ნ. გოგებაშვილი, ე. ახვლედიანი, გ. ვარაზანაშვილი. ტოქსიკური ფაქ-ტორის გამოყოფა ვირთავის ორგანიზმში ტრავმული შოკის ადრეულ პერიოდებში 496

პალეობიოლოგია

*ლ. გაბუნია, დ. დაშხვევეგი. ფორსტერკუპერიას (*Hyracodontidae*) ოლი-გოცენური წარმომადგენელი მონოლოთიდან 500

ეკონომიკა

*რ. შელეგია, ც. ალთუნაშვილი. მოსახლეობაში ფულადი ნაშთის გამოვლინე-ბის ერთი ეკონომიურ-მათემატიკური მოდელის შესახებ 504

ლიტერატურის ისტორია

*ლ. ლორია. ახალი პოეტის ძიების საკითხისათვის ისიდორ დიუკასის „მომავალი წიგნის წინასიტყვაში“ 507

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- А. Г. Осидзе. О критерии χ^2 для проверки гипотезы относительно спектральной плотности гауссовского случайного процесса с неизвестными параметрами 273
- Ш. А. Хашимов. Скорость сходимости в оценке плотности вероятности и функции распределения 277
- З. А. Чантурия. Об абсолютной сходимости ряда коэффициентов Фурье-Хаара 281
- Д. Ж. Генев. Об отыскании оптимального управления для линейных и квазилинейных задач с фиксированным временем 285
- А. Б. Харазишвили. Абсолютно пульмерные множества, неизмеримые в смысле Лебега 289
- О. Н. Маисаиа. Теоремы существования в моментной теории упругости 293
- Т. В. Турашвили. Сведение проблемы разрешимости логики предикатов первой ступени к классу с асимметричными и иррефлексивными двухместными предикатами 297
- В. И. Пашковский. Кривые задачи для операторов, связанных с оператором Трикоми 301

МЕХАНИКА

- М. Ш. Микеладзе. Механика образования корки при непрерывной разливке стали на установках радиального типа 305

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

- Г. В. Джанани. Клинообразное тело с произвольно нагруженным острием 309

КИБЕРНЕТИКА

- Т. М. Джваршейшвили, Б. К. Мебуке. К вопросу об оптимальной организации обслуживания требований в многолинейной системе с потерями 313

ФИЗИКА

- Л. Н. Абесалашвили, Н. С. Амаглобели, Л. Т. Ахобадзе, Д. В. Герсамия, М. А. Дасаева, Р. Г. Салуквадзе, М. С. Чаргейшвили, Л. В. Чхайдзе, О. С. Шудра. Исследование методических вопросов, связанных с обработкой информации от пузырьковых камер на полуавтоматической измерительной системе Тбилисского государственного университета 371

ГЕОФИЗИКА

- Ю. А. Гонгадзе, Р. Г. Инджгия, А. Е. Микиров. Некоторые результаты исследования закономерностей изменения оптических толщ атмосферы 321

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

- Г. Е. Гугунава. Геоэлектрическое строение Кавказа по магнитотеллурическим данным 325
- Ш. А. Таварткиладзе, О. В. Гатишвили. Расчет магнитотеллурического поля в слое со ступенчатым изменением верхней границы 329
- В. П. Габуня, К. М. Картвелишвили. Критерий для проверки результатов интерпретации гравитационной аномалии V_{Δ} 333

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. В. Циццадзе, А. Ю. Цивадзе, Ц. Г. Хугашвили, А. Н. Смирнов. Инфракрасные спектры поглощения смешанных псевдогалогенидодиметилацетамидных комплексов некоторых мегаллов 337

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- К. И. Черкезишвили, Л. Д. Напетваридзе, И. М. Гвердцители (член-корреспондент АН ГССР). Изучение влияния пространственных факторов радикалов и ацетиленовой группы, стоящих у атома углерода, на прочность Si—O-связи в группировке Si—O—C 341
- Х. И. Арешидзе (академик АН ГССР), Е. М. Бенашвили, К. И. Чхеидзе. Алкилирование фенола *n*-пропиловым и изопропиловым спиртами в присутствии синтетических цеолитов 345
- Л. М. Мамаладзе, Б. С. Гудков, С. Л. Киперман. Кинетика и механизм гидрирования толуола на никелевом катализаторе в паровой фазе 349

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. Г. Чиракадзе, Г. А. Мосашвили, Е. М. Нанобашвили. Радиолиз 1,4-бутадиотиола 353
- Г. В. Майсурадзе, М. К. Чарквиани, Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), М. Г. Адолашвили, С. С. Чхеидзе. Инфракрасные спектры различных ионообменных форм цеолитов 357

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- Р. И. Агладзе (академик АН ГССР), Дж. Г. Шенгелия, Н. В. Шалякина. Совместное получение двуокиси марганца на аноде и железа на катоде 361

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

- Л. И. Маруашвили. О катастрофических селях геологического прошлого 365

ГЕОЛОГИЯ

- Р. В. Перадзе. К вопросу геологии и перспективности гумбрской группы месторождений бентонитовых глин 369
- Б. Д. Тутберидзе. Аналоги годердзской свиты на Джавахетском хребте 373

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- И. Б. Маркелов, В. В. Варварюк. Измерение динамического предела текучести материалов методом остаточных деформаций 377

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

- В. В. Кашибадзе, Г. Ш. Чикобава. Исследование аэродинамического сопротивления очистных забоев, оборудованных комплексами КМ-100 и КМ-87 381

МЕТАЛЛУРГИЯ

- Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР), Г. В. Кашакашвили, О. Н. Квирикашвили, В. Т. Сладкоштейн, О. Н. Суладзе, И. С. Жордания. Влияние режимов вторичного охлаждения на пораженность радиальных слитков внутренними дефектами 385
- Ш. Д. Рамишвили, Ф. Н. Тавадзе (академик АН ГССР), М. А. Курицкий, И. Д. Каджая. Расчет энергосиловых параметров при непрерывной разливке тубингов 389

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- * Д. С. Тавхелидзе, Н. В. Демуришвили, Н. С. Давиашвили. Условия существования кривошипа в шестизвенном плоском шарнирном механизме 395
- Р. Ш. Варсиашвили. Исследование зацепления некруглых конических колес, нарезаемых при двухпараметрическом огибании 397
- Д. Т. Деметрадзе. Экспериментальное исследование крутильных и поперечных колебаний в прямозубых цилиндрических зубчатых передачах с упругими опорами скольжения 401

ГИДРОТЕХНИКА

- Т. И. Амколадзе. Экспериментальное исследование движения волны прорыва на участке визального расширения русла 405

ТЕПЛОТЕХНИКА

- В. И. Гомелаури (член-корреспондент АН ГССР), Т. Ш. Маграквелидзе, А. Н. Микашавидзе, А. Г. Хошгария, Т. А. Чучулашвили. Экспериментальное исследование интенсификации теплоотдачи перегретого пара методом двухразмерной шероховатости 409

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- А. К. Котия, Г. В. Вадачкория. К вопросу синхронизации схем параметрических источников тока 413
- Ш. И. Лутидзе, А. М. Хундадзе, Г. Г. Цагарели, Т. Г. Лекишвили. Метод расчета индуктивностей при ортогональном возбуждении электрических машин 417
- В. П. Кашакашвили, Г. И. Лордкипанидзе, Т. Г. Лекишвили. Приемное устройство систем циркулярного частотного телеуправления 421

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- Т. М. Чихладзе. О стабилизации продольного движения летательного аппарата при наличии запаздывания в управляющих силах 425

БОТАНИКА

- Т. К. Мардалейшвили, Г. С. Кикава. Растительность скал и щебнисто-осыпных склонов высокогорий бассейна реки Арагви 429
- И. И. Тумаджанов, Р. К. Беридзе, А. И. Погосян. О 48-хромосомном цитотипе полиплоидного комплекса *Veronica gentianoides* Vahl с Малого Кавказа 433

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- * М. А. Брегвадзе. Дыхание листьев некоторых вечнозеленых растений в связи с зимостойкостью 439

БИОФИЗИКА

- Е. В. Бут, К. М. Қолхидашвили, К. Р. Джулакидзе, М. М. Заалишвили. Изучение торможения процесса полимеризации актина нативным тропонином 441

- С. Д. Рыжков, Г. И. Мокроусова. Некоторые биофизические и биохимические показатели полового диморфизма у двудомных растений 445
- К. А. Гигинейшвили, И. Н. Гудков, Н. В. Зезина. Зависимость противолучевого действия цистеина и β -меркаптоэтиламина от накопления сульфгидрильных групп в меристематических тканях проростков гороха 449
- Э. А. Утурашвили. Динамика фариезена в яблоках, отличающихся по стойкости к «загару» 453
- Е. А. Бобохидзе, М. Ш. Гордезиани. Изучение взаимосвязи окислительных превращений глюкозы и глутамата в виде *Vitis Vinifera* 457

ЭНТОМОЛОГИЯ

- Н. И. Леквейшвили. Влияние анатомической структуры листьев цитрусовых на действие некоторых фосфор-органических препаратов 451

ЗООЛОГИЯ

- Г. Ш. Каджая. Морфологическое обоснование преимагинальной систематики некоторых клещей-акарид (роды *Acarus* L. и *Tyrophagus* Ouds.) 465

ЦИТОЛОГИЯ

- Т. К. Жордания. Взаимоотношение площади ядра и количества ДНК *Balantidium coli* в час пересева и спустя 20 часов после пересева 469

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- Зиг. А. Зурабашвили, Т. А. Чурадзе. Ультраструктурные изменения в ЦНС при пневмонии в раннем детском возрасте 473
- Т. А. Чурадзе. Структурные изменения в гипоталамической области при пневмонии у детей грудного возраста (секционный материал) 477

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- И. К. Пагава (член-корреспондент АН ГССР), Г. И. Цицадзе, М. А. Плуридзе-Стура. Фазовая структура электрической систолы у здоровых детей в возрастном аспекте от 1 дня до 16 лет включительно 481
- * Р. И. Бокерия, Г. Г. Думбадзе, Д. И. Дугладзе, А. М. Гагуа, А. О. Кердзая, Т. А. Джорбенадзе, Э. Л. Багратиони, Л. Ш. Тевдорадзе, Ц. Д. Цицишвили, М. И. Мачавариани. Экстракорпоральная перфузия алло- и ксенопечени при острой печеночной недостаточности 488
- А. Л. Саградян. Изменение активности ионов натрия, калия и хлора в секрете слюнных желез у больных вирусным гепатитом 489
- Н. В. Гогобашвили, Г. Н. Ахвледиани, Г. А. Варазанашвили. Токсический фактор в организме крыс в ранние сроки травматического шока 493

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- Л. К. Габуния (академик АН ГССР), Д. Дашзэвэг. Об олигоценовом представителе *Forstercooperia* (*Hyracodontidae*) из Монголии 497

ЭКОНОМИКА

- Р. С. Шелегия, Ц. О. Алтунашвили. Об одной экономико-математической модели выявления денежных остатков у населения 501

ИСТОРИЯ ЛИТЕРАТУРЫ

- Л. А. Лория. К вопросу о поисках новой поэтики в «предисловии к будущей книге» Исидора Дюкасса

CONTENTS*

MATHEMATICS

A. G. Osidze. On the criterion of χ^2 for the test of hypothesis with respect to the spectrum of a Gaussian random process with unknown parameters	275
Sh. A. Hashimov. The rate of convergence in the estimation of density of probability and of distribution functions	280
Z. A. Chanturia. On the absolute convergence of the series of Fourier-Haar coefficients	284
D. Zh. Genev. On optimal control search for fixed-time linear and quasi-linear problems	288
A. B. Kharazishvili. Absolutely zero-dimensional sets, not measurable in Lebesgue's sense	291
O. I. Maisaia. Existence theorems in the moment theory of elasticity	296
T. V. Turashvili. Reduction of the decision problem of the first order predicate calculus to a class with asymmetrical and irreflexive binary predicates	300
V. I. Pashkovski. Boundary value problems for operators connected with the Tricomi operator	304

MECHANICS

M. Sh. Mikeladze. Mechanics of crustification in continuous steel-casting on radial installations	308
---	-----

THEORY OF ELASTICITY

G. V. Jaiani. On a wedge-shaped body loaded arbitrarily along the edge	312
--	-----

CYBERNETICS

T. M. Jvarsheishvili, B. K. Mebuke. Concerning the optimal organization of arrival service in a multilinear system with losses	316
--	-----

PHYSICS

L. N. Abesalashvili, N. S. Amaglobeli, L. T. Akhobadze, D. V. Gersamia, M. A. Dasaeva, R. G. Salukvadze, M. S. Chargeishvili, L. B. Chkhaidze, O. S. Shudra. Study of methodological problems related to the processing of data from chambers on a semiautomatic measuring system of Tbilisi State University	320
---	-----

GEOPHYSICS

Yu. A. Gongadze, R. G. Injgia, A. E. Mikirov. Some results of studying the regularities of the change of the optical thickness of the atmosphere	324
--	-----

* A title marked with an asterisk refers to the summary of the article.

- G. E. Gugunava. Geoelectric structure of the Caucasus according to magnetotelluric data 328
- Sh. A. Tavartkiladze, O. V. Tatishvili. Calculation of the magnetotelluric field in a layer with stepped variation of the upper boundary 332
- V. P. Gabunia, K. M. Kartvelishvili. Criteria for the verification the results of interpretation of gravitational anomaly V_{Δ} 336

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- G. V. Tsintsadze, A. Yu. Tsivadze, Ts. G. Khugashvili, A. N. Smirnov. Infrared absorption spectra of mixed pseudohalogen-dimethyl-acetamide complexes of some metals 339

ORGANIC CHEMISTRY

- K. I. Cherkezishvili, L. D. Napetvaridze, I. M. Gverdtsiteli. Study of the effect of the steric factor of radicals directly connected with carbon and the effect of the acetylenic group in the Si-O-C grouping on the Si-O-bond 343
- Kh. I. Areshidze, E. M. Benashvili, K. I. Chkheidze. Phenol alkylation by the N-propyl and isopropyl alcohols in the presence of synthetic zeolites 348
- L. M. Mamaladze, B. S. Gudkov, S. L. Kiperman. The kinetics and mechanism of toluene hydrogenation on nickel catalyst in vapour phase 352

PHYSICAL CHEMISTRY

- G. G. Chirakadze, G. A. Mosashvili, E. M. Nanobashvili. Radiolysis of 1,4-butane dithiol 356
- G. V. Maisuradze, M. K. Charkviani, G. V. Tsitsishvili, M. G. Adolashvili, S. S. Chkheidze. Infrared spectra of different ion-exchange forms of zeolites 360

ELECTROCHEMISTRY

- R. I. Agladze, J. G. Shengelia, N. V. Shalyakina. Joint obtaining of manganese dioxide on the anode and iron on the cathode 364

PHYSICAL GEOGRAPHY

- L. I. Maruashvili. On catastrophic mudflows of the geologic past 368

GEOLOGY

- P. V. Peradze. Concerning the geology and the prospects of the Gumbri group of bentonitic clay deposits 371
- B. D. Tutberidze. On the extent on of the analogues of the Goderdzi suite on the Javakheti ridge 375

STRUCTURAL MECHANICS

- I. B. Markelov, V. V. Varvayuk. Measurement of the dynamic flow limit of materials by the method of residual deformations 380

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

- V. V. Kashibadze, G. Sh. Chikobava. Study of the aerodynamic drag of breakage faces equipped with KM-100 and KM-87 complexes 383

METALLURGY

- F. N. Tavadze, G. V. Kashakashvili, O. N. Kvirikashvili, V. T. Sladkoshteev, O. N. Suladze, I. S. Zhordania. The influence of secondary cooling regimes on the appearance of internal defect in curved mold-type machine cast ingots 388
- Sh. D. Ramishvili, F. N. Tavadze, M. A. Kuritski, I. D. Kajaia. Calculation of power parameters in continuous casting of tubings 391

MACHINE BUILDING SCIENCE

- D. S. Tavkhelidze, N. V. Demurishvili, N. S. Davitashvili. The conditions for the existence of a crank in six-link plane joint mechanisms 395
- R. Sh. Varsimashvili. A study of the gearing of non-circular bevel gears cut for double-parametric enveloping 400
- D. T. Demetradze. Experimental investigation of transverse and torsional oscillations of spur gear with elastically yielding slide bearings 404

HYDRAULIC ENGINEERING

- T. I. Amkoladze. Experimental investigation of breaking-wave motion at the section of sudden bed expansion 408

HEAT ENGINEERING

- V. I. Gomelauri, T. Sh. Magrakvelidze, A. N. Mikashavidze, A. G. Khoshtaria, T. A. Chuchulashvili. Experimental investigation of intensification of heat transfer of superheated steam by the method of twodimensional roughness 412

ELECTROTECHNICS

- A. K. Kotia, G. V. Vadachkoria. On synthesis of parametric current source circuits 415
- Sh. I. Lutidze, A. M. Khundadze, G. G. Tsagareli, T. G. Lekishvili. A method of inductance calculation under orthogonal excitation of electric machines 420
- V. P. Kashakashvili, G. I. Lordkipanidze, T. G. Lekishvili. A receiver of circular frequency remote control systems 424

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- T. M. Chikhladze. On the stabilization of the longitudinal motion of a flying machine with delay in controlling forces 428

BOTANY

- T. K. Mardaleishvili, G. S. Kikava. Vegetation of rocks and debris-and-talus hillsides of the highlands of the Aragvi river basin 432

- I. I. Tumajanov, R. K. Beridze, A. I. Pogosyan. On the 48 chromosomal cytotype of the polyploid complex *Veronica gentianoides* Vahl in the Lesser Caucasus 436

PLANT PHYSIOLOGY

- M. A. Bregvadze. Respiration of leaves of some evergreen plants in relation to their winter hardiness 439

BIOPHYSICS

- E. V. But, K. M. Kolkhidashvili, K. R. Julakidze, M. M. Zaalishvili. A study of the inhibitory action of native tropomyosin on the polymerization of actin 444
- S. D. Ryzhkov, G. I. Mokrousova. Some biophysical and biochemical indices of sexual dimorphism in dioecious plants 447
- K. A. Gigineishvili, I. N. Gudkov, N. V. Zezina. Dependence of radioprotector action of cysteine and β -mercaptoethylamine on accumulation of sulphhydryl groups in meristematic tissues of pea sprouts 452

BIOCHEMISTRY

- E. A. Uturashvili. The dynamics of farnesene in the apple skin of some varieties notable for their resistance to scald 456
- E. A. Bobokhidze, M. Sh. Gordeziani. On the nature of the oxidative transformation of glucose and glutamate in *Vitis Vinifera* 460

ENTOMOLOGY

- N. I. Lekveishvili. The influence of the anatomic structure of citrus leaves on the action of some phosphorus organic preparation 463

ZOOLOGY

- G. Sh. Kadzhaia. Morphological ground for preimaginal taxonomy of some acaridae (genera *Acarus* L. and *Tyrophagus* Ouds.) 468

CYTOLOGY

- T. K. Zhordania. Relationship of the nuclear area and the quantity of DNA of the *Balantidium coli* during the hour of cultivation and 20 hours after recultivation 472

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- Zig. A. Zurabashvili, T. A. Churadze. Ultrastructural changes in the central nervous system during pneumonia in infants 476
- T. A. Churadze. Structural changes of the hypothalamus occurring in infants suffering from pneumonia 479

EXPERIMENTAL MEDICINE

- I. K. Pagava, G. I. Tsintsadze, M. I. Iluridze-Sturua. Phase structure of the electric systole in healthy children aged from 1 day to 16 years including 484

- R. I. Bokeria, G. G. Dumbadze, D. I. Dugladze, A. M. Gagua, A. O. Kerdziaia, T. A. Jorbenadze, E. L. Bagrationi, L. Sh. Tevdoradze, Ts. D. Tsitsishvili, M. I. Machavariani. Extracorporeal perfusion of allo- and xenoliver during acute hepatic failure 488
- A. L. Sagrdyan. Variation of sodium-, potassium- and chlorine ion activity in the salivary gland secretion of patients with infections hepatitis 492
- N. V. Gogebashvili, E. N. Akhvlediani, G. A. Varazanashvili. Toxic factor in the rat's organism in early periods of traumatic shock 496

PALAEOBIOLOGY

- L. K. Gabunia, D. Dashzeveg. On the Oligocene representative of *Forstercooperia* (*Hyracodontidae*) from Mongolia 500

ECONOMICS

- R. S. Shelegia, Ts. O. Altunashvili. On an economical-mathematical model of identification of surplus earnings among the population 504

HISTORY OF LITERATURE

- L. A. Loria. Concerning the search for new poetics in "Préface à un livre futur" by Isidore Ducasse 507

А. Г. ОСИДЗЕ

О КРИТЕРИИ χ^2 ДЛЯ ПРОВЕРКИ ГИПОТЕЗЫ
 ОТНОСИТЕЛЬНО СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ
 ГАУССОВСКОГО СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА С
 НЕИЗВЕСТНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Целидзе 18.1.1974)

1. Пусть требуется на основе одной реализации X_T , конечной длины T , стационарного гауссовского процесса $X(t)$ проверить гипотезу о том, что спектральная плотность процесса $X(t)$ имеет вид $f(\lambda)$, $\lambda \in \Lambda$, где $\Lambda = [-\pi, \pi]$ в случае дискретного временного параметра ($t=0, \pm 1$;) и $\Lambda = (-\infty, \infty)$ в случае непрерывного временного параметра ($-\infty < t < \infty$). Здесь $X_T = \{X(1), \dots, X(T)\}$ в случае дискретного t и $X_T = \{X(t) \mid 0 \leq t \leq T\}$ в случае непрерывного t . Предполагается также, что $EX(t) = 0$.

В этих целях можно воспользоваться методом, предлагаемым в [1], который для рассматриваемого нами случая можно обобщить следующим образом. Пусть $H_1(\lambda), \dots, H_m(\lambda)$ — ортонормированная система функций на Λ . Тогда, следуя [2], легко показать, что при очень широких условиях, налагаемых на $H_j(\lambda)$ и $f(\lambda)$, вектор $\sqrt{T} \underline{\Phi} = \sqrt{T} \{\Phi_{1T}, \dots, \Phi_{mT}\}$

где
$$\Phi_{jT} = \frac{1}{\sqrt{4\pi}} \int_{\Lambda} H_j(\lambda) \frac{I_T(\lambda) - f(\lambda)}{f(\lambda)} d\lambda,$$

$$I_T(\lambda) = \frac{1}{2\pi T} \left| \sum_{t=1}^T X(t) e^{it\lambda} \right|^2 \text{ при дискретном } t$$

$$\text{и } I_T(\lambda) = \frac{1}{2\pi T} \left| \int_0^T X(t) e^{it\lambda} d\lambda \right|^2 \text{ при непрерывном } t,$$

при $T \rightarrow \infty$ имеет m -мерное нормальное распределение $N(0, I)$. Следовательно, для проверки гипотезы о $f(\lambda)$ можно воспользоваться статистикой

$$T \sum_{j=1}^m (\Phi_{jT})^2. \tag{1}$$

при $T \rightarrow \infty$, имеющей χ^2 распределение с m степенями свободы. Однако в случае, когда $f(\lambda)$ зависит от некоторого числа, скажем P , неизвест-

კ. შარქისის საბ. საქ. სსრ
 სახელმწიფო ბიბლიოთეკა

ных параметров $\underline{\theta} = (\theta_1, \dots, \theta_p)$, т. е. $f(\lambda) = f(\lambda, \underline{\theta})$, в статистике (1) значения неизвестных параметров $\underline{\theta}$ следует заменить ее более или менее разумными оценками. Оказалось, однако, что здесь мы сталкиваемся с теми же трудностями, что и в классическом случае проверки гипотезы о функции распределения (см. [3]). Так, например, нами было показано [4], что если в качестве оценок неизвестных параметров $\underline{\theta}$ использовать оценки максимального правдоподобия (см. их определение в случае дискретного t в [5] и в случае непрерывного t в [6]), то предельное распределение статистики (1) отлично от χ^2 распределения (ср. [7]). Но оказывается, что если в качестве оценок $\underline{\theta}$ использовать оценки минимума χ^2 или какие-нибудь асимптотически эквивалентные им оценки, то статистика (1) опять будет иметь χ^2 распределение, однако уже с $m-p$ степенями свободы. В качестве таких оценок мы предлагаем оценки $\bar{\underline{\theta}} = (\bar{\theta}_1, \dots, \bar{\theta}_p)$, являющиеся корнями относительно $\underline{\theta}$ системы уравнений

$$B' \underline{\Phi} = 0, \quad (2)$$

где B — матрица с элементами

$$b_{jk} = \frac{1}{\sqrt{4\pi}} \int_{\Lambda} H_j(\lambda) \frac{\partial}{\partial \theta_k} \log f(\lambda) d\lambda, \quad \begin{matrix} j = \overline{1, m}, \\ k = \overline{1, p}. \end{matrix}$$

Можно показать, что при довольно широких условиях оценки $\bar{\underline{\theta}}$ асимптотически эквивалентны тем значениям $\underline{\theta}$, при которых статистика (1) принимает минимальное значение (такие значения и называем мы оценками минимума χ^2), и что при достаточно большом T с вероятностью, близкой к единице, существуют корни системы уравнений (2), являющиеся состоятельными оценками $\underline{\theta}$.

Однако на этом вопросе мы не будем задерживаться.

2. Предположим, что матрица B имеет ранг p при $\underline{\theta} \in \Theta$, где Θ — область возможных значений параметра $\underline{\theta}$ и, следовательно, матрица $B'B$ не вырождена. Тогда при некоторых условиях регулярности и с учетом состоятельности $\bar{\underline{\theta}}$ можно доказать, что

$$\lim_{T \rightarrow \infty} T \| \text{cov}(\bar{\theta}_i, \bar{\theta}_j) \| = (B'B)^{-1}. \quad (3)$$

При этом нетрудно показать, что имеет место следующее асимптотическое равенство:

$$\sqrt{T} (\bar{\underline{\theta}} - \underline{\theta}) = \sqrt{T} (B'B)^{-1} B' \underline{\Phi} + o_p(1), \quad (4)$$

где слагаемое $o_p(1)$ при $T \rightarrow \infty$ стремится к 0 по вероятности. Тогда имеет место следующая



Теорема. При указанных выше условиях статистика

$$T \sum_{j=1}^m (\Phi_{jT}(\bar{\theta}))^2$$

при $T \rightarrow \infty$ имеет χ^2 распределение с $m-p$ степенями свободы.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 18.1.1974)

მათემატიკა

ა. ოსიძე

χ^2 კრიტერიუმის შემსახებ, როცა გაუსის შემთხვევითი პროცესის სპექტრი დამოკიდებულია უცნობ პარამეტრებზე

რეზიუმე

განხილულია

$$T \sum_{j=1}^m (\Phi_{jT}(\bar{\theta}))^2 \tag{1}$$

სტატისტიკის ზღვრული განაწილება, სადაც $\bar{\theta}$ არის უცნობი პარამეტრების შეფასება, მიღებული მინიმუმ χ^2 -ის მეთოდით. დამტკიცებულია თეორემა, რომ (1) სტატისტიკის ზღვრული განაწილება, როცა $T \rightarrow \infty$, არის χ^2 განაწილება $m-p$ თავისუფლების ხარისხით.

MATHEMATICS

A. G. OSIDZE

ON THE CRITERION OF χ^2 FOR THE TEST OF HYPOTHESIS WITH RESPECT TO THE SPECTRUM OF A GAUSSIAN RANDOM PROCESS WITH UNKNOWN PARAMETERS

Summary

Considered is the limit distribution of the statistics

$$T \sum_{j=1}^m \left\{ \int_{\Lambda} H_j(\lambda) \frac{I_j(\lambda) - f(\lambda, \bar{\theta})}{f(\lambda, \bar{\theta})} d\lambda \right\}^2 \tag{1}$$

where $\bar{\theta}$ is the estimate of the minimum of χ^2 . It is proved in the theorem that the χ^2 distribution with $m-p$ degrees of freedom is the limit distribution of statistics (1).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Хеннан. Анализ временных рядов. М., 1964.
2. И. А. Ибрагимов. Теория вероятности и ее применения, VIII, 4, 1963, 391—430.
3. Г. Крамер. Математические методы статистики. М., 1948.
4. А. Г. Осидзе. Сообщения АН ГССР, 74, № 2, 1974, 2773—276.
5. P. Whittle. Ark. Mat., 2, 1953, 423—434.
6. К. О. Джапаридзе. Теория вероятности и ее применения, XV, 3, 1970, 545—554.
7. Д. М. Чибисов. Теория вероятности и ее применения, XVI, I, 1971.



Ш. А. ХАШИМОВ

СКОРОСТЬ СХОДИМОСТИ В ОЦЕНКЕ ПЛОТНОСТИ
 ВЕРОЯТНОСТИ И ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Гокиели 13.11.1973)

1. Пусть x_1, x_2, \dots, x_n — независимые одинаково распределенные случайные величины с неизвестной функцией распределения $F(x)$. Через $F_n(x)$ обозначим обычную эмпирическую функцию распределения.

Для оценки неизвестной плотности вероятности (пл. вер.) $F'(x) = f(x)$ рассмотрим статистику

$$\hat{f}_n(x) = \frac{1}{h(n)} \int_{-\infty}^{\infty} K\left(\frac{x-y}{h(n)}\right) dF_n(y),$$

где $h(n)$ — некоторая последовательность положительных чисел, такая, что $\lim_{n \rightarrow \infty} h(n) = 0$, а $K(x)$ — функция из определяемого ниже класса функций.

Положим

$$k(t) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{itx} K(x) dx, \quad G_\nu(K) = \int_0^{\infty} x^\nu \cdot K(x) dx, \quad \nu \geq 0.$$

Целью настоящей заметки является уточнение одной работы В. Г. Алексеева [1] и получение скорости сходимости в работах Э. А. Надарая [2, 3].

2. Пусть U'_r — множество функций $f(x)$, имеющих производные до r -го ($r=1, 2, 3, \dots$) порядка включительно, причем

$$\sup_{-\infty < x < \infty} |f^{(r)}(x)| = A_r < \infty,$$

а U''_r — множество функций $f(x)$, имеющих производные до r -го ($r=0, 1, 2, \dots$) порядка включительно и

$$f^{(r)}(x) \in \text{Lip } \alpha, \quad 0 < \alpha \leq 1, \quad (f^{(0)}(x) \equiv f(x)).$$

Определим следующие классы функций:

Класс K' . $K(x) \in K'$, если

- а) $|K(x)|$ — невозрастающая функция в отрезке $x \in [-a_1, 0)$ и неубывающая функция в отрезке $x \in [0, a_2]$ или
- б) $|K(x)|$ — неубывающая или невозрастающая функция в отрезке $x \in [-a_1, a_2]$, где $0 < a_1, a_2 < \infty$,

в) $\sup_{-\infty < x < \infty} |K(x)| \cdot |x|^{r+2} = B < \infty, \quad r=0, 1, 2, \dots$

Класс K'' . $K(x) \in K''$, если

$$k_r = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{1 - k(t)}{|t|^r} < \infty, \quad k_r \neq 0.$$

Заметим, что такая характеристика для изучения свойств оценок пл. вер. и спектральной плотности была введена в работах [4,5].

Класс K''' . $K(x) \in K'''$, если

$$K(x) = K(-x), \quad \int_0^{\infty} K(x) dx = \frac{1}{2}, \quad \text{и при } 2l < \beta \leq 2(l+1), \quad l=1, 2, \dots$$

$$G_2(K) = G_4(K) = \dots = G_{2l}(K) = 0, \quad \text{где } \beta = r + \alpha.$$

Теорема 1. Если $f(x) \in U_r'$ и $K(x) \in K' \cap K''$, то с вероятностью 1 (в.1) при $n \rightarrow \infty$

$$\sup_{-\infty < x < \infty} |\hat{f}_n(x) - f(x)| = O(h^r(n)).$$

Теорема 2. Если $f(x) \in U_r'$ и $K(x) \in K' \cap K'''$, то с в. 1.

$$\sup_{-\infty < x < \infty} |\hat{f}_n(x) - f(x)| = O(h^\beta(n)) \quad \text{при } n \rightarrow \infty.$$

Замечание 1. Если в теоремах 1, 2 подходящим образом выбрать $h(n)$, то получим результат В. Г. Алексева [1]. Кроме того, если выполняются условия, наложенные В. Г. Алексевым на $K(x)$ (т. е. $K(x) \in K'''$) для оценки смещения, то $K(x) \in K''$. Например, для $r=2$ это показано в работе Е. Парзена [4].

Замечание 2. Аналогичные результаты получены и для оценки производной $f'(x)$.

3. Пусть x_1, x_2, \dots, x_n — независимые одинаково распределенные случайные величины с функцией распределения $F(x)$.

В качестве приближения по эмпирическим данным функции распределения $F(x)$ примем статистику

$$\tilde{F}_n(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H\left(\frac{x-x_i}{h(n)}\right),$$

где $H(x)$ — некоторая функция распределения.

Отметим, что такая оценка впервые была введена в работе [2].

Теорема 3. Если $F(x) \in \text{Lip } \alpha_1, \quad 0 < \alpha_1 \leq 1$ (т. е. $|F(x) - F(y)| \leq c_1|x-y|$ для любых двух точек прямой).

$$\beta_{\alpha_1} < \infty \quad \text{и} \quad h(n) = \left(\frac{\ln n}{n}\right)^{(1/2\alpha_1)},$$

то с в. 1

$$\sup_{-\infty < x < \infty} |\tilde{F}_n(x) - F(x)| \leq (c_1 + c_2) \beta_{\alpha_1} \sqrt{\frac{\ln n}{n}},$$

где $\beta_{\alpha_1} = \int_{-\infty}^{\infty} |y|^{\alpha_1} dH(y), c_2$ — абсолютная постоянная из леммы 2 работы [6].

4. Пусть $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ — двумерные независимые одинаково распределенные случайные величины с функцией распределения

$$F(x, y) = \int_{-\infty}^x \int_{-\infty}^y f(x, y) dx dy.$$

Обозначим через $S_n(x, y)$ эмпирическую функцию распределения, определенную следующим образом: $n \cdot S_n(x, y)$ есть число таких (x_i, y_i) , что $x_i < x, y_i < y$. В качестве приближения по эмпирическим данным теоретической пл. вер. $f(x, y)$ рассмотрим класс статистик

$$f_n(x, y) = \frac{1}{h_1(n) \cdot h_2(n)} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} K_1\left(\frac{x_1 - x}{h_1(n)}\right) K_2\left(\frac{y_1 - y}{h_2(n)}\right) dS_n(x_1, y_1).$$

Здесь $h_1(n), h_2(n)$ — две последовательности чисел, такие, что $\lim_{n \rightarrow \infty} h_1(n) = 0, \lim_{n \rightarrow \infty} h_2(n) = 0$, а $K_1(x), K_2(y)$ — функции из определяемого ниже класса функций.

Положим

$$k_j(t_j) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{it_j x} K_j(x) dx, \quad G_j^{(\nu)}(K_j) = \int_0^{\infty} x^\nu \cdot K_j(x) dx, \quad \nu \geq 0, \quad j=1, 2.$$

Пусть V_s' — множество функций $f(x, y)$, имеющих производные

$$\frac{\partial^s f(x, y)}{\partial x^{s-e} \partial y^e}, \quad (s=1, 2, \dots, l=0, 1, 2, \dots), \text{ причем}$$

$$\text{Sup}_{(x, y)} \left| \frac{\partial^s f(x, y)}{\partial x^{s-e} \partial y^e} \right| = A_{r,e} < \infty,$$

а V_s'' — множество функций $f(x, y)$, имеющих производные $\frac{\partial^s f(x, y)}{\partial x^{s-e} \partial y^e}$ ($s=0, 1, 2, \dots, l=0, 1, 2, \dots$), и для любых точек $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ выполнено неравенство

$$\left| \frac{\partial^s f(x_1, y_1)}{\partial x_1^{s-e} \partial y_1^e} - \frac{\partial^s f(x_2, y_2)}{\partial x_2^{s-e} \partial y_2^e} \right| \leq A(|x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|),$$

где A — некоторая постоянная.

Класс T' . $K_j(x) \in T'$, если

а) $|K_j(x)|$ — невозрастающие функции в интервалах $[-a_j^{(l)}, 0)$ и неубывающие функции в интервалах $[0, a_j^{(l)}]$ или

б) $|K_j(x)|$ — неубывающие или невозрастающие функции в интервалах $[-a_j^{(l)}, a_j^{(l)}]$, где $0 < a_j^{(l)}, a_j^{(l)} < \infty, j=1, 2$,

в) $\text{Sup}_x |K_1'(x)| \cdot |x|^{s-l+2} = B_1 < \infty, \text{Sup}_x |K_2'(x)| \cdot |x|^{e+2} = B_2 < \infty$.

Класс T'' . $K_j(x) \in T''$, если

$$k_{s,e} = \lim_{\substack{|t_1| \rightarrow 0 \\ |t_2| \rightarrow 0}} \frac{1 - k_1(t_1) \cdot k_2(t_2)}{|t_1|^{s-e} \cdot |t_2|^e} < \infty.$$

Класс T''' . $K_j(x) \in T'''$, если

$$K_j(x) = K_j(-x), \quad \int_0^{\infty} K_j(x) dx = \frac{1}{2}, \quad j=1, 2, \text{ и при}$$

$$2l < (s+1) \leq 2(l+1), \quad l=1, 2, \dots$$

$$G_{\frac{1}{2}}^{(1)}(K_1) = G_{\frac{1}{4}}^{(1)}(K_1) = \dots = G_{\frac{1}{2^l}}^{(1)}(K_1) = 0,$$

$$G_{\frac{1}{2}}^{(2)}(K_2) = G_{\frac{1}{4}}^{(2)}(K_2) = \dots = G_{\frac{1}{2^l}}^{(2)}(K_2) = 0.$$

Теорема 4. Если $f(x, y) \in V'_s$ и $K_j(x) \in T' \cap T''$, то с в. I при $n \rightarrow \infty$

$$\sup_{(x, y)} |f_n(x, y) - f(x, y)| = O(h_1^{s-\epsilon}(n) \cdot h_2^{\epsilon}(n)).$$

Теорема 5. Если $f(x, y) \in V''_s$ и $K_j(x) \in T' \cap T'''$, то с в. I при $n \rightarrow \infty$

$$\sup_{(x, y)} |f_n(x, y) - f(x, y)| = O(h_1^{s-\epsilon+1}(n) \cdot h_2^{\epsilon+1}(n)).$$

Академия наук УзССР

Институт математики им. В. И. Романовского

(Поступило 29.11.1973)

მათემატიკა

შ. ხაშიმოვი

ბანაწილების ფუნქციისა და ბანაწილების სიმკვრივის
 შეფასებათა კრებადობის სიჩქარის შესახებ

რეზიუმე

დადგენილია განაწილების ფუნქციისა და სიმკვრივის პარზენის ტიპის
 შეფასებათა თანაბრად კრებადობის სიჩქარის რიგი.

MATHEMATICS

Sh. A. HASHIMOV

THE RATE OF CONVERGENCE IN THE ESTIMATION OF
 DENSITY OF PROBABILITY AND OF DISTRIBUTION
 FUNCTIONS

Summary

The rate of convergence is uniformly metric; the estimates of distribution functions and density of probability are investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Г. Алексеев. Матем. заметки, 12, 5, 1972.
2. Э. А. Надарая. Теория вероят. и ее примен., IX, 3, 1964.
3. Э. А. Надарая. Теория вероят. и ее примен., XV, I, 1970.
4. E. Parzen. Ann. Math. Statist., 33, 3, 1962.
5. Э. Хеннан. Анализ временных рядов. М., 1974.
6. A. Dvoretzky, J. Kiefer, J. Wolfowitz. Ann. Math. Statist., 27, 3, 1956.



З. А. ЧАНТУРИЯ

ОБ АБСОЛЮТНОЙ СХОДИМОСТИ РЯДА КОЭФФИЦИЕНТОВ
 ФУРЬЕ—ХААРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 22.1.1974)

Пусть $\{\chi_n(t)\}_{n=0}^\infty$ — система Хаара (см. [1], стр. 54 или [2], стр. 358). Обозначим через $a_n(f)$ коэффициенты Фурье—Хаара функции $f(t) \in L(0, 1)$. Настоящая статья посвящена вопросу сходимости рядов

$$\sum_{n=1}^{\infty} |a_n(f)|^\gamma \tag{1}$$

и

$$\sum_{n=1}^{\infty} n^\alpha |a_n(f)|. \tag{2}$$

З. Чисельский и Ю. Муснелак [3] показали, что условие

$$\sum_{n=1}^{\infty} n^{-\gamma/2} \omega_1\left(\frac{1}{n}, f\right) < \infty$$

$(\omega_1(\delta, f))$ — интегральный модуль непрерывности функции $f(t)$ влечет за собой сходимость ряда (1) при $\gamma < 1$, а условие

$$\sum_{n=1}^{\infty} n^{\alpha-(1/2)} \omega_1\left(\frac{1}{n}, f\right) < \infty$$

— сходимость ряда (2). Они также показали, что если $f(t) \in \text{Lip } \alpha$ ($0 < \alpha \leq 1$) и $f(t) \in V_p(0, 1)$, $1 \leq p < 2$, то (1) сходится при $\gamma = 1$ (определение классов V_p см. в [4] или [5], стр. 1290).

П. Л. Ульяинов [2] доказал, что для случая $f(t) \in V(0, 1) \equiv V_1(0, 1)$ требование $f(t) \in \text{Lip } \alpha$ является излишним. Он доказал, что при $f(t) \in V(0, 1)$ ряд (1) сходится при $\gamma > \frac{2}{3}$, но не обязательно для $\gamma = \frac{2}{3}$, а ряд (2) сходится для $\alpha < \frac{1}{2}$, но не обязательно для $\alpha = \frac{1}{2}$.

Б. И. Голубов [5] доказал, что если $f(t) \in V_p$ ($p \geq 1$), то ряд (1) сходится при $\gamma > \frac{2p}{2+p}$, а ряд (2) — при $\alpha < \frac{1}{p} - \frac{1}{2}$; для $\gamma = \frac{2p}{2+p}$ и $\alpha = \frac{1}{p} - \frac{1}{2}$ утверждение теряет силу.

Для того чтобы сформулировать основные результаты работы, введем некоторые определения.

В дальнейшем рассматриваем всюду ограниченные функции $f(t)$, которые в точках разрыва первого рода удовлетворяют условию

$$\min \{f(t_0-0), f(t_0+0)\} \leq f(t_0) \leq \max \{f(t_0-0), f(t_0+0)\}.$$

Класс таких функций обозначим через $\tilde{M}(0, 1)$.

Определение. Модулем изменения функции $f(t) \in \tilde{M}(0, 1)$ называется функция целочисленного неотрицательного аргумента $\nu(n, f)$, определенная следующим образом:

$$\nu(0, f) = 0,$$

а при $n \geq 1$

$$\nu(n, f) = \sup_{\Pi_n} \sum_{k=0}^{n-1} |f(t_{2k+1}) - f(t_{2k})|,$$

где Π_n — произвольное разбиение интервала $(0, 1)$ на n непересекающихся интервалов (t_{2k}, t_{2k+1}) , $k=0, 1, \dots, n-1$.

Для того чтобы данная функция целочисленного неотрицательного аргумента была модулем изменения некоторой функции, необходимо и достаточно, чтобы она была неубывающей и выпуклой вверх функцией [6]. Такие функции будем называть модулем изменения.

Пусть дан модуль изменения $\nu(n)$. Класс функций, для каждой из которых $\nu(n, f) = 0$ ($\nu(n)$), будем обозначать через $V[\nu(n)]$.

В [6] мы получили для $f(t) \in C(0, 1)$ оценку сверху модуля изменения через модуль непрерывности. Справедлива также оценка снизу через интегральный модуль непрерывности.

Теорема 1. Для любого $f(t) \in \tilde{M}(0, 1)$ справедлива оценка

$$\nu(n, f) \geq An \omega_1 \left(\frac{1}{n}, f \right), \quad n \geq 1,$$

где A — некоторая положительная постоянная, не зависящая от n .

Укажем теперь условия для сходимости рядов (1) и (2).

Теорема 2. Если модуль изменения функции удовлетворяет условию

$$\sum_{n=1}^{\infty} n^{-(3/2)\gamma} [\nu(n, f)]^\gamma < \infty,$$

то ряд (1) сходится.

В силу теоремы 1 при $\gamma \leq 1$ эта теорема является следствием теоремы Чисельского и Муснелака. В силу же включения ([6])

$$V_p \subset V[n^{1-(1/p)}] \quad (3)$$

из теоремы 2 следует вышеупомянутый результат Голубова.

Теорема 2 в некотором смысле окончательна, так как имеет место Теорема 3. Если модуль изменения $\nu(n)$ удовлетворяет условию

$$\sum_{n=1}^{\infty} n^{-(3/2)\gamma} [\nu(n, f)]^\gamma = \infty$$

и при $\gamma < 1$ дополнительно условию: существует такое $\beta < 1$, что для любого $n \geq n_0$

$$\nu(n) \geq 2\nu([\beta n]),$$

то в классе $V[\nu(n)]$ имеется функция $f_0(t)$, такая, что

$$\sum_{n=1}^{\infty} |a_n(f_0)|^\gamma = \infty.$$

В случае ряда (2) справедлива

Теорема 4. Если функция $f(t)$ удовлетворяет условию

$$\sum_{n=1}^{\infty} n^{\alpha-(3/2)} \nu(n, f) < \infty,$$

то сходится и ряд (2).

Если же модуль изменения $\nu(n)$ такой, что

$$\sum_{n=1}^{\infty} n^{\alpha-(3/2)} \nu(n) = \infty,$$

то найдется функция $f_0(t) \in V[\nu(n)]$, для которой ряд (2) расходится.

Первая часть теоремы 4 в силу теоремы 1 вытекает из соответствующего результата Чисельского и Муснелака. В силу же включения (3) теорема 4 усиливает вышеупомянутую теорему Б. И. Голубова.

Тбилисский государственный университет

Институт прикладной математики

(Поступило 24.1.1974)

მათემატიკა

ზ. შანტაძის

ფურე-ჰაგრის კოეფიციენტების მშკრივის აბსოლუტური კრებადობის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია საკითხი, თუ რა პირობა უნდა დაედოს ფურე-ჰაგრის კოეფიციენტების მშკრივის აბსოლუტურობის მოძღვლს, რომ ფურე-ჰაგრის კოეფიციენტებისაგან შედგენილი (1) და (2) სხვის მშკრივები იყოს კრებადი.

Z. A. CHANTURIA

ON THE ABSOLUTE CONVERGENCE OF THE SERIES OF
FOURIER-HAAR COEFFICIENTS

Summary

The following question is considered: what condition should be imposed on the modulus of variation of the function $f(t)$ for the series (1) and (2) consisting of Fourier-Haar coefficients to be convergent.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Алексич. Проблемы сходимости ортогональных рядов. М., 1963.
2. П. Л. Ульянов. Матем. сб., 63, 3, 1964.
3. Z. Ciesielski, J. Musielak. Colloquium Math., 7, 1, 1959.
4. N. Wiener. Massachusetts J. Math., 3, 1924.
5. Б. И. Голубов. Изв. АН СССР, сер. матем., 28, 6, 1964.
6. З. А. Чантурия. ДАН СССР, 214, 5, 1974.
7. Б. И. Голубов. Математический анализ. М., 1971.



Д. Ж. ГЕНЕВ

ОБ ОТЫСКАНИИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ И КВАЗИЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧ С ФИКСИРОВАННЫМ ВРЕМЕНЕМ

(Представлено академиком Р. В. Гамкрелидзе 16.1.1974)

1. Постановка задач

Задача 1. Пусть движение управляемого объекта описывается системой линейных дифференциальных уравнений

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + B(t)u + f(t), \tag{1}$$

где x — n -мерный вектор, определяющий состояние управляемого объекта в каждый момент времени t и принимающий значения из n -мерного действительного векторного пространства R^n , называемого пространством фазовых координат; u — r -мерный параметр управления, определяющий ход управляемого процесса; $A(t)$ и $B(t)$ — матрицы размера $n \times n$ и $n \times r$ соответственно; $f(t)$ — n -мерная вектор-функция. Предполагается, что $A(t)$, $B(t)$ и $f(t)$ — заданные кусочно-непрерывные на отрезке $0 \leq t \leq T$ функции.

Пусть x_0 и x_1 — фиксированные точки из R^n . Для того чтобы ход управляемого процесса (1) был определен на отрезке $0 \leq t \leq T$, достаточно, чтобы на этом отрезке было задано допустимое управление $u = u(t)$. Тогда при заданном начальном значении

$$x(0) = x_0 \tag{2}$$

решение системы (1) и тем самым ход управляемого процесса определяются однозначно.

Определение 1. Множеством допустимых управлений Ω будем называть множество всех измеримых вектор-функций $u(t)$, определенных на отрезке $[0, T]$ и принимающих на этом отрезке значения из заданного выпуклого ограниченного множества $U \subset R^r$.

Пусть задан критерий качества, который предположим записанным в виде

$$J = \int_0^T (a^0(t)x + b^0(t)u) \cdot dt, \tag{3}$$

где $a^0(t)$ и $b^0(t)$ — заданные кусочно-непрерывные на отрезке $[0, T]$ вектор-функции размерности n и r соответственно.

Задача заключается в том, чтобы среди всех управлений $u(t) \in \Omega$, переводящих точку x_0 в точку x_1 за время $t=T$, найти такое управление $\tilde{u}(t) \in \Omega$, для которого функционал (3) принимает наименьшее возможное значение $J_{\text{опт}}$. Управление $\tilde{u}(t)$ называется оптимальным управлением.

Задача 2. Рассматривается та же система (1), что и в задаче 1. Отличие состоит в том, что вместо двух точек — начальной и конечной — даются два выпуклых ограниченных замкнутых множества K_0 и K_1 .

Задачу 2 можно сформулировать следующим образом: среди всех управлений $u(t) \in \Omega$ и начальных значений $x_0 \in K_0$, осуществляющих переход с множества K_0 на множество K_1 , найти такое управление $\tilde{u}(t)$ и такое начальное значение $\tilde{x}_0 \in K_0$, для которых функционал (3) принимает наименьшее возможное значение $J_{\text{опт}}$.

Задача 3 ставится аналогично задаче 1, только вместо системы (1) берется система

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + B(t, u), \quad (4)$$

где $B(t, u)$ — заданная n -мерная непрерывная вектор-функция t и u , а вместо функционала (3) рассматривается функционал

$$J = \int_0^T (a^0(t)x + b^0(t, u)) \cdot dt, \quad (5)$$

где $b^0(t, u)$ — заданная непрерывная скалярная функция.

Задача 4 ставится аналогично задаче 2, только вместо системы (1) берется система (4) и вместо функционала (3) рассматривается функционал (5).

2. Алгоритм решения задач 1, 2, 3, 4

Рассмотрим следующую систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{d\phi}{dt} &= a^0(t) - \phi \cdot A(t), \\ \frac{dm}{dt} &= \phi \cdot f(t) + \max_{u \in U} R(t, \phi, u) \end{aligned}$$

с начальными условиями $\phi(0) = \chi$, $m(0) = m_0$, где χ — вектор из пространства R^n ,

$$R(t, \phi, u) = \begin{cases} (-b^0(t) + \phi \cdot B(t)) \cdot u & \text{для задач 1, 2,} \\ -b^0(t, u) + \phi \cdot B(t, u) & \text{для задач 3, 4,} \end{cases}$$

$$m_0 = \begin{cases} \chi \cdot x_0 & \text{для задач 1, 3,} \\ \max_{x \in K_0} \chi x & \text{для задач 2, 4.} \end{cases}$$

Очевидно, эта система при любом $\chi \in R^n$ имеет единственное решение $\psi_\chi(t)$, $m_\chi(t)$, определенное на всем промежутке $0 \leq t \leq T$. Через $q(\chi)$ обозначим величину $q_0 - m_\chi(T)$, где

$$q_0 = \begin{cases} \psi_\chi(T) \cdot x_1 & \text{для задач 1, 3,} \\ \min_{x \in K_1} \psi_\chi(T) \cdot x & \text{для задач 2, 4.} \end{cases}$$

Определение 2. Задачу 1 будем называть невырожденной, если для каждого ненулевого вектора $\chi \in R^n$ управление $u_\chi(t) \in \Omega$ почти всюду на интервале $[0, T]$ однозначно определяется из условия максимума Понтрягина

$$R(t, \psi_\chi(t), u_\chi(t)) = \max_{u \in U} R(t, \psi_\chi(t), u). \quad (6)$$

Определение 3. Задачу 2 будем называть невырожденной, если она не вырождена в смысле определения 2, и если дополнительно для каждого ненулевого вектора $x \in R^n$ из условия

$$\chi \cdot x_0 = \max_{x \in K_0} \chi x \quad (7)$$

точка x_0 определяется однозначно.

Аналогично определяется невырожденность для задач 3, 4.

Теорема. Если существует хотя бы одно допустимое управление, осуществляющее требуемый в задачах 1—4 переход с одного множества на другое, то существует и оптимальное управление. В этом случае непрерывная функция $q(\chi)$ ограничена сверху и каждый локальный максимум этой функции в R^n является глобальным. Пусть $q(\chi_0) = \max_{\chi \in R^n} q(\chi)$. Тогда

$q(\chi_0) = J_{\text{опт}}$. Если при этом задача не вырождена, то оптимальное управление $u = u_\chi(t)$ и оптимальное начальное значение \tilde{x}_0 в задачах 2, 4 однозначно определяются из соотношений (6), (7) при $\chi = \chi_0$.

Для нахождения оптимальной траектории достаточно решить систему (1) (для задач 1, 2) или систему (4) (для задач 3, 4) с начальным условием

$$x(0) = \begin{cases} x_0 & \text{в задачах 1, 3,} \\ \max_{x \in K_0} \chi_0 \cdot x & \text{в задачах 2, 4.} \end{cases}$$

На основе этого алгоритма была составлена стандартная программа на языке ФОРТРАН для ЭВМ БЭСМ-6 и просчитано несколько примеров. Для системы

$$\dot{x}^1 = x^2, \quad \dot{x}^2 = u; \quad |u| \leq 1$$

$$1) t_0 = 0, t_1 = 4; \quad x(t_0) = (0, 0), \quad x(t_1) = (8, 4); \quad a^0(t) \equiv (1, -1), \quad b^0(t) \equiv 0;$$

$$2) t_0 = 0, t_1 = 5; \quad x(t_0) = (2, 2), \quad x(t_1) \in K_1 = \{|x^1| \leq 1, |x^2| \leq 1\}, \quad a^0(t) \equiv (0, 0),$$

$$b^0(t) \equiv 1$$

Результаты счета

Результаты счета

№ задач	Точное значение	Результаты счета	Требуемая точность	Машинное время
1	2,666666	2,666307	10^{-3}	2 мин. 20 сек.
2	-3,000000	-3,0065291	10^{-3}	6 мин.

Тбилисский государственный университет
 Институт прикладной математики

(Поступило 18.I.1974)

მათემატიკა

დ. ბა5030

ოპტიმალური მართვის მოძიების შესახებ ფიქსირებულ
 დროიან წრფივ და კვაზიწრფივ ამოცანებში

რ ე ზ ი ე მ ე

განხილულია ერთი ამოხსნეილი კომპაქტური სიმრავლიდან მეორეზე გადასვლის ამოცანა, რომელიც დაყვანილია მრავალი ცვლადის ფუნქციის მინიმუმის პოვნის ამოცანაზე.

MATHEMATICS

■ D. Zh. GENEV

ON OPTIMAL CONTROL SEARCH FOR FIXED-TIME LINEAR
 AND QUASI-LINEAR PROBLEMS

Summary

Linear cost problems of transferring a system from one convex compact set to another are reduced to the problem of minimizing a function of several variables with a single local minimum.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Г. Бабунашвили, З. А. Мачаидзе, Г. Л. Харатишвили, К. Ш. Цицкаридзе. Труды ИПМ ТГУ, т. 3, 208—238.
2. Л. С. Понтрягин, В. Г. Болтянский, Р. В. Гамкрелидзе, Е. Ф. Мищенко, Математическая теория оптимальных процессов. М., 1969.

А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

АБСОЛЮТНО НУЛЬМЕРНЫЕ МНОЖЕСТВА, НЕИЗМЕРИМЫЕ В СМЫСЛЕ ЛЕБЕГА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Гокиели 14.12.1973)

Термины и обозначения, встречающиеся в данной статье, взяты в основном из [1, 2].

Определение 1. Пусть C —подгруппа группы всех изометрических преобразований E_n . Множество Y называется счетной C -конфигурацией $X(X \subset E_n)$, если существует семейство $(g_i)_{i \in N}$ элементов C , такое, что $Y \subset \bigcup_{i \in N} g_i(X)$.

Определение 2. Пусть C —любая группа движений E_n . Часть X пространства E_n будем называть C -абсолютно нульмерной, если для всякого Y , являющегося счетной C -конфигурацией X , найдется конечная последовательность $(g_i)_{1 \leq i \leq p}$ преобразований из C , посредством которых Y исчезает: $\bigcap_{1 \leq i \leq p} g_i(Y) = \emptyset$.

Определение 3. Будем говорить, что подмножество X пространства E_n абсолютно нульмерно, если X D_n -абсолютно нульмерно, где D_n есть группа всех движений E_n .

Например, легко видеть, что каждая неконтингуальная часть E_n абсолютно нульмерна.

Понятие абсолютно нульмерного множества было введено Ш. С. Пхакадзе в связи с вопросами продолжений мер. В этих вопросах важную роль играют неизмеримые в смысле Лебега, абсолютно нульмерные части E_n . С помощью довольно сложной конструкции, используя ряд специфических свойств групп изометрических преобразований E_1 и E_2 , Ш. С. Пхакадзе построил примеры неизмеримых относительно меры Лебега, абсолютно нульмерных множеств в E_1 и E_2 .

Применяя другой метод (тройную трансфинитную индукцию), можно доказать существование в E_n таких множеств для произвольного натурального $n \geq 1$.

Приводимая ниже теорема содержит гораздо более общий результат.

Теорема 1. *Предположим, что φ —начальное ординальное число мощности континуума, n —натуральное число, большее нуля. Тогда найдется разбиение $(A_\xi)_{0 < \xi < \varphi}$ пространства E_n , для которого справедливы следующие соотношения:*

1) $(\forall \xi)(0 \leq \xi < \varphi \Rightarrow (\exists x)(x \in E_n \& A_\xi \setminus \{x\} \text{ есть множество точек общего положения в } E_n))$;

2) $(\forall \xi)(0 \leq \xi < \varphi \Rightarrow \text{любая замкнутая часть } E_n \text{ с положительной лебеговской мерой имеет континуальное пересечение с } A_\xi)$, в частности, при всяком $A \subset E_n$ с $\text{Card } A < 2^{\aleph_0}$ $A_\xi \setminus A$ будет массивным множеством в E_n ;

3) если C —группа движений E_n , имеющая конечное или счетное число образующих, то $(\forall \xi)(0 \leq \xi < \varphi \Rightarrow \text{мощность множества всех тех классов интранзитивности } C, \text{ которые содержат хотя бы два элемента } A_\xi, \text{ меньше } 2^{\aleph_0})$;

4) пусть C —группа изометрических преобразований E_n , в которую входит континуальное подмножество параллельных переносов E_n . Тогда для произвольной счетной C -конфигурации A'_ξ множества A_ξ существуют такие элементы g_1, g_2, g_3 группы C , что $g_1(A'_\xi) \cap g_2(A'_\xi) \cap g_3(A'_\xi) \cap A'_\xi = \emptyset$. При этом можно даже считать, что g_1, g_2, g_3 являются трансляциями пространства E_n .

Из 2) и 4) сразу же выводится импликация: $0 \leq \xi < \varphi \Rightarrow$ для каждой группы C движений E_n , содержащей множество параллельных переносов с мощностью континуума, A_ξ есть неизмеримая по Лебегу, C -абсолютно нульмерная часть E_n .

Доказательство сформулированной теоремы опирается на ряд вспомогательных утверждений.

Лемма 1. Допустим, что A — подмножество E_n , которое пересекает произвольную совершенную часть E_n положительной лебеговской меры по множеству континуальной мощности. При таком условии A представимо в виде объединения семейства $(A_\xi)_{0 \leq \xi < \varphi}$, где $A_\xi (0 \leq \xi < \varphi)$ обладают этим же свойством и попарно не имеют общих точек (здесь, как и выше, через φ обозначено начальное порядковое число с мощностью 2^{\aleph_0}).

Приведенное предложение без труда доказывается методом трансфинитной индукции.

Лемма 2. Предположим, что $(\Gamma_i)_{i \in I}$ — семейство аффинных гиперплоскостей в E_n , причем $\text{Card } I < 2^{\aleph_0}$. Если множество $\bigcup_{i \in I} \Gamma_i$ измеримо в смысле Лебега, то мера его равна нулю.

Это немедленно получается индукцией по n с использованием теоремы Фубини.

Лемма 3. Пусть A — замкнутая часть E_n , лебеговская мера которой положительна, $(\Gamma_i)_{i \in I}$ — семейство аффинных гиперплоскостей в E_n с $\text{Card } I < 2^{\aleph_0}$. Тогда внешняя мера Лебега множества $A \setminus (\bigcap_{i \in I} \Gamma_i)$ положительна и $A \setminus (\bigcup_{i \in I} \Gamma_i)$ всюду плотно в A .

Введем обозначение: $S_n = \mathcal{E}_Y (Y \subset E_n \& Y \text{ неизмеримо относительно лебеговской меры } \& (\mathcal{V}C) (C\text{-группа изометрических преобразований } E_n, \text{ содержащая континуальное подмножество параллельных переносов, } =) Y \text{ есть } C\text{-абсолютно нульмерная часть } E_n)$.

Из леммы 1 и соотношения 2) легко вытекает

Теорема 2. При $n \geq 1 \text{ Card } S_n = 2^{2^{\aleph_0}}$.

Тбилисский государственный университет
 Институт прикладной математики

(Поступило 14.12.1973)

მათემატიკა

ა. ხარაზიშვილი

ლემების აზრით არაზომადი აბსოლუტურად ნულზომის
 სიმრავლეები

რეზიუმე

ნაშრომში დამტკიცებულია ლემების აზრით არაზომადი აბსოლუტურად ნულზომის სიმრავლეების არსებობა E_n სივრცეში ($n \geq 1$).

MATHEMATICS

A. B. KHARAZISHVILI

ABSOLUTELY MEASURE ZERO SETS, NOT MEASURABLE
 IN LEBESGUE'S SENSE

Summary

The existence in the n -dimensional Euclidean space ($n \geq 1$) of absolutely measure zero sets, not measurable in Lebesgue's sense, is proved.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Бурбаки. Теория множеств. М., 1965.
2. Ш. С. Пхакадзе. Труды Тбилисского матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН СССР, XXV, 1958.



О. И. МАЙСАИА

ТЕОРЕМЫ СУЩЕСТВОВАНИЯ В МОМЕНТНОЙ ТЕОРИИ
 УПРУГОСТИ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 28.1.1973)

1. Основные уравнения статики моментной теории упругости имеют следующий вид ($r \geq 2$):

$$\frac{\partial \tau_{ik}}{\partial x_i} + \rho \delta_k = 0, \quad i, k = 1, \dots, r, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \mu_j^i}{\partial x_i} + \varepsilon_{ik}^j \tau_{ik} + \rho G^j = 0, \quad j = 1, \dots, r', \quad 2r' = r(r-1).$$

Здесь и ниже повторение индекса означает суммирование по этому индексу; верхние индексы меняются от 1 до r' , а нижние — от 1 до r ; ρ — плотность среды; $\delta = (\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_r)$ — массовая сила; $G = (G^1, G^2, \dots, G^{r'})$ — массовый момент; τ_{ij} — компоненты напряжения; μ_j^i — компоненты моментного напряжения; ε_{ik}^j — символ Леви—Чивита в r -мерном случае, который определяется следующим образом: $\varepsilon_{ik}^j = 0$, если $i = k$ или $i < k, j \neq l(i, k)$; $\varepsilon_{ik}^j = (-1)^{l(i,k)+1}$, если $i < k$ и $j = l(i, k)$; $\varepsilon_{ik}^j = -\varepsilon_{ki}^j$, если $i > k$, где $2l(i, k) = (r-i-1)(r-i) + 2(r-k+1)$;

$$\tau_{ij} = a_{ijlk} u_{lk} + b_{ijl}^k \omega_l^k, \quad \mu_j^i = c_{il}^k \omega_l^k + b_{ikl}^j u_{lk},$$

где a_{ijlk}, b_{ijl}^k и c_{il}^k — некоторые функции, удовлетворяющие условиям

$$a_{ijlk} = a_{lkij}, \quad c_{il}^k = c_{li}^k,$$

$$u_{lk} = \frac{\partial u_k}{\partial x_l} - \varepsilon_{lk}^m \omega^m, \quad \omega_l^k = \frac{\partial \omega^k}{\partial x_l};$$

u_{lk} — компоненты деформации, а ω_l^k — компоненты кручения-изгиба; $u = (u_1, u_2, \dots, u_r)$ — вектор смещения, а $\omega = (\omega^1, \omega^2, \dots, \omega^{r'})$ — вектор вращений. (Об уравнениях моментной теории упругости см. [1].)

Пусть A — некоторая ограниченная область r -мерного евклидова пространства E_r . Границу A обозначим через ∂A и будем предполагать, что ∂A — кусочно-гладкая поверхность. Введем обозначения:

$$U = (u_1, \dots, u_r, \omega^1, \dots, \omega^{r'}), \quad V = (v_1, v_2, \dots, v_r, \omega^1, \dots, \omega^{r'}).$$

U называется регулярным, если $U \in C^1(\bar{A}) \cap C^2(A)$ и $\frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_i}$ и $\frac{\partial \mu_j^i}{\partial x_i}$ интегрируемы на A .

Теорема 1. Если U и V — регулярные векторы в A , то

$$\int_A \left(v_k \frac{\partial \tau_{ik}}{\partial x_i} + \omega^j \frac{\partial \mu_i^j}{\partial x_i} + \omega^j \varepsilon_{ik}^j \tau_{ik} \right) dx =$$

$$= \int_{\partial A} (v_k \tau_{ik} n_i + \omega^j \mu_i^j n_i) d\sigma - \int_A E(U, V) dx,$$

где $n = (n_1, \dots, n_r)$ — внешняя нормаль и

$$E(U, V) = a_{ijkl} v_{ij} u_{ik} + c_{il}^{jk} \omega_i^k \omega_j^l + b_{ij}^k (u_{ij} \omega_i^k + \omega_i^k v_{ij}).$$

2. Основные граничные задачи формулируются так: найти регулярное решение U системы (1) по граничным условиям $U|_{\partial A} = 0$ (задача I) или $\tau_{ij} n_i|_{\partial A} = 0$, $\mu_i^j n_i|_{\partial A} = 0$ (задача II), или $\mu_i^j n_i|_{\partial A} = 0$, $u|_{\partial A} = 0$ (задача III), или $\tau_{ij} n_i|_{\partial A} = 0$, $\omega|_{\partial A} = 0$ (задача IV).

3. Пусть a_{ijkl} , b_{ij}^k , $c_{il}^{jk} \in C(\bar{A})$, и рассмотрим квадратичную форму

$$a_{ijkl} \xi_{ij} \xi_{ik} + c_{il}^{jk} \eta_i^k \eta_j^l + 2b_{ij}^k \xi_{ij} \eta_i^k \quad (2)$$

от $r^2(r+1)/2$ переменных ξ_{ij} , η_i^k .

Теорема 2. Если (2) положительно определена на \bar{A} , то существует положительное число c_1 , такое, что для всякого $U \in \dot{H}_1(A)$ имеет место неравенство

$$\int_A E(U, U) dx \geq c_1 \|U\|_1^2.$$

Теорема 3. Если (2) положительно определена на \bar{A} и ∂A — гладкая поверхность, то существует положительное число c_2 , такое, что для всякого $U \in H_1(A)$ имеет место неравенство

$$\int_A E(U, U) dx + \int_A |U|^2 dx \geq c_2 \|U\|_1^2.$$

Эти неравенства доказываются применением классических неравенств Корна и Пуанкаре (см., напр., [2]).

Теорема 4. Задачи I и III имеют не более одного решения. Два любых решения задачи II могут отличаться лишь аддитивным вектором $U_0 = (\varepsilon_{il}^m a^m x_i + b_1, \dots, \varepsilon_{ir}^m a^m x_i + b_r, a^1, \dots, a^r)$, где $a^1, \dots, a^r, b_1, \dots, b_r$ — некоторые постоянные.

Два любых решения задачи IV могут отличаться лишь аддитивным вектором $(b_1, \dots, b_r, 0, \dots, 0)$.

5. Ниже мы будем предполагать, что $A \in C^\infty$ (см. [2]),

$$a_{ijkl}, c_{il}^{jk}, b_{ij}^k \in C^\infty(E_r) \text{ и } \rho \in C^\infty(\bar{A}).$$

С помощью методов, указанных в [2], доказываются следующие теоремы существования:

Теорема 5. Существует единственное решение задачи I, и оно принадлежит классу $C^\infty(\bar{A})$.

Теорема 6. Для разрешимости задачи II необходимо и достаточно, чтобы

$$\int_A \rho \{ \mathfrak{F} \cdot ([a \times x] + b) + G \cdot a \} dx = 0,$$

где

$$[a \times x]_i = \varepsilon_{ki}^m x_k a^m;$$

a и b — любые постоянные векторы размерности r' и r соответственно.

В случае разрешимости решение принадлежит классу $C^\infty(\bar{A})$.

Теорема 7. Существует единственное решение задачи III, и оно принадлежит классу $C^\infty(\bar{A})$.

Теорема 8. Для разрешимости задачи IV необходимо и достаточно, чтобы

$$\int_A \rho \mathfrak{F}_i dx = 0, \quad i = 1, 2, \dots, r.$$

В случае разрешимости решение принадлежит классу $C^\infty(A)$.

6. Пусть M — дифференциальный оператор, соответствующий системе (1), $R = \|R_{ik}\|_{(r+r') \times (r+r')}$, $R_{ii} = \rho$, если $i = 1, \dots, r$; $R_{ii} = I$, если $i = r+1, \dots, r+r'$; $R_{ij} = 0$, если $i \neq j$, $f = -(\rho \mathfrak{F}_1, \dots, \rho \mathfrak{F}_r, IG^1, \dots, IG^r)$, а $E = A \times (0, T)$. f_{tm} означает производную m -го порядка по t .

Задачи динамики формулируются следующим образом: найти решение U системы

$$MU - R \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = f,$$

принадлежащее классу $C^\infty(\bar{E})$, удовлетворяющее начальным условиям

$$U(x, 0) = g_0(x), \quad \left. \frac{\partial U(x, t)}{\partial t} \right|_{t=0} = g_1(x)$$

и граничным условиям, перечисленным в пункте 2. Назовем эти задачи задачами I—IV соответственно. ρ и I — некоторые положительные постоянные. Все эти задачи допускают не более одного решения.

Теорема 8. Если $f \in C^\infty(E)$ и $g_0, g_1 \in C^\infty(A)$, то для разрешимости любой задачи I—IV необходимо и достаточно, чтобы вектор-функции

$$g_0, g_1, (R^{-1}M)^j g_0 - \sum_{k=1}^j R^{-1} (MR^{-1})^{j-k} f_{t^{2k-2}}(x, 0),$$

$$(R^{-1}M)^j g_1 - \sum_{k=1}^j R^{-1}(MR^{-1})^{j-k} f_{f_{2k-1}}(x, 0), \quad j=1, 2, \dots$$

удовлетворяли граничным условиям соответствующей задачи. В случае разрешимости решение принадлежит классу $C^\infty(\bar{E})$. Решения даются некоторыми рядами.

Тбилисский государственный университет
 Институт прикладной математики

(Поступило 4.1.1974)

მათემატიკა

ო. მაისაია

არსებობის თეორემა მომენტურ დეპარტის თეორიაში

რეზიუმე

ფუნქციონალური ანალიზის მეთოდით შესწავლილია მომენტური დრეკადობის თეორიის ძირითადი ამოცანები არაერთგვაროვანი, ანიზოტროპული სხეულისათვის.

MATHEMATICS

O. I. MAISAIA

EXISTENCE THEOREMS IN THE MOMENT THEORY OF ELASTICITY

Summary

Using the method of functional analysis the basic problems of the moment Theory of elasticity for the case of non-homogeneous anisotropic body are studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелиа, М. О. Башелейшвили, Т. В. Бурчуладзе. Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости. М., 1974.
2. G. Fichera. Handbuch der Physik. Bd. VI a, 2, 1972.



Т. В. ТУРАШВИЛИ

СВЕДЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРЕШИМОСТИ ЛОГИКИ
 ПРЕДИКАТОВ ПЕРВОЙ СТУПЕНИ К КЛАССУ
 С АСИММЕТРИЧНЫМИ И ИРРЕФЛЕКСИВНЫМИ
 ДВУХМЕСТНЫМИ ПРЕДИКАТАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Гокиели 17.1.1974)

В данной статье ЛП обозначает логику предикатов первой ступени без знака равенства и без символов функции, а слово «формула» — формулу ЛП. Формулы ЛП вида

$$A(x, y, z), B(x, y), C(x, y, z)$$

являются бескванторными формулами, причем $A(x, y, z)$ содержит одну двухместную предикатную F переменную и сколько угодно одноместных предикатных f_1, \dots, f_n переменных, а остальные вышеуказанные формулы содержат три двухместные предикатные T, W и H переменные и сколько угодно одноместных предикатных f_0, f_1, \dots, f_n переменных. Стметим, что использованная нами двухместная предикатная F переменная произвольная, тогда, как другие T, W и H асимметричные и иррефлексивные.

Теорема 1. Классом консервативного сведения является совокупность формул вида

$$\forall x \exists y B(x, y) \& \forall x y z C(x, y, z).$$

Доказательство. Прежде чем приступить непосредственно к доказательству теоремы 1, отметим, что класс формул вида

$$\alpha = \forall x \exists y \forall z A(x, y, z)$$

с бинарными атомами только Fxz, Fzx и Fyz являются классом консервативного сведения. Согласно [1], положим

$$\beta = \forall x \exists y B(x, y) \& \forall x y z C(x, y, z).$$

$B(x, y)$ есть конъюнкция формул

- 1) $\bigvee_{i=1}^3 f_i x; \quad \neg \bigvee_{1 \leq i < j \leq 3} (f_i x \& f_j x);$
- 2) $f_1 x \supset f_2 y; \quad f_2 x \supset f_3 y; \quad f_3 x \supset f_1 y; \quad Wxy;$
- 3) $f_2 x \vee f_3 x \supset (\bigvee_{i=4}^n (f_i x \sim f_i y) \& (f_0 x \sim f_0 y)).$

$C(x, y, z)$ есть конъюнкция формул

- 4) $f_1 x \& f_1 z \supset \nabla \{ ((Hxz \vee Hzx) \& \neg (Hxz \& Hzx)), (\neg Hxz \& \neg Hzx) \};$

- 5) $f_{1x} \& f_{2y} \& f_{1z} \& \neg Hxz \& \neg Hxz \& Wxy \supset Wzy$;
- 6) $f_{1x} \& f_{1z} \& Hxz \supset \neg Tzx \& \neg Wzx$;
- 7) $f_{1x} \& f_{1z} \& Hxz \supset \neg Txz \& \neg Wxz$;
- 8) $f_{2x} \& f_{3y} \& f_{1z} \& Wxy \supset (Txz \sim Tzy)$;
- 9) $f_{3x} \& f_{1y} \& f_{1z} \& Wxy \& \neg Wxz \supset (Tzx \sim (Tyz \vee Wzy))$;
- 10) $f_{2x} \& f_{3y} \& f_{1z} \& Wxy \& Wyz \supset (Txz \sim f_{0x})$;
- 11) $\{(f_{1x} \& f_{2y} \& f_{2z}) \vee (f_{2x} \& f_{3y} \& f_{3z}) \vee (f_{3x} \& f_{1y} \& f_{1z})\} \& Wxy \& Wxz \supset \neg Hyz \& \neg Hzy$;
- 12) $\{(f_{1x} \& f_{2y} \& f_{2z}) \vee (f_{2x} \& f_{3y} \& f_{3z}) \vee (f_{3x} \& f_{1y} \& f_{1z})\} \& \& Wxy \& \neg Hyz \& \neg Hzy \supset Wxz$
- 13) $\{(f_{1x} \& f_{2y} \& f_{1z}) \vee (f_{2x} \& f_{3y} \& f_{2z}) \vee (f_{3x} \& f_{1y} \& f_{3z})\} \& \& Wxy \& Wzy \supset \neg Hxz \& \neg Hzx$
- 14) $\{(f_{1x} \& f_{2y} \& f_{1z}) \vee (f_{2x} \& f_{3y} \& f_{2z}) \vee (f_{3x} \& f_{1y} \& f_{3z})\} \& \& Wxy \& \neg Hxz \& \neg Hzx \supset Wzy$.
- 15) $f_{1x} \& f_{2y} \& f_{1z} \& Wxy \& \neg Wzy \supset A'(x, y, z)$
- 16) $f_{1x} \& f_{2y} \& Wxy \supset A''(x, y, x)$.

$A'(x, y, z)$ получается из $A(x, y, z)$ заменой Fxz , Fzx и Fyz на $Txz \vee Wzx$, $Tzx \vee Wxz$, Tyz соответственно, а $A''(x, y, x)$ — из $A(x, y, x)$ заменой Fxx , Fyx на f_{0x} и Tyx соответственно. Отметим, что \vee здесь обозначает разделительный „или“. Мы должны доказать, что $\alpha \leftrightarrow \beta$.

Лемма 1. Если α выполнима (соответственно конечно выполнима), то и β такво.

Доказательство. Пусть $M \models \alpha$ и штрих обозначает сколемову функцию для α в M , т. е. $M \models \forall xz A(x, x', z)$. Выберем любой элемент $a \in |M|$, подставим его вместо x и найдем для y такое $b \in |M|$, чтобы имело место $M \models \forall z A(a, b, z)$. Подставим $b \in |M|$ вместо x и найдем $c \in |M|$, таксе, чтобы имело место $M \models \forall z A(b, c, z)$ и т. д. Легко видеть, что полученная нами таким образом область $|M|$ вместе с прежней интерпретацией M является моделью для α . Для доказательства леммы 1 и всей теоремы нам понадобится

Лемма 2. Во всяком непустом множестве M имеется отношение R со следующими свойствами:

$$I'. a \neq b \supset (aRb \vee bRa) \quad |''. \neg (aRb \& bRa).$$

Доказательство. В силу принципа полного упорядочения всякое непустое множество M можно вполне упорядочить. Пусть отношение S вполне упорядочивает M . Рассмотрим отношение

$$|'''. aRb \Leftrightarrow \{a \neq b \& aSb\},$$

тогда очевидно, что

$$|IV. a \neq b \supset (aRb \vee bRa), \quad |V. \neg (aRb \& bRa).$$

Перейдем к построению модели для β .

Каждый элемент $a \in |\mathfrak{N}|$ свяжем с тройкой новых элементов a^1, a^2, a^3 . Из этих новых элементов будем строить модель для β .

Положим

$$1) Ta^1b^1 \equiv Fab \& aRb; \quad Wa^1b^1 \equiv Fba \& aRb; \quad Ha^1b^1 \equiv aRb;$$

$$Wa^3b^1 \equiv \text{И} \Leftrightarrow a' = b;$$

$$2) Wa^1b^2 \equiv Wa^2b^3 \equiv Ta^2b^3 \equiv N \Leftrightarrow a = b; \quad Ta^2b^1 \equiv Tb^1a^3 \equiv Fa'b';$$

$$f_i a^1 \equiv f_i a \quad i > 3;$$

$$3) f_0 a^1 \equiv Faa; \quad f_0 a^2 \equiv f_0 a^3 \equiv Fa'a'; \quad f_i a^i \equiv \text{И} \Leftrightarrow i = j = 1, 2, 3;$$

$$4) Wa^2b^2 \equiv Wa^3b^3 \equiv Ta^2b^2 \equiv Ta^3b^3 \equiv Ha^2b^2 \equiv Ha^3b^3 \equiv bRa;$$

$$f_i a^1 \equiv f_i a; \quad f_i a^2 \equiv f_i a^3 \equiv f_i a' \quad i > 3;$$

5) в остальных случаях $\neg Ha^i b^j; \neg Wa^i b^j; \neg Ta^i b^j; \quad i, j = 1, 2, 3$.
Непосредственная проверка показывает, что $\mathfrak{N} \models \beta$.

Лемма 3. Если β выполнима (соответственно конечно выполнима), то и α такова.

Доказательство. Пусть $\mathfrak{N} \models \beta$. Уменьшим число элементов в \mathfrak{N} так же, как это мы сделали при доказательстве леммы 1 во вступлении. Таким образом получим область $|\mathfrak{N}'|$, которая, как легко видеть, вместе с прежней интерпретацией \mathfrak{N} является моделью для β . Отметим, что штрих является сколемовой функцией для β , т. е. $\mathfrak{N}' \models \forall x B(x, x')$. При $\mathfrak{N}' \models B(a, b)$ будем говорить, что a —предшественник b и b —последователь для a , если вместо x и y подставлены a и b соответственно. При $\mathfrak{N}' \models f_i a$ будем говорить, что a —элемент i ($i=1, 2, 3$)-го сорта. В силу формул (11)—(14) можно, не нарушая общности, начиная с любого элемента исключить из области $|\mathfrak{N}'|$ некоторые элементы так, чтобы оставшиеся удовлетворяли следующим условиям: каждый элемент i ($i=1, 2, 3$)-го сорта имеет единственный предшественник и единственный последователь и если a —элемент i ($i=1, 2, 3$)-го сорта, b —элемент j ($j=2, 3, 1$)-го сорта соответственно и a не является предшественником для b или (что одно и то же) b не является последователем для a , тогда, $\mathfrak{N}' \models \neg Wab$. Легко видеть, что полученная таким образом область $|\mathfrak{N}''|$ вместе с прежней интерпретацией \mathfrak{N}' является моделью для β . Переходим к построению модели для α .

Пусть $|M| = \{a \mid a \in |\mathfrak{N}''| \& f_1 a\}$,

$$M \models Fab \Leftrightarrow \begin{cases} \mathfrak{N}'' \models Tab, & \text{если } Hab, \\ \mathfrak{N}'' \models Wba, & \text{если } Hba, \\ \mathfrak{N}'' \models f_0 a, & \text{если } a = b, \end{cases}$$

$$M \models f_i a \Leftrightarrow \mathfrak{N}'' \models f_i a \quad \text{при } i > 3.$$

Для каждого $a \in |\mathfrak{N}''|$ a' обозначает последователь для a . При этом $a \in |M|$ влечет за собой $a''' \in |M|$. В силу формул (1) и (2) $M \models \neg Hab \& \neg Hba \Leftrightarrow a = b$. Фиксируем $a, b \in |M|$ и проверяем истинность формулы $A(a, a''')$.

Тщательная проверка показывает, что \mathfrak{M}' является моделью для α . Лемма 3 доказана. Из лемм 1 и 3 получается наша теорема.

Идея доказательства теоремы взята из [2—4].

Академия наук Грузинской ССР
 Вычислительный центр

(Поступило 18.1.1974)

მათემატიკა

ბ. ტურაშვილი

პირველი რიგის პრედიკატთა ლოგიკის გადაჭრადობის
 ამოცანის დაყვანა კლასზე, ასიმეტრიული და ირეფლექსური
 ორადგილიანი პრედიკატებით

რეზიუმე

ვთქვათ \mathfrak{A} არის პირველი რიგის პრედიკატთა ლოგიკის ჩაკეტილი

$$\forall x \exists y B(x, y) \& \forall xyz C(x, y, z)$$

ფორმულა, სადა B და C უკვანტორო ფორმულებია და T , W და H არის
 ორადგილიანი ასიმეტრიული და ირეფლექსური პრედიკატული ცვლადები.

თეორემა. ასეთ \mathfrak{A} ფორმულათა კლასი არის კონსერვატიული დაყვანის
 კლასი.

MATHEMATICS

T. V. TURASHVILI

REDUCTION OF THE DECISION PROBLEM OF THE FIRST ORDER
 PREDICATE CALCULUS TO A CLASS WITH ASSYMMETRICAL
 AND IRREFLEXIVE BINARY PREDICATES

Summary

Let \mathfrak{A} be a closed formula of the kind

$$\forall x \exists y B(x, y) \& \forall xyz C(x, y, z)$$

of first order predicate logic, without the equality sign and without symbols
 of functions, where formulae B and C are without quantifiers and T , W , H
 are unique binary predicate letters in \mathfrak{A} , T , W , H being asymmetrical
 and irreflexive.

Theorem. The class of all such \mathfrak{A} is a class of conservative reduction.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Ф. Костырко. Кибернетика, № 1, 1966, 17—22.
2. Ю. Ш. Гуревич, Т. В. Турашвили. Сообщения АН ГССР, 70, № 2, 1973, 289—292.
3. H. Rogers. Ann. Math., 64, 1956, 264—284.
4. J. Suranyi. Period. Math. Hung., 1, № 2, 1971, 97—106.

В. И. ПАШКОВСКИЙ

КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОПЕРАТОРОВ, СВЯЗАННЫХ С
 ОПЕРАТОРОМ ТРИКОМИ

(Представлено академиком А. В. Бицадзе 27.12.1973)

В работе [1] была найдена часть семейства операторов, связанных с оператором Трикоми (Эйлера—Дарбу): оператор Трикоми

$$Tu \equiv u_{\xi\eta} - \frac{1}{6} (\xi - \eta)^{-1} (u_{\xi} - u_{\eta}),$$

операторы T_{-1} и L , которые с точностью до замены $v(\xi, \eta)$ на $a_2 v$ (a_2 — произвольная, дважды дифференцируемая функция) можно записать в виде

$$T_{-1}v \equiv 2\alpha v_{\xi\eta} - \frac{1}{4} \alpha^{-2} v_{\xi} + \frac{1}{4} \alpha^{-2} v_{\eta} + \frac{3}{8} \alpha^5 v, \quad (1)$$

$$Lv \equiv 2\alpha v_{\xi\eta} + \frac{c^2 \alpha^2 - 4c\alpha - 1}{4\alpha^2 (1 - c^2 \alpha^2)} v_{\xi} + \frac{1}{4} \alpha^{-2} v_{\eta} + \frac{c(1 - 3c^2 \alpha^2)}{8\alpha^5 (1 - c\alpha)(1 + c\alpha)^2} v, \quad (2)$$

где

$$\alpha = \left[\frac{3}{4} (\xi - \eta) \right]^{1/3}.$$

Тождества, связывающие T_{-1} и L с оператором T , имеют вид

$$2\alpha \left(v_{\xi} - v_{\eta} + \frac{2}{3} (\xi - \eta)^{-1} v \right) Tu = -T_{-1}v (u_{\xi} - u_{\eta}) - \quad (3)$$

$$-2 \frac{\partial}{\partial \xi} \left[\alpha \left(v_{\eta} - \frac{1}{3} (\xi - \eta)^{-1} v \right) u_{\eta} \right] + 2 \frac{\partial}{\partial \eta} \left[\alpha \left(v_{\xi} + \frac{1}{3} (\xi - \eta)^{-1} v \right) u_{\xi} \right],$$

$$2\alpha lv Tu = -Lv (\beta u_{\xi} + u_{\eta}) + \frac{\partial}{\partial \xi} \left[\left(2\alpha v_{\eta} - \frac{c}{2\alpha(1+c\alpha)} v \right) u_{\eta} \right] + \quad (4)$$

$$+ \frac{\partial}{\partial \eta} \left[\left(2\alpha \beta v_{\xi} + \frac{cv}{2\alpha(1-c\alpha)} \right) u_{\xi} \right],$$

где

$$\beta = \frac{1+c\alpha}{1-c\alpha}, \quad c = \text{const}, \quad lv = \beta v_{\xi} + v_{\eta} + \frac{c^2}{2\alpha(1-c^2\alpha^2)} v.$$

Задача Коши для уравнения с оператором T_{-1}
 Обозначим через G_{ε} область плоскости переменных ξ, η , ограниченную прямыми $\xi = \xi_0, \eta = \eta_0, \xi - \eta = \varepsilon, \varepsilon = \text{const}, \xi_0 - \eta_0 > \varepsilon; P_{\varepsilon}(\eta_0 + \varepsilon, \eta_0), Q_{\varepsilon}(\xi_0, \xi_0 - \varepsilon), M(\xi_0, \eta_0)$.

Пусть $u(\xi, \eta)$ является решением задачи Гурса



$$Tu=0, \quad u|_{MP_\varepsilon} = \lambda_1 \xi + \mu_1, \quad u|_{MQ_\varepsilon} = \lambda_2 \eta + \mu_2, \quad (5)$$

где $\lambda_1, \lambda_2, \mu_1, \mu_2$ — постоянные, $\lambda_1 - \lambda_2 \neq 0$, $\lambda_1 \xi_0 + \mu_1 = \lambda_2 \eta_0 + \mu_2$.

Проинтегрируем тождество (3) по области G_ε и подставим в него функцию u , удовлетворяющую (5), тогда, используя формулу Грина, получим выражение решения задачи Коши для уравнения с оператором T_{-1} в области G_ε с данными на $\xi - \eta = \varepsilon$:

$$\begin{aligned} w(M) = \frac{1}{\lambda_1 - \lambda_2} \left[\lambda_1 w(P_\varepsilon) - \lambda_2 w(Q_\varepsilon) - \int_{Q_\varepsilon P_\varepsilon} \left[(\omega_\eta + \omega_\xi)(u_\eta + u_\xi) + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{1}{\alpha} (\omega_\eta - \omega_\xi)(u_\eta - u_\xi) \alpha \right] d\bar{\xi} - \frac{1}{2} \int_{G_\varepsilon} T_{-1} v(u_\xi - u_\eta) dG \right], \quad (6) \end{aligned}$$

где $w(\xi, \eta) = \alpha v(\xi, \eta)$.

Для исследования постановки задачи Коши в области G_0 , заметим, что для решений уравнения Трикоми конечные значения на линии вырождения следующие:

$$\lim_{\xi \rightarrow \eta \rightarrow 0} (u_\xi + u_\eta) = \tau', \quad \lim_{\xi \rightarrow \eta \rightarrow 0} \alpha (u_\xi - u_\eta) = \nu, \quad (7)$$

и, следовательно, из (6) видно, что для корректной постановки задачи Коши в G_0 на линии вырождения следует задавать

$$\lim_{\xi \rightarrow \eta \rightarrow 0} w = \tau_1 \quad \text{и} \quad \lim_{\xi \rightarrow \eta \rightarrow 0} \frac{1}{\alpha} (\omega_\xi - \omega_\eta) = \nu_1.$$

Следовательно, при $\varepsilon \rightarrow 0$ из (6) получится формула решения задачи Коши для уравнения

$$T_{-1} v \equiv T^+ w \equiv 2\omega_{\xi\eta} + \frac{1}{4} \alpha^{-3} \omega_\xi - \frac{1}{4} \alpha^{-3} \omega_\eta = f$$

с данными

$$w|_{\xi=\eta} = \tau_1, \quad \lim_{\xi \rightarrow \eta \rightarrow 0} \frac{1}{\alpha} (\omega_\xi - \omega_\eta) = \nu_1,$$

имеющая вид

$$\begin{aligned} w(M) = \frac{1}{\lambda_1 - \lambda_2} \left[\lambda_1 w(P_0) - \lambda_2 w(Q_0) - \frac{1}{2} \int_{Q_0 P_0} (\tau' \tau'_1 + \nu \nu_1) d\bar{\xi} - \right. \\ \left. - \frac{1}{2} \int_{G_0} f(u_\xi - u_\eta) dG, \right. \end{aligned}$$

где u удовлетворяет (5) и $\tau = \lim_{\xi \rightarrow \eta \rightarrow 0} u$, $\nu = \lim_{\xi \rightarrow \eta \rightarrow 0} \alpha (u_\xi - u_\eta)$.

Задача Дарбу для уравнения с оператором T_{-1} Тождество (3) позволяет решить задачу Дарбу

$$T^+ w = f, \quad w|_{\xi=\eta} = \tau_1, \quad w|_{\eta=0} = \varphi(\xi).$$

Для этого преобразуем его аналогично предыдущему случаю, используя в нем в качестве $u(\xi, \eta)$ решение задачи Коши—Гурса

$$Tu=0, \quad \lim_{\xi \rightarrow \eta \rightarrow 0} \alpha (u_\xi - u_\eta) = 0, \quad u|_{\xi=\xi_0} = \begin{cases} 0 & , \quad 0 \leq \eta \leq \eta_0, \\ \eta - \eta_0 & , \quad \eta_0 \leq \eta \leq \xi_0. \end{cases}$$

Решение задачи Дарбу будет даваться формулой

$$\omega(M) = \omega(Q_0) + \int_{N_0 N} \varphi' u_{\xi} d\xi + \int_{Q_0 N_0} \tau' \tau_1' d\xi + \frac{1}{2} \int_{N_0 N Q_0} f(u_{\xi} - u_{\eta}) dG,$$

где

$$N_0(0, 0), \quad N(\xi_0, 0), \quad Q_0(\xi_0, \xi_0).$$

Задача Коши—Гурса для уравнения с оператором T_{-1}
 Формула для решения задачи Коши—Гурса

$$T^+ w = f, \quad \lim_{\xi \rightarrow \eta \rightarrow 0} \frac{1}{\alpha} (\omega_{\xi} - \omega_{\eta}) = \nu_1, \quad \omega|_{\eta=0} = \varphi(\xi),$$

получается аналогично из тождества (3), если в нем в качестве функции u взять решение задачи Дарбу для уравнения Трикоми

$$Tu = 0, \quad u|_{\xi=\eta} = 0, \quad u|_{\eta=\eta_0} = 0, \quad u|_{\xi=\xi_0} = \eta - \eta_0, \quad 0 \leq \eta \leq \eta_0,$$

и имеет вид

$$\omega(M) = \omega(N) + \int_{N_0 N} \varphi' u_{\xi} d\xi + \int_{P_0 N_0} \nu \nu_1 d\xi + \frac{1}{2} \int_{N_0 N M P_0} f(u_{\xi} - u_{\eta}) dG.$$

Задача Коши для уравнения с оператором L

Принтегрируем (4) по области G_e , применим формулу Грина и в качестве $u(\xi, \eta)$ возьмем решение задачи Гурса

$$Tu = 0, \quad u|_{P_e M} = \lambda_1 \left(\alpha^2 - \frac{2c}{3} \alpha^3 \right) + \mu_1, \quad u|_{MQ_e} = \lambda_2 \left(\alpha^2 + \frac{2c}{3} \alpha^3 \right) + \mu_2,$$

где $\lambda_1, \mu_1, \lambda_2, \mu_2$ — постоянные, выбранные так, что $\lambda_1 + \lambda_2 \neq 0$ и выполняются условия согласования. Тогда, обозначив через $\omega = (1 + \alpha c)\nu$, получим формулу, дающую решение задачи Коши для уравнения

$$L^+ w \equiv \frac{2\alpha}{1 + \alpha c} \left(\omega_{\xi\eta} - \frac{1 + \alpha c}{8\alpha^3(1 - \alpha c)} \omega_{\xi} + \frac{1 - \alpha c}{8\alpha^3(1 + \alpha c)} \omega_{\eta} \right) = f$$

с данными

$$\omega|_{\xi=\eta} = \tau_1, \quad \lim_{\xi \rightarrow \eta \rightarrow 0} \alpha (\omega_{\xi} - \omega_{\eta}) = \nu_1$$

в виде

$$\omega(M) = \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2} \left[\lambda_1 \omega(P_0) + \lambda_2 \omega(Q_0) + 2 \int_{Q_0 P_0} (\nu \tau_1' + \tau' \nu_1) d\xi - \int_{G_0} f(\beta u_{\xi} + u_{\eta}) dG \right].$$

Задачи Дарбу и Коши—Гурса для уравнения с оператором L

Действуя аналогично для задачи Дарбу

$$L^+ w = f, \quad \omega|_{\xi=\eta} = \tau_1, \quad \omega|_{\eta=0} = \varphi_1(\xi)$$

и используя в качестве u функцию, являющуюся решением задачи

$$Tu = 0, \quad u|_{\xi=\eta} = 0, \quad u|_{\eta=\eta_0} = 0, \quad (8)$$

$$u|_{\xi=\xi_0} = \alpha^2 + \frac{2c}{3} \alpha^3 - \alpha^2(\xi_0, \eta_0) - \frac{2c}{3} \alpha^3(\xi_0, \eta_0), \quad (9)$$

получаем формулу, дающую решение задачи Дарбу

$$\omega(M) = \omega(N) - 2 \int_{P_0 N_0} \nu \tau'_1 d\xi - 2 \int_{N_0 N} \varphi'_1 u_\xi d\xi - \int_{NN_0 P_0 M} f(\beta u_\xi + u_\eta) dG.$$

Для задачи Коши—Гурса

$$L^+ \omega = f, \quad \lim_{\xi \rightarrow \eta \rightarrow 0} \alpha(\omega_\xi - \omega_\eta) = \nu_1, \quad \omega|_{\eta=0} = \varphi_1$$

в качестве u берется функция, удовлетворяющая (8)

$$\lim_{\xi \rightarrow \eta \rightarrow 0} \alpha(u_\xi - u_\eta) = 0.$$

Формула решения имеет вид

$$\omega(M) = \omega(N) - 2 \int_{P_0 N_0} \tau' \nu_1 d\xi - 2 \int_{N_0 N} \varphi'_1 u_\xi d\xi - \int_{NN_0 P_0 M} f(\beta u_\xi + u_\eta) dG.$$

Таким образом, зная решения задач Гурса, Дарбу и Коши—Гурса для уравнения Трикоми, можно найти решения этих задач для уравнений с операторами, связанными с оператором Трикоми.

Новочеркасский политехнический институт
им. С. Орджоникидзе

(Представлено 28.12.1973)

მათემატიკა

3. პაშკოვსკი

ტრიკომის ოპერატორთან დაკავშირებულ
ოპერატორების სასაზღვრო ამოცანები

რეზიუმე

ნაშრომში მოცემულ ოპერატორთა კავშირის და სასაზღვრო ამოცანის გაცემა გამოიყენება კოშის, დარბუს, კოში—გურსის ამოცანების ამოხსნისათვის განტოლებათა ერთი კლასის ოპერატორებით, დაკავშირებულს ტრიკომის ოპერატორებთან.

MATHEMATICS

V. I. PASHKOVSKI

BOUNDARY-VALUE PROBLEMS FOR OPERATORS CONNECTED WITH THE TRICOMI OPERATOR

Summary

For the family of equations with operators connected with the Tricomi operator the solutions of Cauchy, Cauchy-Goursat, and Darboux problems are received through the solution of Goursat, Cauchy-Goursat, Darboux problems for the Tricomi equation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Пашковский. Дифференциальные уравнения, т. 9, 4, 1973, 457—760.



М. Ш. МИКЕЛАДЗЕ

МЕХАНИКА ОБРАЗОВАНИЯ КОРКИ ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ
 РАЗЛИВКЕ СТАЛИ НА УСТАНОВКАХ РАДИАЛЬНОГО ТИПА

(Представлено академиком Ш. Е. Микеладзе 15.4.1974)

При помощи модели тонкой, жесткой, хрупко-пластической оболочки исследуется механизм образования корки при непрерывной разливке стали на установках радиального типа, когда ширина заготовки D во много раз превосходит ее толщину H .

В условиях полубезмоментного напряженного состояния уравнения равновесия элемента корки имеют вид [1]

$$\frac{\partial T_1}{\partial \xi} + \frac{\partial S}{\partial \theta} = 0, \quad \frac{\partial S}{\partial \xi} + \frac{\partial T_2}{\partial \theta} + N_2 + a q_t = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial N_2}{\partial \theta} - T_2 + a q_n = 0, \quad \frac{\partial M_2}{\partial \theta} - a N_2 = 0, \quad (2)$$

где T_1 и T_2 — нормальные усилия (действующие в продольном и поперечном направлениях соответственно), S — сдвигающая сила, M_2 и N_2 — поперечный изгибающий момент и соответствующая ему перерезывающая сила, q_t и q_n — касательная и нормальная составляющие интенсивности внешних сил, a — радиус кривизны технологической части установки, θ — центральный угол, отсчет которого ведется от начального сечения кристаллизатора, и, наконец $\xi = \frac{x}{a}$ — безразмерная координата, отсчитываемая от крайней точки начального сечения кристаллизатора вдоль оси лежащей в этом сечении.

При температуре, равной 900°C и выше, предел текучести стали на сжатие во много раз превосходит предел текучести на растяжение (см., например, [2]). С точностью, принятой в технической теории оболочек, можно предположить, что внутри кристаллизатора и в зоне вторичного охлаждения металла отношение этих величин стремится к бесконечности. Это обстоятельство позволяет линеаризировать известный критерий прочности А. Надаи [1—3] и представить его следующим образом:

$$\sigma_{11} + \sigma_{22} = \sigma_s, \quad (3)$$

где σ_{11} и σ_{22} — нормальные напряжения (действующие в продольном и поперечном направлениях соответственно), а σ_s — предел текучести металла на растяжение, который в силу неравномерного охлаждения 20. „მეცნიერება“, ტ. 75, № 2, 1974

слитка является функцией угловой координаты и положения точки на нормали к срединной поверхности корки. При этом очевидно, что на границе жидкой фазы, где температура равняется температуре плавления, $\sigma_s = 0$ [4]. В дальнейшем будем предполагать, что изменение предела текучести по толщине корки происходит согласно линейному закону. С учетом этого обстоятельства, а также полубезмоментного характера напряженного состояния корки, приходим на основании (3) к следующим зависимостям между результирующими величинами:

$$T_1 + T_2 = \frac{1}{2} \sigma_{s0}(\theta) h, \quad M_2 = \frac{\sigma_{s0}(\theta) h^2}{6}, \quad (4)$$

где h — искомая толщина корки, а $\sigma_{s0}(\theta)$ — предел текучести на поверхности полосы.

Таким образом, для определения T_1, T_2, S, N_2, M, h мы располагаем шестью уравнениями (1), (2), (4).

На основании первых пяти из них можем написать

$$\begin{aligned} \frac{1}{a} \frac{\partial^4 M_2}{\partial \theta^4} + \frac{1}{a} \frac{\partial^4 M_2}{\partial \xi^2 \partial \theta^2} + \frac{1}{a} \frac{\partial^2 M_2}{\partial \theta^2} - \frac{1}{2} \sigma_{s0}(\theta) \frac{\partial^2 h}{\partial \xi^2} + \\ + a \frac{\partial^2 q_n}{\partial \theta^2} + a \frac{\partial^2 q_n}{\partial \xi^2} + a \frac{\partial q_t}{\partial \theta} = 0. \end{aligned}$$

Пренебрегая (в первом приближении) влиянием члена

$$-\frac{1}{2} \sigma_{s0}(\theta) \frac{\partial^2 h}{\partial \xi^2}$$

(в силу плавного характера изменения h по направлению ξ), получаем

$$\frac{\partial^2 \delta}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 \delta}{\partial \xi^2} + \delta = - \left(a^2 \frac{\partial^2 q_n}{\partial \theta^2} + a^2 \frac{\partial^2 q_n}{\partial \xi^2} + a^2 \frac{\partial q_t}{\partial \theta} \right), \quad (5)$$

где

$$\delta = \frac{\partial^2 M_2}{\partial \theta^2}.$$

Следовательно, ищется решение уравнения (5) внутри прямоугольной области: $0 \leq \xi \leq \frac{D}{a}$, $0 \leq \theta \leq \psi$, где ψ — неизвестное значение центрального угла, соответствующее длине жидкой фазы, а граничные условия имеют вид

$$\delta = 0, \quad \frac{\partial \delta}{\partial \theta} = -a^2 \frac{\partial q_n}{\partial \theta} \quad \text{при } \theta = 0 \quad \text{и} \quad \delta = 0 \quad \text{при } \xi = 0 \quad \text{и} \quad \xi = \frac{D}{a}.$$

Первые два условия вытекают из уравнений статики (1) и (2) при отсутствии каких-либо сил вновь начального сечения кристаллизатора, а третье и четвертое являются следствием неискривляемости

боковых кромок слитка в силу жесткости ребер кристаллизатора и несмещаемости концов опорных роликов.

Если правая часть уравнения (5) представлена в виде ряда

$$\sum_1^m f_m(\theta) \sin \frac{m \pi a \xi}{D}, \text{ то решение его можно искать также в виде ряда}$$

$$\delta = \sum_1^m \Delta_m(\theta) \sin \frac{m \pi a \xi}{D},$$

который заведомо удовлетворяет граничным условиям при $\xi = 0$ и $\xi = \frac{D}{a}$.

Что касается функции $\Delta_m(\theta)$, то она является решением обыкновенного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами:

$$\frac{d^2 \Delta_m}{d\theta^2} + \left[1 - \left(\frac{m \pi a}{D} \right)^2 \right] \Delta_m = f_m.$$

Построение общего решения этого уравнения не представляет труда.

На этом формально завершается решение краевой задачи для уравнения (5). Однако не все границы области (внутри которой построенное решение является справедливым) известны. Иными словами, речь идет об определении угла ψ , т. е. пока что неизвестной длины жидкой фазы. С этой целью обратимся к равенству $\delta = \frac{\partial^2 M_2}{\partial \theta^2}$, рассматривая его в соответствии с (4) как дифференциальное уравнение относительно h^2 . Исходя из отсутствия момента и перерезывающей силы у начального сечения кристаллизатора заключаем, что $h^2 = \frac{\partial(h^2)}{\partial \theta} = 0$ при $\theta = 0$.

Что касается неизвестного угла ψ , то он определяется из условия $h^2 \left(\frac{D}{2a}, \psi \right) = \frac{H^2}{4}$, поскольку кристаллизация завершается при $\theta = \psi$ и толщина корки h равняется половине толщины заготовки, т. е. $H/2$.

Таким образом, развитая в настоящей работе теория позволяет установить длину жидкой фазы ($\theta = \psi$), а также закон изменения толщины корки h .

Что касается влияния отброшенного члена $\left(-\frac{1}{2} \sigma_{s0}(\theta) \frac{\partial^2 h}{\partial \xi^2} \right)$, то (в случае необходимости) его нетрудно оценить прибегая к технике последовательных приближений.

И наконец, если $f_m(\theta)$ является полиномом, коэффициенты которого подобраны в соответствии с теорией и данными опыта, получен-

ное (в замкнутом виде) решение наиболее просто позволяет проследить взаимосвязь между толщиной корки, длиной жидкой фазы и силовыми параметрами установки.

Академия наук Грузинской ССР
 Тбилисский математический институт
 им. А. М. Размадзе

(Поступило 18.4.1974)

მეცნიერება

მ. მიქელაძე

ქერქის წარმოქმნის მექანიკა რადიალური ტიპის დანადგარებზე
 ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმის დროს

რეზიუმე

თხელი მყიდვ-პლასტიკური გარსების თეორიის საფუძველზე შესწავლილია გაციების შედეგად ქერქის წარმოქმნის მექანიკაში რადიალური ტიპის დანადგარებზე ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმის დროს.

MECHANICS

M. Sh. MIKELADZE

MECHANICS OF CRUSTIFICATION IN CONTINUOUS STEEL-CASTING ON RADIAL INSTALLATIONS

Summary

According to the theory of thin brittle-plastic shells the mechanism of crustification caused by cooling in continuous steel-casting on radial installations has been investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Ш. Микеладзе. Введение в техническую теорию идеально-пластичных тонких оболочек. Тбилиси, 1969.
2. F. Stassi D'Alia. Flow and Fracture of Materials. Palermo Istituto Di Tecnologie Meccaniche. Facolta D'Ingegneria, 1966.
3. А. Надаи. Пластичность и разрушение твердых тел. М., 1954.
4. М. Я. Бровман, Е. В. Суриц, В. Г. Грузин, А. А. Целиков, Д. П. Евтеев. Энергосиловые параметры установок непрерывной разливки стали. М., 1969.



ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Г. В. ДЖАИАНИ

КЛИНООБРАЗНОЕ ТЕЛО С ПРОИЗВОЛЬНО НАГРУЖЕННЫМ
 ОСТРИЕМ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 30.1.1974)

Исследуется упругое равновесие в тонкой части некоторого клинообразного тела, произвольно нагруженного вдоль острия. За основу принимается система уравнений И. Н. Векуа [1, 2] в случае приближения порядка $N=0$.

Пусть $Oxyz$ — декартова система координат. Предположим, что проекция рассматриваемой тонкой призматической оболочки на плоскость Oxy ограничена кривой, лежащей в верхней полуплоскости $y>0$, и отрезком оси Ox [1]. Пусть, далее, лицевые поверхности заданы уравнениями

$$z = \overset{(+)}{h}(x, y) \equiv h_1 y^\alpha \text{ и } z = \overset{(-)}{h}(x, y) \equiv -h_2 y^\alpha, \quad \alpha \geq 0, \quad y \geq 0,$$

где h_1 и h_2 суть неотрицательные константы ($h_1^2 + h_2^2 \neq 0$).

Рассмотрим случай, когда к середине острия приложена сосредоточенная сила. Как известно из практики, напряжения, возникающие в результате воздействия сосредоточенной силы, носят местный характер и быстро убывают по мере удаления от точки приложения силы. Поэтому при больших размерах проекции оболочки напряжения вдоль криволинейной части границы практически обращаются в нуль. Следовательно, для упрощения граничных условий проекцию оболочки можно считать полуплоскостью $y>0$. В результате рассматриваемое нами тело не всюду будет тонким, но это не влияет на упругое равновесие в тонкой части.

Решим более общую задачу.

Пусть вдоль острия клинообразного тела приложена нагрузка с компонентами $(-f(x), -g(x), 0)$. Будем считать, что поверхностные силы, приложенные к лицевым поверхностям, и массовые силы равны нулю. Ввиду больших размеров тонкой части тела и того, что нагрузка действует в серединной плоскости тела, можно предположить, что прогибы равны нулю.

В приближении порядка $N=0$ решение задачи сводится к интегрированию системы уравнений для усилий $\hat{X}_x(x, y), \hat{X}_y(x, y), \hat{Y}_y(x, y) \in C^2(y>0)$, состоящей из уравнений равновесия

$$\frac{\partial \overset{\circ}{X}_x}{\partial x} + \frac{\partial \overset{\circ}{X}_y}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial \overset{\circ}{Y}_x}{\partial x} + \frac{\partial \overset{\circ}{Y}_y}{\partial y} = 0 \quad (y > 0),$$

и условия непрерывности

$$y^2 \Delta (\overset{\circ}{X}_x + \overset{\circ}{Y}_y) - 2\alpha y \frac{\partial (\overset{\circ}{X}_x + \overset{\circ}{Y}_y)}{\partial y} - \nu\alpha(\alpha+1)\overset{\circ}{Y}_y^3 + \alpha(\alpha+1)\overset{\circ}{X}_x^3 = 0 \quad (y > 0)$$

при граничном условии

$$\overset{\circ}{Y}_x(x, 0) = f(x), \quad \overset{\circ}{Y}_y(x, 0) = g(x),$$

где

$$\nu = \frac{\lambda}{\lambda + 2\mu},$$

λ, μ — постоянные Ламе, $f(x)$ и $g(x)$ суть кусочно-непрерывные ограниченные функции.

Опираясь на результаты работы [3], можно показать, что решение задачи выражается следующим образом:

$$\overset{\circ}{Y}_y(x, y) = y^{b+1} \int_{-\infty}^{+\infty} \alpha_i(x, y, \xi) [(x-\xi)^2 + y^2]^{-(b/2)-1} d\xi,$$

$$\overset{\circ}{X}_y(x, y) = y^b \int_{-\infty}^{+\infty} \alpha_i(x, y, \xi) (x-\xi) [(x-\xi)^2 + y^2]^{-(b/2)-1} d\xi, \quad (\alpha \geq 0)$$

$$\overset{\circ}{X}_x(x, y) = y^{b-1} \int_{-\infty}^{+\infty} \alpha_i(x, y, \xi) (x-\xi)^2 [(x-\xi)^2 + y^2]^{-(b/2)-1} d\xi,$$

где

$$\alpha_1(x, y, \xi) = \gamma_1(\xi) \exp \left\{ a \cdot \text{arc ctg} \frac{x-\xi}{y} \right\} + \delta_1(\xi) \exp \left\{ -a \cdot \text{arc ctg} \frac{x-\xi}{y} \right\},$$

$$\alpha_2(x, y, \xi) = \gamma_2(\xi) + \delta_2(\xi) \cdot \text{arc ctg} \frac{x-\xi}{y},$$

$$\alpha_3(x, y, \xi) = \gamma_3(\xi) \cdot \cos \left(c \cdot \text{arc ctg} \frac{x-\xi}{y} \right) + \delta_3(\xi) \cdot \sin \left(c \cdot \text{arc ctg} \frac{x-\xi}{y} \right),$$

$$a = \sqrt{(\alpha+1)(\nu\alpha-1)}, \quad b = \alpha+1, \quad c = \sqrt{(\alpha+1)(1-\nu\alpha)},$$

$$\gamma_1(\xi) = \frac{g(\xi) - \frac{b}{a} f(\xi)}{2\Lambda(a, b)}, \quad \delta_1(\xi) = \frac{g(\xi) + \frac{b}{a} f(\xi)}{2\Lambda(-a, b)},$$

$$\gamma_2(\xi) = \frac{g(\xi) + \frac{\pi b}{2} f(\xi)}{\Lambda^2(0, b)}, \quad \delta_2(\xi) = -\frac{bf(\xi)}{\Lambda(0, b)},$$

$$\gamma_3(\xi) = \frac{Acg(\xi) + Bbf(\xi)}{c(A^2 + B^2)}, \quad \delta_3(\xi) = \frac{Bcg(\xi) - Abf(\xi)}{c(A^2 + B^2)},$$

$$\Lambda(a, b) = \int_0^{\pi} e^{a\theta} \cdot \sin^b \theta \, d\theta,$$

$$A = \int_0^{\pi} \cos(c\theta) \cdot \sin^b \theta \, d\theta, \quad B = \int_0^{\pi} \sin(c\theta) \cdot \sin^b \theta \, d\theta.$$

Значения $i=1, 2, 3$ соответствуют случаям

$$\alpha > \frac{1}{\nu}, \quad \alpha = \frac{1}{\nu}, \quad \frac{1}{\nu} > \alpha \geq 0.$$

В явном виде можно выразить и нулевые моменты $\overset{\circ}{u}$, $\overset{\circ}{v}$ компонент перемещения.

Если $\alpha > 0$ и нагружена только конечная часть границы, то при условии

$$\overset{\circ}{X}_x = O\left(\frac{1}{r}\right), \quad \overset{\circ}{X}_y = O\left(\frac{1}{r}\right), \quad \overset{\circ}{Y}_y = O\left(\frac{1}{r}\right),$$

$$\overset{\circ}{u} = O\left(\frac{y^\alpha}{r^\alpha}\right), \quad \overset{\circ}{v} = O\left(\frac{y^\alpha}{r^\alpha}\right), \quad (r^2 = x^2 + y^2 \rightarrow \infty)$$

полученное решение единственно (при $\alpha \geq 1$ дополнительно требуем ограниченность разности перемещений).

Можно доказать, что

$$\lim_{y \rightarrow 0} \overset{\circ}{X}_x(x, y) = \nu g(x) \quad (\alpha > 0).$$

Из решения рассмотренной задачи обычным путем получается решение задачи о сосредоточенной силе.

Отметим, что если к оболочке приложена нормальная сосредоточенная сила, то для любого материала порядок утончения α можно подобрать так $\alpha = \frac{1}{\nu}$, что с точностью до жесткого перемещения точки оболочки будут смещаться только в радиальном направлении от точки положения силы [4].

გ. ჯაიანი

პირის ბასწვრივ ნებისმიერად დატვირთული
 სოლისებური სხეული

რეზიუმე

განხილულია პირის გასწვრივ ნებისმიერად დატვირთული გარკვეული სოლისებური ფორმის სხეულის დრეკადი წონასწორობა.

THEORY OF ELASTICITY

G. V. JAIANI

ON A WEDGE-SHAPED BODY LOADED ARBITRARILY ALONG
 THE EDGE

Summary

The elastic equilibrium of a certain wedge-shaped body, loaded arbitrarily along the edge, is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Векуа. Труды Тбилисского матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. 21, 1955.
2. И. Н. Векуа. Труды Тбилисского матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. 30, 1965.
3. Г. В. Джаиани. Сообщения АН ГССР, 75, 1, 1974.
4. Г. В. Джаиани. Сообщения АН ГССР, 70, 3, 1973.



Т. М. ДЖВАРШЕИШВИЛИ, Б. К. МЕБУКЕ

К ВОПРОСУ ОБ ОПТИМАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
 ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ В МНОГОЛИНЕЙНОЙ
 СИСТЕМЕ С ПОТЕРЯМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 7.3.1974)

Проведенная работа посвящена вопросу определения наивыгоднейшего расположения обслуживающих устройств различных производительностей в многолинейной системе массового обслуживания с потерями. Отыскание оптимальной последовательности расположения обслуживающих устройств осуществляется по условию минимизации отказанных (потерянных) в единицу времени требований в стационарном режиме функционирования системы, т. е. минимизируется стационарная вероятность потери поступающих требований.

Для многолинейной системы принимаем следующую организацию обслуживания: требование из простейшего входящего потока со средней интенсивностью λ , заставшее занятым первое обслуживающее устройство системы, поступает на второе устройство; если занято и второе устройство, то оно переходит к следующему по порядку устройству; если же все устройства заняты, то требование получает отказ, т. е. теряется.

В работе [1] исследован входящий поток при вышеуказанной организации обслуживания в предположении, что время обслуживания каждого требования постоянно.

При условии, что времена обслуживания требований отдельными устройствами являются случайными величинами, распределенными по показательному закону распределения с параметрами $\mu_i (i = \overline{1, n})$, можно сформулировать следующую задачу: так организовать работу системы (в такой последовательности расположить устройства с различными показателями обслуживания), чтобы потери требований в установленном режиме функционирования системы были минимальны. Математически задача будет заключаться в минимизации выражения $P_{отк}$ (вероятность потери поступающего требования).

Потеря требования в рассматриваемой системе может произойти, если в момент его поступления обслуживанием заняты все n устройств системы.

Известно [1], что при показательном законе распределения времени обслуживания распределение длительности оставшейся части работы по обслуживанию не зависит от того, сколько оно уже продол-

$$p_i = \frac{\lambda^i \prod_{k=i+1}^n \left(\sum_{r=1}^k \mu_r \right)}{\sum_{m=0}^n \left[\lambda^m \cdot \prod_{k=m+1}^n \left(\sum_{r=1}^k \mu_r \right) \right]}.$$

Интересующая нас вероятность одновременной занятости всех устройств обслуживания, т. е. вероятность потери поступающего требования, будет равна

$$p_n = \frac{\lambda^n}{\sum_{m=0}^n \left[\lambda^m \cdot \prod_{k=m+1}^n \left(\sum_{r=1}^k \mu_r \right) \right]} \quad (3)$$

Обозначим через $T_q J$ транспозицию в подстановке J следующего вида:

$$\begin{aligned} T_q J &= T_q \left(1, 2, \dots, q-1, q, \dots, n-1, n \right) = \\ &= \left(1, 2, \dots, q-1, q, \dots, n-1, n \right). \end{aligned}$$

Пусть $p_n(J)$ и $p_n(T_q J)$ есть значения вероятности потери поступающих требований на подстановках J и $T_q J$ соответственно. Докажем следующую лемму:

Лемма. Если в рассматриваемой системе массового обслуживания стационарная вероятность потери требований принимает минимальное значение на подстановке J , то

$$\mu_{i_{q-1}} \geq \mu_{i_q} \quad (2 \leq q \leq n).$$

Доказательство. Расписав значения $p_n(J)$ и $p_n(T_q J)$ согласно (3), после несложных преобразований получим

$$\begin{aligned} \mu_{i_{q-1}} \cdot \sum_{m=0}^{q-2} \left[\lambda^m \cdot \prod_{k=m+1}^{q-2} \left(\sum_{r=1}^k \mu_{i_r} \right) \right] &\geq \\ \geq \mu_{i_q} \cdot \sum_{m=0}^{q-2} \left[\lambda^m \cdot \prod_{k=m+1}^{q-2} \left(\sum_{r=1}^k \mu_{i_r} \right) \right], \end{aligned}$$

откуда следует, что

$$\mu_{i_{q-1}} \geq \mu_{i_q}.$$

Этим и доказывается лемма, так как в процессе последовательных преобразований на индекс q не накладывались какие-либо ограничения. Докажем теперь теорему.

Теорема. *Необходимым и достаточным условием оптимальности в рассматриваемой системе массового обслуживания является*

$$\mu_{i_1} \geq \mu_{i_2} \geq \dots \geq \mu_{i_{q-1}} \geq \mu_{i_q} \geq \dots \geq \mu_{i_n}. \quad (4)$$

Доказательство. Пусть $p_n(J)$ принимает минимальное значение на подстановке

$$J = (1, 2, \dots, q-1, q, \dots, n-1, n) \cdot (i_1, i_2, \dots, i_{q-1}, i_q, \dots, i_{n-1}, i_n).$$

Если предположить обратное, т. е. что $\mu_{i_{q-1}} < \mu_{i_q}$ для некоторого $q = \overline{2, n}$, то это будет противоречить доказанной выше лемме. Следовательно, условие оптимальности будет иметь вид (4).

Таким образом, потери поступающих требований в рассматриваемой системе обслуживания минимальны, если обслуживающие устройства этой системы расположены в порядке убывающих интенсивностей обслуживания.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 7.3.1974)

კიბერნეტიკა

თ. ჯვარშეიშვილი, ბ. მებუკე

მომსახურების ოპტიმალური ორგანიზაციის საკითხისათვის
მრავალარხიან სისტემაში დანაკარგებით

რ ე ზ ი მ ე

შესწავლილია მრავალარხიან მომსახურების სისტემაში მომსახურე მოწყობილობების ოპტიმალური განლაგების ვარიანტის დადგენის საკითხი. ოპტიმიზაციის კრიტერიუმად მიღებულია დროის ერთეულში დაკარგული მოთხოვნების მინიმიზაცია სისტემის ფუნქციონირებისას დამყარებულ რეჟიმში.

CYBERNETICS

T. M. JVARSHESHVILI, B. K. MEBUKE

CONCERNING THE OPTIMAL ORGANIZATION OF ARRIVAL
SERVICE IN A MULTILINEAR SYSTEM WITH LOSSES

Summary

The paper deals with the problem of determining the optimal arrangement service facilities of differing productivity in a multilinear mass service system with losses. Minimization of arrival losses per unit of time with the steady-state functioning of the system has been taken for a criterion of optimization.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. В. Гнеденко, И. Н. Коваленко. Введение в теорию массового обслуживания. М., 1966.

Л. Н. АБЕСАЛАШВИЛИ, Н. С. АМАГЛОБЕЛИ, Л. Т. АХОБАДЗЕ,
 Д. В. ГЕРСАМИЯ, М. А. ДАСАЕВА, Р. Г. САЛУКВАДЗЕ,
 М. С. ЧАРГЕИШВИЛИ, Л. В. ЧХАИДЗЕ, О. С. ШУДРА

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ,
 СВЯЗАННЫХ С ОБРАБОТКОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ
 ПУЗЫРЬКОВЫХ КАМЕР НА ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ
 ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ТБИЛИССКОГО
 ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

(Представлено академиком А. Н. Тавхелидзе 30.4.1974)

В Проблемной лаборатории ядерной физики высоких энергий Тбилисского государственного университета создана полуавтоматическая измерительная система, работающая на линии с ЭВМ БЭСМ-4 [1, 2]. В настоящее время с помощью этой системы обрабатываются стереофотоснимки с двухметровой пузырьковой пропановой камеры: Объеди-

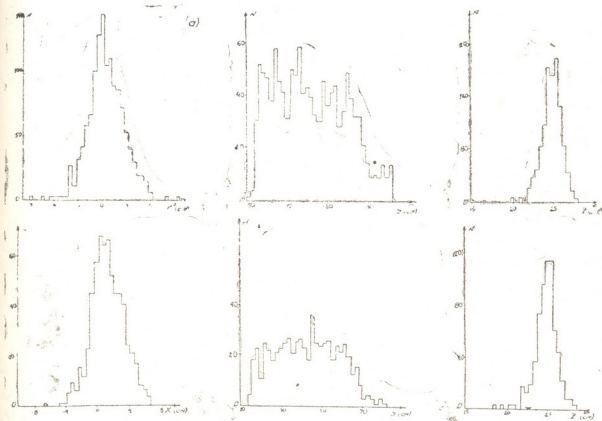


Рис. 1. Распределение звезд по осям X, Y, Z в первой (а) и во второй (б) половинках камеры

ненного института ядерных исследований [3]. Камера была облучена в пучке π^- -мезонов с импульсом $(40,00 \pm 0,24)$ Гэв/с на протонном синхротроне Института физики высоких энергий (г. Серпухов). Обработ-

ка снимков с этой камеры ведется в 11 лабораториях восьми стран. Результаты измерений объединяются для физического анализа. Поэтому согласование вопросов, связанных с методикой обработки, имеет первостепенное значение.

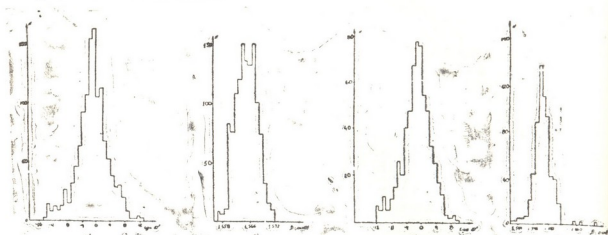


Рис. 2. Распределение первичных π -мезонов по углу $\text{tg } \alpha$ и β в точке взаимодействия в первой (а, б) и во второй (в, г) половинах камеры

С целью обоснования выбранной для всех лабораторий-участниц эффективной области регистрации звезд в камере были построены распределения вершин звезд по координатам X , Y , Z (рис. 1).

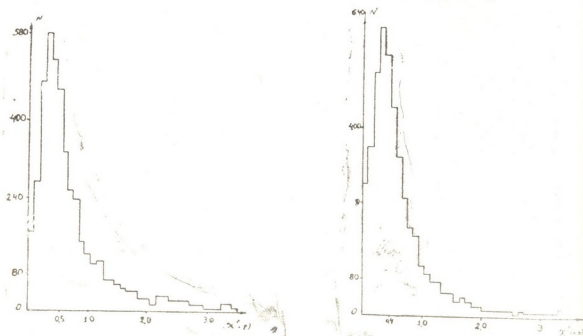


Рис. 3. Распределение вторичных частиц по величинам χ_z^2 и $\chi_{x,y}^2$

Были построены также распределения первичных треков по углу β в плоскости X, Y и тангенсу глубинного угла α (рис. 2). Все распределения строились отдельно для первой и второй половины камеры. Полученные результаты хорошо согласуются с данными ОИЯИ [4].

Основной характеристикой качества измерения треков являются величины χ_{xy}^2 и χ_z^2 , рассчитанные на одну степень свободы. Были построены распределения вторичных частиц по величинам χ_{xy}^2 и χ_z^2 (рис. 3). Средние значения для треков электронов и позитронов оказались равными $\langle \chi_{xy}^2 \rangle = 0,68$, $\langle \chi_z^2 \rangle = 0,86$ при теоретическом значении $\langle \chi^2 \rangle = 1$.

На основе полученных распределений в согласии с другими лабораториями были выбраны критерии хорошего измерения $\chi_{xy}^2 < 3,5$ и $\chi_z^2 < 3,5$.

Полученные распределения и средние значения согласуются с результатами работы [4].

Для хороших треков, т. е. для треков с $\chi_{xy}^2 < 3,5$, $\chi_z^2 < 3,5$, были определены ошибки измерения импульсов (см. таблицу).

L	$L < 10$ см	$10 \text{ см} \leq L \leq 20$ см	$L > 20$ см
$\frac{\Delta P}{P}$ %	26,5	16,8	11,8

На рис. 4 приведено распределение относительных ошибок в определении импульсов вторичных частиц, имеющих длину следа $L > 20$ см. Доля их составляет $\approx 50\%$ от всех вторичных частиц.

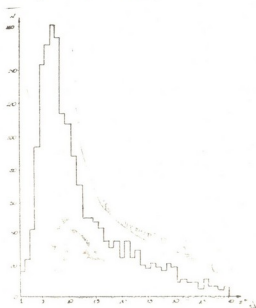


Рис. 4. Определение относительных ошибок определения импульса вторичных частиц с длиной следа $L > 20$ см

Были определены эффективные массы для Λ^0 и K^0 -частиц, распадающихся по схеме $\Lambda^0 \rightarrow p\pi^-$ и $K^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$. Для средних значений масс Λ^0 и K^0 -частиц были получены соответственно

$$\langle M_{\Lambda^0} \rangle = (1,1167 \pm 0,0010) \text{ ГэВ}/c^2,$$

$$\langle M_{K^0} \rangle = (0,494 \pm 0,0004) \text{ ГэВ}/c^2.$$

Согласие полученных значений масс для Λ^0 -гиперонов и K^0 -мезонов с их общепринятыми значениями указывает на отсутствие систе-

матических ошибок в процедуре измерений импульсов и углов вылета вторичных частиц.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 5.5.1974)

ფიზიკა

ლ. აბესალაშვილი, ნ. ამალობელი, ლ. ახოვაძე, დ. ბერსამია, ა. დასაევა,
 რ. სალუკვაძე, ა. ჩარგეიშვილი, ლ. ჩხაიძე, ო. შუდრა

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ნახევრად ავტომატური
 გამომი სისტემის ბუშტოვან კამერებზე მიღებული ინფორმაციის
 დამუშავებასთან დაკავშირებული მეთოდური საკითხების
 გამოკვლევა

რეზიუმე

მოცემულია 2-მეტრიანი პროპანის ბუშტოვანი კამერიდან მიღებული
 სტერეოსურათების თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში დამუშავებასთან
 დაკავშირებული მეთოდური საკითხების ანალიზი.

PHYSICS

L. N. ABESALASHVILI, N. S. AMAGLOBELI, L. T. AKHOBADZE,
 D. V. GERSAMIA, M. A. DASAIEVA, R. G. SALUKVADZE,
 M. S. CHARGEISHVILI, L. B. CHKHAIDZE, O. S. SHUDRA

STUDY OF METHODOLOGICAL PROBLEMS RELATED TO THE
 PROCESSING OF DATA FROM BUBBLE CHAMBERS ON A
 SEMIAUTOMATIC MEASURING SYSTEM OF TBILISI
 STATE UNIVERSITY

Summary

An analysis of methodological problems related to the processing of stereo pictures from the 2-metre propane bubble chamber at the Measuring Centre of Tbilisi State University is presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. С. Амаглобели и др. Материалы III Всесоюзной школы по автоматизации научных исследований. Рига, 1972.
2. Н. С. Амаглобели, Ц. И. Иоселиани, О. М. Намичеишвили, Т. Г. Пицхелаური, И. А. Устнашвили, О. С. Шудра. Сообщения АН ГССР, 73, № 2, 1974.
3. Нгуен Дын Ты, В. Н. Пенев, Н. А. Смирнов, М. И. Солдатов. Определение констант оптической системы двухметровой пропановой пузырьковой камеры. Препринт ОИЯИ 13—5942. Дубна, 1971.
4. У. Абдурахимов и др. Исследование некоторых методических вопросов, связанных с обработкой событий, зарегистрированных в 2-метровой пропановой пузырьковой камере ОИЯИ. Сообщения ОИЯИ. Дубна, 1973.

Ю. А. ГОНГАДЗЕ, Р. Г. ИНДЖИЯ, А. Е. МИКИРОВ

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ТОЛЩ АТМОСФЕРЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. К. Балавадзе 14.2.1974)

Задача определения оптических толщ атмосферы тесно связана с одной из важных проблем атмосферной оптики — изучением ослабления солнечной радиации и была рассмотрена еще Лапласом. Более подробно этот вопрос был изучен Бемпорадом, Штауде и др. [1—3].

Однако расчет оптических толщ по формуле, полученной названными авторами, при табличном задании необходимых параметров является сложной задачей и приводит к известным трудностям. Нами получено упрощенное выражение с точки зрения вычисления и проведены расчеты по моделям атмосферы, построенным на основе ракетных данных.

Введем в рассмотрение оптическую толщ атмосферы, представляющую собой оптическое расстояние между данной точкой p , находящейся на расстоянии r от центра Земли, и точкой вне атмосферы, находящейся на пути солнечного луча s (см. рис. 1):

$$t(p) = \int_p^{\infty} \alpha_{\lambda}(s) ds, \quad (1)$$

где α_{λ} — объемный коэффициент молекулярного рассеяния для длины волн λ .

Теория молекулярного рассеяния, построенная с учетом анизотропии молекул для α_{λ} , приводит к следующему выражению:

$$\alpha_{\lambda} = \frac{8\pi^3(6+3D)(n^2-1)^2}{3N(6-7D)\lambda^4}, \quad (2)$$

где N — полная концентрация газа, n — показатель преломления рассеивающей среды, D — фактор деполяризации, определяемый структурой молекул.

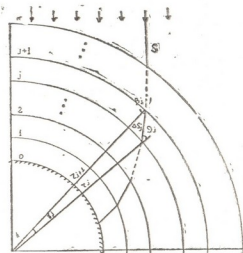


Рис. 1. К выводу выражения для оптических толщ атмосферы

При использовании принятого допущения [4] и некоторого очевидного преобразования выражение (2) получает вид

$$\alpha_\lambda(r) = \frac{32 \pi^3 (6 + 3D) (n_a - 1)^2 \mu(r) \rho(r)}{3A(6 - 7D)\lambda^4 \rho_a}, \quad (3)$$

где A —число Авогадро, μ —молекулярный вес, ρ —плотность воздуха. Индекс a означает, что соответствующая величина относится к расстоянию $r=a$. Следовательно, на фиксированном уровне при заданном μ изменение $\alpha_\lambda(r)$ определяется по значениям $\rho(r)$.

В основе расчетов плотности воздуха лежит использование уравнения состояния идеального газа

$$P = NkT \quad (4)$$

и уравнения гидростатики

$$dP = -\rho g dr, \quad (5)$$

где P —давление газа, k —постоянная Больцмана, T —температура окружающего воздуха в ($^{\circ}K$), g —ускорение силы тяжести.

Из (4) и (5) следует, что

$$\rho(r) = \rho_a \frac{\mu(r) T_a}{\mu_a T(r)} \exp \left\{ -\frac{a^2 g_a}{R^*} \int_a^r \frac{\mu(r') dr'}{r'^2 T(r')} \right\}, \quad (6)$$

где R^* —универсальная газовая постоянная.

С учетом (6) выражение (3) можно записать в виде

$$\alpha_\lambda(r) = \frac{32 \pi^3 (6 + 3D) (n_0 - 1)^2 T_0 \mu^2(r)}{3A(6 - 7D)\lambda^4 \rho_0 \mu_0 T(r)} \exp \left\{ -\frac{r_0^2 g_0}{R^*} \int_{r_0}^r \frac{\mu(r') dr'}{r'^2 T(r')} \right\}. \quad (7)$$

Параметры с нулевыми индексами относятся к земной поверхности $r=r_0$.

Однако возможность применения уравнения гидростатики (5) к верхней разреженной атмосфере ($h = r - r_0 > 100$ км) становится все менее обоснованной.

С учетом всех членов второго приближения для функции распределения в уравнении движения газа Максвелла и осреднением скорости по большому промежутку времени уравнение гидростатики получает другой вид [5], содержащий члены, зависящие от производных по давлению. Согласно сделанным оценкам [5], на высотах $h=300$ км эти члены составляют около 10% остальных.

Кроме того, следует ожидать, что на больших высотах нарушаются те предположения, на которых строится теория молекулярного рассеяния.

Исходя из этого нами произведен расчет $t(p)$ до высот $h=200$ км.

Следуя рис. 1, на основе вышеприведенных рассуждений можно написать

$$t(r_j, \vartheta_j) = \sum_{k=j}^{m-1} \int_{r_k}^{r_{k+1}} \alpha_\lambda ds_k \approx \frac{1}{2} \sum_{k=j}^{m-1} (\alpha_\lambda(r_{k+1}) + \alpha_\lambda(r_k)) \times$$

$$\times \left\{ \sqrt{r_{k+1}^2 - \frac{r_j^2 \sin^2 \vartheta_j \mu_j^2}{\mu_k^2}} - \sqrt{r_k^2 - \frac{r_j^2 \sin^2 \vartheta_j \mu_j^2}{\mu_k^2}} \right\}, \quad (8)$$

(0 ≤ ϑ_j ≤ π/2), j = 0, 1, 2, ..., m-1,

где ϑ — видимое зенитное расстояние Солнца. Согласно формуле (7),

$$\alpha_\lambda(r_k) = c \frac{\mu^2(r_k)}{T(r_k)} \exp \left\{ -\frac{r_0^2 g_0}{2R^*} \sum_{i=0}^{k-1} \left[\frac{\mu(r_i)}{r_i^2 T(r_i)} + \frac{\mu(r_{i+1})}{r_{i+1} T(r_{i+1})} \right] (r_{i+1} - r_i) \right\}, \quad (9)$$

$$c \equiv \frac{32 \pi^3 (6 + 3D) (n_0 - 1)^2 T_0}{3 A (6 - 7D) \lambda^4 \rho_0 \mu_0}. \quad (10)$$

Следует учесть, что когда k = 0,

$$\alpha_\lambda(r_0) = c \frac{\mu_0^2}{T_0}. \quad (11)$$

При численных расчетах $t(r_j, \vartheta_j)$ по формулам (8) и (9) были взяты значения $T(r_k)$ и $\mu(r_k)$ согласно модели ARDC⁽¹⁾ и CIRA⁽²⁾ [5, 6]. Часть данных, соответствующих расчетам, представлена в таблице, из которой следует, что оптическая толщина атмосферы при ϑ > 85° меняется гораздо быстрее, чем в области 0 < ϑ < 85°. По расчетам дан-

Высотный ход оптических толщ атмосферы по модели ARDC и CIRA
(r₀ = 6371,22 км, h = 200 км, λ = 0,5853 мкм)

h км	ϑ°								
	0	30	45	85	86	87	88	89	90
0	0,748-1	0,863-1	0,106+0	0,771-0	0,920+0	0,1131-1	0,1447+1	0,1942+1	0,2722+1
20	0,754-1	0,870-1	0,106+0	0,775-0	0,924+0	0,1135+1	0,1447+1	0,1929+1	0,2668+1
40	0,412-2	0,476-2	0,582-2	0,426-1	0,509-1	0,509-1	0,808-1	0,110+0	0,161+0
60	0,225-3	0,260-3	0,318-3	0,228-2	0,271-2	0,331-2	0,420-2	0,558-2	0,784-2
80	0,217-3	0,251-3	0,307-3	0,221-2	0,263-2	0,322-2	0,410-2	0,548-2	0,776-2
100	0,196-4	0,224-4	0,274-4	0,199-3	0,237-3	0,292-3	0,372-3	0,498-3	0,702-3
120	0,170-4	0,196-4	0,240-4	0,174-3	0,208-3	0,255-3	0,324-3	0,433-3	0,610-3
140	0,772-6	0,891-6	0,109-5	0,814-5	0,979-5	0,122-4	0,159-4	0,222-4	0,333-4
160	0,787-6	0,909-6	0,111-5	0,824-5	0,989-5	0,123-4	0,159-4	0,220-4	0,324-4
180	0,169-7	0,196-7	0,239-7	0,172-6	0,204-6	0,251-6	0,323-6	0,439-6	0,639-6
200	0,228-7	0,263-7	0,321-7	0,232-6	0,277-6	0,340-6	0,434-6	0,583-6	0,820-6

* Рез ультаты, приведенные в таблице, записаны в нормализованном виде, где цифры со своим знаком, стоящие после каждого из чисел, обозначают их порядок.

ных моделей значения $t(r_j, \vartheta_j)$ в точности совпадают, но влияние стратификации температуры для ϑ > 85° особенно сказывается на ре-

(1) ARDC—Air Research and Development Command.

(2) CIRA (COSPAR International Reference Atmosphere).

зультатах. Кроме того, на основе расчетов можно утверждать, что ослабление солнечной радиации до высот 100 км в основном обусловлено молекулярным рассеянием, а на высотах более 100 км — практически только аэрозольной составляющей атмосферы.

Тбилисский государственный университет
 Институт прикладной математики

Институт прикладной геофизики
 ГУГМС

(Поступило 15.2.1974)

ბაზოზიზიბა

ი. ღონღაძე, რ. ინჯია, ა. მიკიროვი

ატმოსფეროს ოპტიკური სისქის ცვლილების კანონზომიერებათა
 გამოკვლევის ზოგიერთი შედეგი

რეზიუმე

მოცემულია გამარტივებული სქემა ატმოსფეროს ოპტიკური სისქის გათვლისა და ჩატარებულია რიცხობრივი ექსპერიმენტები რაკეტებიდან მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე. ამასთან მთელი რიგი პარამეტრებისა აღებულია ატმოსფეროს რეალური სურათის გათვალისწინებით.

GEOPHYSICS

Yu. A. GONGADZE, R. G. INJIA, A. E. MIKIROV

SOME RESULTS OF STUDYING THE REGULARITIES OF THE CHANGE OF THE OPTICAL THICKNESS OF THE ATMOSPHERE

Summary

A simplified scheme for calculating the atmospheric optical thickness is given. The numerical experiment has been carried out on the basis of the data obtained by means of rockets, the number of parameters being taken with regard to the realistic picture of the atmosphere.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. R. J. List, editor. Smithsonian Meteorological Tables, Sixth Revised Edition, Smithsonian Institution, Washington, D. C. 1951.
2. Н. М. Штауде. Изв. АН КазССР, сер. астр. и физ., вып. 2, 1946.
3. В. Г. Фесенков. Астроном. ж., 32, № 3, 1955.
4. К. Я. Кондратьев. Лучистая энергия Солнца. Л., 1954.
5. К. Я. Кондратьев. Метеорологические исследования с помощью ракет и спутников. Л., 1962.
6. Справочник по геофизике. М., 1965.



Г. Е. ГУГУНАВА

ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КАВКАЗА ПО МАГНИТОТЕЛЛУРИЧЕСКИМ ДАННЫМ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 25.4.1974)

Известно, что электромагнитные исследования, проводимые в различных пунктах Земли, зачастую дают значительные «расхождения» в глубинах залегания областей с аномальной электропроводностью [1].

Появившаяся в последние годы гипотеза гравитационной дифференциации вещества недр Земли [2, 3] позволяет надеяться на внесение некоторой ясности в вопрос геоэлектрического строения земной коры и мантии. С целью упорядочения «расхождений» была предпринята попытка построения обобщенной модели геоэлектрического строения верхней мантии [4]. Сопоставление этой модели со схемой, основанной на геофизических данных, имело бы определенный интерес. Для этого был избран регион Кавказа, геоэлектрически в достаточной мере изученный. Помимо чисто магнитотеллурических данных [5, 6], использовались данные геотермических расчетов [7], которые в достаточной мере оправдали себя. Рассмотрение распределения электропроводности в коре и верхней мантии проведем с горизонтов, расположенных близ поверхности Земли. Первый проводящий горизонт (ПГ) представлен осадочными образованиями переменной мощности. Следующий (промежуточный) проводящий горизонт (ППГ), по-видимому, наблюдается по всему Кавказу и расположен в коре или на ее границе с мантией. Этот горизонт на территории Грузии [5], Азербайджана [8] и Северного Кавказа [8] (¹ был зафиксирован методами магнитотеллурического зондирования (МТЗ) на глубинах порядка 30—60 км. Следующий горизонт повышенной электропроводности на Кавказе наблюдается на глубинах 100—150 км и выявлен в пределах Предкавказья. В Закавказье же работы по глубинному МТЗ [5, 8] указывают на отсутствие проводящих горизонтов на этих глубинах.

Следующие глубины, на которых выделяется повышенная электропроводность, это 300—350 км. Слой этот выявлен как в Западной, так и в Восточной Грузии методами ГМТЗ и комбинированного теллурического зондирования (КТЗ). В Азербайджане перегиб кривой ГМТЗ не обнаружен до глубин по крайней мере 200 км, но зато в Туркмении, на побережье Каспийского моря, этот горизонт зафиксирован на глубине 300 км. По всей видимости, он существует и в Азербайджане. Что касается Северного Кавказа, то возможно, что этого горизонта там нет, так же как в Закавказье нет горизонта на глубине 100—150 км. Возможно, что они взаимозамещают друг друга.

Из данных КТЗ, проведенных на территории Грузии, под слоем повышенной электропроводности, находящимся на глубинах 300—

(¹ Устное сообщение Д. А. Варламова и Ю. М. Коннова.

350 км, намечается новое понижение проводимости [5]. Это обстоятельство подтверждается кривыми ГМТЗ на территории Грузии, по которым проводящий горизонт выделяется еще и на глубинах 800 км [6], т. е. до него должны существовать высокоомные образования.

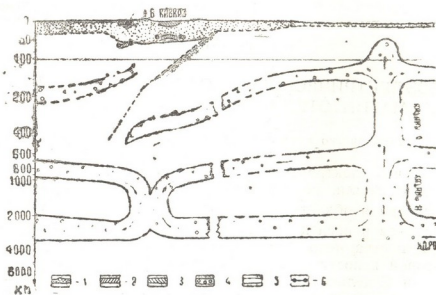


Рис. 1. Схема глубинного геоэлектрического строения Кавказа: 1—кора, 2—осадочный комплекс, 3—ППГ, 4—конвекционная ячейка, 5—неподвижная (твердая) мантия, 6—данные глубинного МТЗ

Обобщение всего этого материала приводит к схеме геоэлектрического строения Кавказа, предлагаемой на рис. 1 (полулогарифмический масштаб выбран исключительно в целях компактности чертежа). Рассмотрение этой схемы показывает, что в геоэлектрическом аспекте области Предкавказья и Закавказья не обладают симметрией в интервале глубин 100—350 км. Что касается глубин 800 км, то вопрос однородности электрических параметров на этих глубинах остается открытым (до проведения ГМТЗ в Предкавказье).

Встает вопрос о механизмах, обеспечивающих повышенную электропроводность на столь различных глубинах. По-видимому, здесь действуют сразу три независимых механизма. В первом слое, т. е. в осадочном комплексе, возникает обычная, ионная электропроводность растворов солей, насыщающих породы. Второй слой, по-видимому, обязан своим происхождением дегидратации при 600°C [9]. Что же касается третьего слоя и последующих, то здесь, должно быть, срабатывает механизм скачка электропроводности при плавлении (1200°C).

Нам представляется, что ППГ представляет собой уровень изостатической компенсации мелкомасштабных неоднородностей (10^2 км) и находится на глубине 30—70 км, что близко к величинам, определяемым в [10].

Видимо, наибольший интерес представляет асимметрия проводящих горизонтов на глубинах 100—300 км. Если представить, что молодая складчатая система Евразии возникла аналогично глубинным зонам скалывания, окружающим Тихий океан, то результаты глубинного магнитотеллурического зондирования свидетельствуют в пользу

применимости моделей Менарда и Штилле [11, 12] к условиям Кавказа. По гипотезе Менарда [11], под срединноокеаническими поднятиями наблюдаются восходящие конвекционные потоки, растягивающие дно океана и нисходящие в областях молодых складчатых областей. В частности, такая картина возможна и под Кавказом. Схема Менарда не удовлетворяла экспериментальным данным о тепловых потоках под срединноокеаническими хребтами [13], поэтому Бернал о м было сделано предположение, что конвекционные ячейки расположены не выше 900 км [14]. Но и эта схема обладает рядом недостатков [13]. Они, видимо, устраняются, если рассмотреть модель Артюшкова [3] совместно со схемой Штилле [12]. В аспекте экспериментального материала, полученного на Кавказе о горизонтах повышенной электропроводности, которые на глубинах 100—400 км, видимо, тождественны с волноводом в астеносфере, наиболее приемлема гипотеза Штилле [12]. Хотя она и не создавалась применительно к складчатой системе Евразии, тем не менее с достаточной степенью обоснованности может быть применена к ней. Здесь также наблюдается суммарное сокращение коры при образовании складок (при пересечении Памира и Гималаев — 200—300 км) [13]. Отсутствие глубокофокусных землетрясений на Кавказе, характерных для области тихоокеанского кольца (до 700 км), может быть объяснено. В условиях океанической коры, для которой характерны перемещения в 1000 км и более, глубинные гипоцентров землетрясений 700 км вполне реальны, тогда как в условиях континентов, где перемещения коры в 4 раза меньше, и глубины проникновения коры в мантию будут соответственно меньше. Отсюда следует, что землетрясения на Кавказе можно ожидать до глубин порядка 200—250 км. Тот факт, что землетрясения этой категории на Кавказе представляют большую редкость [15], должен свидетельствовать о затухании процесса продвижения коры в мантию.

Интересно отметить, что различием в глубине залегания третьего проводящего горизонта (h_3) (в Закавказье $h_3 = 300$ км, а в Предкавказье $h_3 = 100—150$ км), по-видимому, можно объяснить существующее различие геотермических полей этих регионов.

И наконец, факт обнаружения проводящего горизонта на границе нижней и верхней мантии, зафиксированный в пределах Грузии на глубине 800 км, представляется довольно интересным как в аспекте изучения глубинного строения Земли, так и по той причине, что он полностью ложится в рамки геoeлектрической модели [4], построенной на основе гипотезы гравитационной дифференциации [3]. Все это позволяет надеяться на значительное уменьшение «разброса» в глубинах залегания аномальной электропроводности в коре и мантии Земли.

Таким образом, геoeлектрическая схема строения Кавказа, построенная по экспериментальным данным, достаточно хорошо согласуется с теоретической моделью строения верхней мантии [4], построенной на основе гипотезы гравитационной дифференциации Е. В. Артюшкова [2, 3] и схемы Г. Штилле [5]. Конечно, как одна, так и другая геoeлектрические модели не могут претендовать на полноту и будут требовать доработок по мере накопления нового материала.

ბ. გუგუნავა

 კავკასიის გეოელექტრული აგებულება მაგნიტოტელურული
 მონაცემების მიხედვით

რეზიუმე

ელექტრომაგნიტური კომპლექსის მასალების საფუძველზე შემუშავებულია კავკასიაში დედამიწის ქერქის და ზედა მანტიის გეოელექტრული აგებულების სქემა, რომელიც საკმაოდ კარგად თანხვედბა გრავიტაციული დიფერენციაციის თეორიის საფუძველზე აგებულ გეოელექტრულ მოდელს. სქემიდან ჩანს, რომ ჩრდილო და ამიერკავკასიის რეგიონების სიღრმითი აგებულება არაერთგვაროვანია.

GEOPHYSICS

G. E. GUGUNAVA

 GEOELECTRIC STRUCTURE OF THE CAUCASUS ACCORDING
 TO MAGNETOTELLURIC DATA

Summary

A scheme of the geoelectric structure of the Earth's crust and the upper mantle of the Caucasus is constructed on the basis of electromagnetic complex data. This scheme is in sufficiently good agreement with the geoelectric model of the Earth's structure, based on the hypothesis of gravitational differentiation. From the proposed scheme it follows that the deep structure of the North Caucasus and Transcaucasia is nonuniform. According to H. Stille's model this nonuniformity permits the assumption of the possible existence in the Caucasus of deep shearing zones similar to those of the Pacific belt.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. N. Berdichevsky, L. L. Vanyan, I. S. Feldman. Moscow and G. Porstendorfer, Freiberg. Gerlands Beitz. Geophysik. Leipzig, 81, 3/5, 1972, S. 187—196.
2. Е. В. Артюшков. Изв. АН СССР, сер. Физика Земли, 9, 1968.
3. Е. В. Артемьев. Изв. АН СССР, сер. Физика Земли, 5, 1970.
4. Г. Е. Гугунава. Сообщения АН ГССР, 73, № 2, 1974.
5. Д. А. Кикинадзе, Г. Е. Гугунава. Труды Тбилисского ун-та, сер. физ.-мат. и естеств. наук, А5(147), 1972.
6. К. Непесов. Структура магнитотеллурического поля и особенности глубинного распределения электропроводности Южно-Каспийской мегавпадины. Автореферат. Ашхабад, 1972.
7. Г. Е. Гугунава, Д. А. Кикинадзе. Труды Ин-та геофизики АН ГССР, т. 33, 1974.
8. Фонды Ин-та геофизики АН ГССР, № 0—406, 1971.
9. М. Н. Бердичевский и др. Изв. АН СССР, сер. Физика Земли, 10, 1969.
10. М. Е. Артемьев, Е. В. Артюшков. Геотектоника, 5, 1967.
11. H. W. Menard. Science, 132, 1960, 1737.
12. Г. Штилле. Сб. «Земная Кора». М., 1957.
13. П. Н. Кропоткин. Геотектоника, 5, 1967.
14. I. D. Bernal. Nature. London, 192, 123, 1961.
15. Т. М. Лебедева. Квартальный сейсмический бюллетень Ин-та геофизики АН ГССР, т. XV, № 1—4, 1942. Тбилиси. 1949

Ш. А. ТАВАРТҚИЛАДЗЕ, О. В. ТАТИШВИЛИ

РАСЧЕТ МАГНИТОТЕЛЛУРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В СЛОЕ СО СТУПЕНЧАТЫМ ИЗМЕНЕНИЕМ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. К. Балавадзе 21.3.1974)

При использовании математической модели магнитотеллурического поля А. Н. Тихонова в горных районах возникает ряд вопросов, связанных с необходимостью учета неровностей земного рельефа. Нами изучается поле неоднородно проводящей среды, верхняя граница которой изменяется уступообразно. Разрез модели показан на рис. 1. Неоднородный слой, верхняя граница которого имеет вид $z=0$ при $y \geq 0$ и $z=h_1-h$ при $y \leq 0$, лежит на абсолютно непроводящем слое

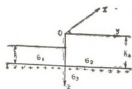


Рис. 1

($\sigma_3=0$). Проводимость слоя изменяется по закону $\sigma=\sigma_1$ при $y \leq 0$, $h_1-h \leq z < h_1$ и $\sigma=\sigma_2$ при $y \geq 0$, $0 \leq z \leq h_1$.

Модель возбуждается плоской H -поляризованной монохроматической электромагнитной волной с компонентами

$$\vec{H} = \{H_x, 0, 0\}, \quad \vec{E} = \{0, E_y, E_z\}.$$

При этом для составляющих электромагнитного поля имеем

$$E_y = \frac{1}{\sigma_i} \frac{\partial H_x}{\partial z}, \quad E_z = \frac{1}{\sigma_i} \frac{\partial H_x}{\partial y}, \quad (1)$$

$$\Delta H_x + k_i^2 H_x = 0, \quad (2)$$

где $k_i = \sqrt{i\omega\mu_0\sigma_i}$ — волновое число соответствующего слоя.

На границах модели выполняются условия: $H_x = 1$ при $z = 0$, $y > 0$, $z = h_1 - h$, $y \leq 0$; $H_x = 0$ при $z = h_1$, $-\infty \leq y \leq +\infty$; $\frac{\partial H_x}{\partial y} \rightarrow 0$ при $y \rightarrow \pm \infty$.

В плоскости разрыва σ выполняются условия сшивания:

$$H_x|_{y=-0} = H_x|_{y=+0} \quad \text{при } 0 < z < h_1;$$

$$\frac{1}{\sigma_1} \frac{\partial H_x}{\partial y} \Big|_{y=-0} = \frac{1}{\sigma_2} \frac{\partial H_x}{\partial y} \Big|_{y=+0} \quad \text{при } h_1 - h < z < h_1. \quad (3)$$

Следуя [1], для решения поставленной задачи представим поле H_x в виде суммы нормального и аномального полей:

$$H_x = \frac{\sin k_1 (h_1 - z)}{\sin k_1 h} + u(y, z), \quad -\infty < y \leq 0, \quad h_1 - h \leq z \leq h_1, \quad (4)$$

$$H_x = \frac{\sin k_2 (h_1 - z)}{\sin k_2 h_1} + v(y, z), \quad 0 \leq y < \infty, \quad 0 \leq z \leq h_1. \quad (5)$$

Для функций $u(y, z)$ и $v(y, z)$ имеем следующие краевые задачи:

$$\Delta u + k_1^2 u = 0, \quad -\infty < y \leq 0, \quad h_1 - h \leq z \leq h_1, \quad (6)$$

$$\Delta v + k_2^2 v = 0, \quad 0 \leq y < \infty, \quad 0 \leq z \leq h_1, \quad (7)$$

$u(y, z) \rightarrow 0$ и $\partial u(y, z)/\partial y \rightarrow 0$ при $y \rightarrow -\infty$, а также $v(y, z)$ и $\partial v/\partial y \rightarrow 0$ при $y \rightarrow \infty$.

Кроме того, функции $u(y, z)$ и $v(y, z)$ удовлетворяют условиям сопряжения при $y=0$, $0 \leq z \leq h_1$, которые вытекают из непрерывности компонентов электромагнитного поля H_x и E_y :

$$\frac{\sin k_1 (h_1 - z)}{\sin k_1 h} + u(y, z) \Big|_{y=-0} = \frac{\sin k_2 (h_1 - z)}{\sin k_2 h_1} \Big|_{y=+0}, \quad 0 \leq z \leq h_1, \quad (8)$$

$$\frac{1}{\sigma_1} \frac{\partial u}{\partial y} \Big|_{y=-0} = \frac{1}{\sigma_2} \frac{\partial v}{\partial y} \Big|_{y=+0}, \quad h_1 - h \leq z \leq h_1.$$

При использовании метода разделения переменных общее решение (6) и (7) имеет вид

$$u(y, z) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \exp \{V \sqrt{(n\pi/h)^2 - k_1^2}\} \sin \frac{n\pi (h_1 - z)}{h}, \quad (10)$$

$$v(y, z) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n \exp \{-V \sqrt{(n\pi/h_1)^2 - k_2^2}\} \sin \frac{n\pi z}{h_1}, \quad (11)$$

$$\operatorname{Re} V \sqrt{(n\pi/h)^2 - k_1^2} \geq 0, \quad \operatorname{Re} V \sqrt{(n\pi/h_1)^2 - k_2^2} \geq 0.$$

В уравнениях (10) и (11) a_n и b_n являются коэффициентами разложения функций u и v в ряд Фурье в сечении $y=0$. Подставив (10) и (11) в (8) и (9) и произведя преобразование Фурье, получим

$$b_m = A_m + \sum_{n=1}^{\infty} a_n T_{mn}, \quad a_m = R_m + \sum_{n=1}^{\infty} b_n L_{mn}, \quad (12)$$

где

$$A_m = \frac{2}{h_1} \left\{ \left(\frac{h_1}{m\pi} \frac{1}{\sin k_1 h} \left[(-1)^m \cos \frac{m\pi h}{h_1} - 1 \right] + \frac{(-1)^m}{m^2 \pi^2 / h_1^2 - k_1^2} \frac{1}{\sin k_1 h} \right) \times \right. \\ \times \left(\sin k_1 h_1 \times \left[-\frac{m\pi}{h_1} \cos k_1 h_1 + \frac{m\pi}{h_1} \cos \frac{m\pi h}{h_1} \cos k_1 (h_1 - h) + k_1 \cos \right. \right. \\ \times \left. \left. \frac{m\pi h}{h_1} \sin k_1 (h_1 - h) \right] - \cos k_1 h_1 \left[-\frac{m\pi}{h_1} \cos k_1 h_1 + \frac{m\pi}{h_1} \sin k_1 (h_1 - h) \cos \right. \right. \\ \times \left. \left. \frac{m\pi h}{h_1} + k_1 \cos k_1 (h_1 - h) \right] \times \sin \frac{m\pi h}{h_1} \right) \left. \right\} + \frac{(-1)^m m \pi / h_1}{m^2 \pi^2 / h_1^2 - k_2^2} [2 \cos k_2 h_1 + 1] \left. \right\};$$

$$T_{mn} = \frac{(-1)^m}{n^2 \pi^2 / h^2 - m^2 \pi^2 / h_1^2} \left\{ -\sin \frac{n\pi h_1}{h} - \cos \frac{n\pi h_1}{h} + (-1)^n \times \right. \\ \times \left[\sin \frac{n\pi h_1}{h} \left(\frac{n\pi}{h} \times \cos \frac{m\pi h}{h_1} + \frac{m\pi}{h_1} \sin \frac{n\pi h_1}{h} \cos \frac{m\pi h}{h_1} \right) - \cos \frac{m\pi h_1}{h} \times \right. \\ \times \left. \left. \left(\frac{n\pi}{h} \cos \frac{n\pi h_1}{h} + \frac{m\pi}{h_1} \sin \frac{n\pi h_1}{h} \cos \frac{m\pi h}{h_1} \right) \right] \right\};$$

$$L_{mn} = \sqrt{(n\pi/h_1)^2 - k_2^2} / \frac{n^2 \pi^2}{h} - \frac{m^2 \pi^2}{h^2} \left\{ (-1)^n \left[\left(\frac{n\pi}{h_1} \cos \frac{m\pi h_1}{h} \cos \right. \right. \right. \\ \times \left. \left. \frac{n\pi h}{h_1} - \frac{m\pi}{h} \sin \frac{n\pi h}{h_1} \sin \frac{m\pi h_1}{h} \right) + \left(\frac{n\pi}{h_1} \sin \frac{m\pi h_1}{h} \cos \frac{n\pi h}{h_1} + \frac{m\pi}{h} \times \right. \right. \\ \times \left. \left. \cos \frac{m\pi h_1}{h} \sin \frac{n\pi h}{h_1} \right) \right] - \left(\cos \frac{n\pi h_1}{h} + \sin \frac{n\pi h_1}{h} \right) \right\};$$

$$R_m = \frac{k_1^2}{k_2^2} \frac{2}{h} \sqrt{\left(\frac{m\pi}{h} \right)^2 - k_1^2}.$$

(12) представляет собой бесконечную линейную систему алгебраических уравнений относительно b_m и a_m .

При практических расчетах решение бесконечной системы (12) заменяется решением укороченной системы N_0 уравнений.

Таким образом, для решения данной задачи имеем следующий алгоритм:

1. Решаем $N_0 < N$ алгебраических уравнений вида

$$\tilde{a}_m = \sum_{s=1}^{N_0} a_s Q_{ms} + P_m, \quad m = 1, 2, \dots, N_0,$$

где

$$Q_{ms} = R_m \sum_{n=1}^{N_0} T_{ns} L_{mn} \quad \text{и} \quad P_m = R_m \sum_{n=1}^{N_0} A_n L_{mn}.$$

2. Находим значения коэффициентов $\tilde{b}_m : \tilde{b}_m = A_m + \sum_{n=1}^{N_0} a_n T_{mn}$.

3. По \tilde{a}_m и \tilde{b}_m вычисляем электрическое поле на поверхности слоя:

$$E_y = \frac{1}{\sigma_1} \frac{\partial H_x}{\partial z} = -\frac{\pi}{\sigma_1 h} \left\{ -k_1 \operatorname{ctg} k_1 h + \sum_{n=1}^{N_0} n \tilde{a}_n \exp [V(n\pi/h)^2 - k_1^2] y \right\}$$

при $y < 0$ и $z = h_1 - h$;

$$E_y = \frac{1}{\sigma_2} \frac{\partial H_x}{\partial z} = \frac{\pi}{\sigma_2 h_1} \left\{ -k_2 \operatorname{ctg} k_2 h_1 - \sum_{n=1}^{N_0} n \tilde{b}_n \exp [-V(n\pi/h_1)^2 - k_2^2] y \right\}$$

при $y > 0$, $z = 0$.

4. Принимая во внимание, что магнитное поле $H_x = 1$, на поверхности слоя с учетом E_y определяем импеданс Z [2].

Академия наук Грузинской ССР
 Институт геофизики

(Поступило 22.3.1974)

გეოფიზიკა

ზ. თავართკილაძე, ო. ტატიშვილი

მაგნიტოტელურული ველის გამოთვლა ფენაში, რომლის
 ზედა საზღვარი საფეხურის ფორმისაა

რეზიუმე

მოცემულია ზედა საზღვრის საფეხურის ფორმის მქონე ფენის მაგნიტო-
 ტელურული ველის გათვლის ალგორითმი.

GEOPHYSICS

Sh. A. TAVARTKILADZE, O. V. TATISHVILI

CALCULATION OF THE MAGNETOTELLURIC FIELD IN A LAYER WITH STEPPED VARIATION OF THE UPPER BOUNDARY

Summary

An algorithm for determining the components of the magnetotelluric field in a layer with stepped variation of the upper boundary is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Кокотушкин, В. И. Дмитриев. Прикладная геофизика, вып. 52. М., 1968, 77.
2. М. Н. Бердичевский. Электрическая разведка методом магнитотеллурического профилирования. М., 1968.

В. П. ГАБУНИЯ, К. М. КАРТВЕЛИШВИЛИ

КРИТЕРИИ ДЛЯ ПРОВЕРКИ РЕЗУЛЬТАТОВ
 ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГРАВИТАЦИОННОЙ АНОМАЛИИ V_{Δ}

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. К. Балавадзе 21.2.1974)

В настоящее время считается обоснованным преимущество применения высших производных потенциала силы тяжести перед данными Δg для разведочных целей. Чтобы судить о правильности проведения количественной интерпретации какого-либо элемента гравитационного поля, необходимо располагать критерием, позволяющим судить о достоверности проведенной интерпретации.

Такие критерии представляют собой интегральные соотношения между возмущающими массами и аномальным гравитационным полем, т. е. связывают параметры аномальных масс с распределением элемента гравитационного поля. Преимуществом подобных интегральных соотношений является то, что интегрирование производится по вполне определенному интервалу аномалии, что исключает необходимость вычисления несобственных интегралов.

Идея решения задачи интерпретации прямыми методами на основе интегральных соотношений впервые была предложена академиком Г. А. Гамбурцевым [1—2] и реализована для некоторых элементов гравитационного поля рядом авторов [3—7].

Ниже дается вывод критерия для проверки интерпретации гравитационной аномалии $V_{\Delta} = V_{\eta\eta} - V_{\xi\xi}$.

Если аномальная масса избыточной плотностью $\sigma(x, y, z)$ заполняет область трехмерного пространства, то общее выражение аномалии V_{Δ} имеет вид

$$V_{\Delta} = 3f \int_T \sigma \frac{(y - \eta)^2 - (x - \xi)^2}{R^5} d\tau, \quad (1)$$

где $R = \sqrt{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2 + (z - \xi)^2}$ — расстояние от точки $M(x, y, z)$ области T до точки $P(\xi, \eta, \xi)$ вне этой области.

Расположим систему координат так, чтобы ось Z была направлена вертикально вниз, а точка $P(\xi, \eta, \xi)$ лежала на оси X (рис. 1). Принимая во внимание, что в этом случае

$$\eta = \xi = 0 \quad \text{и} \quad R = \sqrt{(x - \xi)^2 + y^2 + z^2},$$

выражение (1) запишем в виде

$$V_{\Delta} = 3f \int_T \sigma \frac{y^2 - (x - \xi)^2}{V[(x - \xi)^2 + y^2 + z^2]^3} d\tau. \quad (2)$$

На оси X возьмем интервал (a, b) и выберем некоторую функцию $\mu(\xi)$, определенную на этом отрезке.

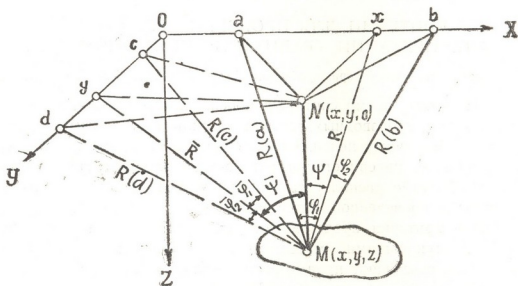


Рис. 1

Выражение (2) умножим на $\mu(\xi)$ и проинтегрируем в интервале (a, b) по переменной ξ :

$$\int_a^b \mu(\xi) V_{\Delta} d\xi = 3f \int_T \sigma \left[\int_a^b \frac{y^2 \mu(\xi) d\xi}{V[(x - \xi)^2 + y^2 + z^2]^3} - \int_a^b \frac{\mu(\xi)(x - \xi) d\xi}{V[(x - \xi)^2 + y^2 + z^2]^3} \right]. \quad (3)$$

Допуская в (3) $\mu(\xi) \equiv 1$ и выполняя интегрирование по ξ внутренних интегралов правой части, получаем

$$\int_a^b V_{\Delta} d\xi = f \int_T \sigma \left[\frac{y^2}{(y^2 + z^2)^2} \left\{ \frac{(x - b)^3}{V[(x - b)^2 + y^2 + z^2]^3} - \frac{(x - a)^3}{V[(x - a)^2 + y^2 + z^2]^3} - \frac{3(x - b)}{V[(x - b)^2 + y^2 + z^2]} + \frac{3(x - a)}{V[(x - a)^2 + y^2 + z^2]} \right\} + \frac{1}{y^2 + z^2} \times \left\{ \frac{(x - b)^3}{V[(x - b)^2 + y^2 + z^2]^3} - \frac{(x - a)^3}{V[(x - a)^2 + y^2 + z^2]^3} \right\} \right] d\tau. \quad (4)$$

Обращаясь к рис. 1 и учитывая, что

$$MN = z, \quad Mx = y, \quad y^2 + z^2 = R^2, \quad \frac{y}{\sqrt{y^2 + z^2}} = \sin \psi,$$

$$\sqrt{(x-b)^2 + y^2 + z^2} = R(b), \quad \sqrt{(x-a)^2 + y^2 + z^2} = R(a), \quad (5)$$

$$\frac{x-b}{\sqrt{(x-b)^2 + y^2 + z^2}} = -\sin \varphi_2, \quad \frac{x-a}{\sqrt{(x-a)^2 + y^2 + z^2}} = \sin \varphi_1,$$

равенству (7) можно придать следующий вид:

$$\int_a^b V_{\Delta} d\xi = f \int_T \sigma \left[3 \sin^2 \psi \frac{\sin \varphi_1 + \sin \varphi_2}{R^2} - \sin^2 \psi \frac{\sin^3 \varphi_1 + \sin^3 \varphi_2}{R^2} - \right. \\ \left. - \frac{\sin^3 \varphi_1 + \sin^3 \varphi_2}{R^2} \right] d\tau. \quad (6)$$

В случае двухмерного тела подобный критерий получается из (6), если взять $\psi=0$ и интегрирование производить по области S двухмерного пространства, представляющего собой сечение тела вкrest его проектирования.

В этом случае

$$\int_a^b V_{\Delta} d\xi = -f \int_S \sigma \frac{\sin^3 \varphi_1 + \sin^3 \varphi_2}{R^2} d\tau. \quad (7)$$

Выражения (6) и (7) представляют собой искомые интегральные соотношения между параметрами возмущающих масс (правая часть равенства) и аномальным гравитационным полем (левая часть) для трехмерного и двухмерного тел соответственно.

В случае задания аномалии V_{Δ} по площади можно вывести соответствующий критерий для профиля, совпадающего с осью Y . В таком случае вместо функции $\mu(\xi)$ введем функцию $\nu(\eta)$, определенную в интервале (c, d) по оси Y .

Проводя рассуждения, как и при $\int_a^b \mu(\xi) V_{\Delta} d\xi$, в случае $\int_a^b \nu(\eta) V_{\Delta} d\eta$ получаем окончательное выражение критерия:

$$\int_c^d V_{\Delta} d\eta = f \int_T \sigma \left[3 \sin^2 \bar{\psi} \frac{\sin \bar{\varphi}_1 + \sin \bar{\varphi}_2}{\bar{R}^2} + \sin^2 \bar{\psi} \frac{\sin^3 \bar{\varphi}_1 + \sin^3 \bar{\varphi}_2}{\bar{R}^2} - \right. \\ \left. - \frac{\sin^3 \bar{\varphi}_1 + \sin^3 \bar{\varphi}_2}{\bar{R}^2} \right]. \quad (8)$$

В выражениях (6), (7) и (8) углы отсчитываются по часовой стрелке.

Если для интерпретируемого аномального тела одновременно выполняются условия критериев по осям x и y , то результаты интерпретации следуют принимать за весьма достоверные.

В заключение необходимо отметить, что, придавая функциям $\mu(\xi)$ и $\nu(\eta)$ различные значения, можно получить целую совокупность критериев, позволяющих судить о достоверности результатов количественной интерпретации различных элементов гравитационного поля.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт геофизики

(Поступило 21.2.1974)

გეოფიზიკა

ვ. გაბუნია, კ. კარტველიშვილი

გრავიტაციული ანომალიის V_{Δ} ინტერპრეტაციის
 შედეგების შესამოწმებელი კრიტერიუმები

რეზიუმე

შილებულია V_{Δ} გრავიტაციული ანომალიის რიცხოვრივი ინტერპრეტაციის შესამოწმებელი კრიტერიუმები ნებისმიერი ფორმის ორ- და სამგანზომილებიანი სხეულებისათვის.

GEOPHYSICS

V. P. GABUNIA, K. M. KARTVELISHVILI

CRITERIA FOR THE VERIFICATION OF THE RESULTS OF
 INTERPRETATION OF GRAVITATIONAL ANOMALY V_{Δ}

Summary

Criteria for the verification of the results of a quantitative interpretation of the gravitational anomaly V_{Δ} for two-dimensional and three-dimensional bodies of arbitrary shape are derived.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Гамбургцев. Изв. АН СССР, сер. геофиз. и географ., № 4, 1938.
2. Г. А. Гамбургцев. Изв. АН СССР, сер. географ. и геофиз., № 3, 1940.
3. А. А. Ляпунов. ДАН СССР, т. 102, № 2, 1955.
4. Х. Л. Смолицкий. ДАН СССР, т. 106, № 2, 1956.
5. Е. Г. Булах. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 9, 1957.
6. В. П. Габуния. Труды Ин-та геофизики АН ГССР, т. XVIII, 1956.
7. К. М. Картвелишвили. Сообщения АН ГССР, т. XXV, № 6, 1960.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. Б. ЦИНЦАДЗЕ, А. Ю. ЦИВАДЗЕ, Ц. Г. ХУГАШВИЛИ,
 А. Н. СМИРНОВ

ИНФРАКРАСНЫЕ СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ СМЕШАННЫХ
 ПСЕВДОГАЛОГЕНИДОДИМЕТИЛАЦЕТАМИДНЫХ
 КОМПЛЕКСОВ НЕКОТОРЫХ МЕТАЛЛОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. С. Кутателадзе 11.2.1974)

По координационным соединениям металлов с диметилацетамидом (ДМАА) имеются ограниченные сведения [1—7], а смешанные комплексы с псевдогалогенидными группами и ДМАА совсем не изучены. В настоящем сообщении кратко излагаются результаты исследования ИК-спектров поглощения ($400—4000\text{ см}^{-1}$) соединений $M(\text{NCX})_2 \cdot 4\text{DMAA}$ и $\text{Ni}(\text{NCS})(\text{NCSe}) \cdot 4\text{DMAA}$, где $M = \text{Mn, Co, Ni}$; $X = \text{S, Se}$.

ИК-спектры поглощения записывались на спектрофотометре ИР-20 с использованием методики растирания образцов с вазелиновым маслом и гексахлорбутадиеном. Найденные колебательные частоты координированного диметилацетамида и их отнесение приводятся в таблице.

Колебательные частоты (см^{-1}) координированного диметилацетамида и их отнесение ($L = \text{DMAA}$)

Отнесение	$\text{Mn}(\text{NCS})_2 \cdot 4L$	$\text{Mn}(\text{NCSe})_2 \cdot 4L$	$\text{Co}(\text{NCSe})_2 \cdot 4L$	$\text{Ni}(\text{NCS})_2 \cdot 4L$	$\text{Ni}(\text{NCSe})_2 \cdot 4L$	$\text{Ni}(\text{NCS})(\text{NCSe}) \cdot 4L$
$\nu_{\text{as}}(\text{CH}_3)\text{N}$	3032	3031	3036	3040	3037	3041
$\nu_{\text{as}}(\text{CH}_3)\text{C}$	2959	2959	2956	2956	2958	2957
$\nu_{\text{as}}(\text{CH}_3)\text{N}$	2944	2940	2938	2939	2938	2938
$\nu_{\text{s}}(\text{CH}_3)\text{C}$	2890, 2875	2894	2885	2903	2889	2900
$\nu_{\text{s}}(\text{CH}_3)\text{N}$	2829	2828	2827	2829	2827	2827
$\nu(\text{CO})$	1619	1624, 1614	1611	1617	1617	1616
$\delta(\text{CH}_3)\text{N}, \nu(\text{CN})$	1521	1520	1518	1522	1522	1521
$\delta(\text{CH}_3)\text{N}, \delta(\text{CH}_3)\text{C}$	1457	1454	1456	1456		
$\delta(\text{CH}_3)\text{N}$	1427	1426	1426	1427	1426	1427
$\nu(\text{CN}) - \delta(\text{CH}_3)\text{N}$	1413	1413, 1404	1406	1412	1405	1407
$\delta(\text{CH}_3)\text{C}$	1371	1370	1371	1370	1371	1371
$\nu_{\text{as}}(\text{CNC})$	1271	1269	1269	1272		1272
$\nu(\text{CH}_3)\text{N}$	1204, 1159	1204, 1160	1204, 1154	1204, 1160	1204, 1154	1204, 1160
$\nu(\text{CH}_3)\text{N}$	1073	1071	1071	1072	1073	1073
$\nu(\text{CH}_3)\text{C}$	1037	1037	1037	1036	1037	1037
$\nu(\text{CC})$	974	974	974	974	974	974
$\nu_{\text{s}}(\text{CNC})$	757	757, 732	759, 728	756	759, 732	758
$\nu(\text{NCO})$	614, 601	615, 600	619, 600	625, 601	624, 601	624, 602
$\delta(\text{CNC})$	487, 435	488, 404	489, 432	492, 441	491	491, 435
$\nu(\text{MO})$	411	407	411	411	407	408

Все полосы, характерные для свободного ДМАА [8—11], обнаружены приблизительно в тех же областях в спектрах исследованных 22. „მომბე“, ტ. 75, № 2, 1974

комплексов. Поэтому отнесение можно проводить на основании сравнения колебательных спектров свободного и координированного ДМАА. При отнесении учтены также результаты недавно проведенного нами теоретического анализа нормальных колебаний координированного ацетамида [12].

Сравнивая колебательные частоты свободного и координированного ДМАА, можно заметить, что самый значительный сдвиг при координировании претерпевают полосы «амид-1». В спектрах изученных комплексов обнаружены интенсивные полосы в области $1610\text{--}1620\text{ см}^{-1}$, относящиеся преимущественно к валентным колебаниям $\nu(\text{CO})$, известные в литературе как полосы «амид-1». Для неассоциированного газообразного ДМАА эта частота имеет значение 1695 см^{-1} [8, 9], а для жидкого и кристаллического — $\sim 1650\text{ см}^{-1}$ [8, 10]. Таким образом, частоты $\nu(\text{CO})$ координированно ДМАА понижены примерно на $75\text{--}80\text{ см}^{-1}$ по сравнению с жидким ДМАА. Как было показано ранее [12], при координации ацетамида $\nu(\text{CO})$ понижается по сравнению с жидким ацетамидом в значительно меньшей степени, чем в случае ДМАА. Это неудивительно, если учесть расчетные данные [8--11]. В самом деле, в колебания «амида-1» ДМАА вносят вклад главным образом изменения связей CO (73%) и CN (13%), тогда как в соответствующие колебания в первичных и вторичных амидах достаточно существенный вклад вносит деформация связей азот-водород аминогруппы (например, для ацетамида он равен $\sim 33\%$). Следовательно, для дизамещенных амидов полосы «амид-1» является более характерными относительно изменения связей CO по сравнению с первичными амидами. Кроме того, в дизамещенных амидах в жидком и твердом состоянии ассоциация за счет водородных связей представляется менее вероятной, чем в первичных амидах.

Понижение частоты $\nu(\text{CO})$ в спектрах изученных комплексов по сравнению с некоординированным лигандом указывает на осуществление координационной связи с молекулами ДМАА с атомом металла через атомы кислорода. С таким предположением согласуется и тот факт, что частоты $\nu(\text{CH}_3)\text{N}$, найденные около $\sim 3035\text{ см}^{-1}$, не понижены, а, напротив, несколько повышены, примерно на $20\text{--}30\text{ см}^{-1}$ по сравнению с некоординированным ДМАА, что исключает возможность координации через атом азота. В соответствии с этим не подвержены каким-либо заметным изменениям и частоты $\nu(\text{CN})$, обнаруженные около 1405 см^{-1} .

В спектрах всех исследованных комплексов обнаруживаются интенсивные полосы в области $2090\text{--}2120\text{ см}^{-1}$, которые нетрудно отнести к $\nu(\text{CN})$ XCN -групп. Положение этих полос указывает на то, что NCX -группы входят во внутреннюю сферу и не образуют мостики. Малоинтенсивные полосы $\nu(\text{CS})$ обнаружены в области $790\text{--}800\text{ см}^{-1}$, что говорит о координировании роданогруппы через атомы азота. С этим предположением согласуются положение и относительные интенсивности $\delta(\text{NCS}) \sim 470\text{ см}^{-1}$ и $2\delta(\text{NCS}) \sim 950\text{ см}^{-1}$. Идентификация полос $\nu(\text{CSe})$ не удается из-за поглощения в соответствующей области координированного ДМАА. Некоординированный ДМАА характеризуется синглетной полосой около $\sim 590\text{ см}^{-1}$, относящейся к $\delta(\text{NCO})$.

В спектрах рассматриваемых комплексов обнаружено по две полосы средней интенсивности около ~ 600 и 620 см^{-1} . При координации SeCN-группы через атомы азота ($\nu(\text{CSe})$) следует ожидать в этой же области. Можно было думать, что одна из двух указанных полос относится к $\nu(\text{CSe})$ изоселеноцианатных групп. Однако по две полосы в этой области найдено и в случае тиоцианаток комплексов, что исключает такое отнесение. С другой стороны, при наличии в комплексах SeCN-групп, координированных посредством атомов селена, должно было наблюдаться появление полос $\nu(\text{CSe})$ в спектрах ниже 550 см^{-1} . В спектрах исследованных комплексов полосы в области $500\text{--}600 \text{ см}^{-1}$ не обнаружены, что исключает возможность наличия в них координированных через атомы селена SeCN-групп и внешнесферных ионов SeCN $^-$. Остается допустить, что полосы $\nu(\text{CSe})$ перекрыты полосами координированного DMAA в области $600\text{--}620 \text{ см}^{-1}$, что указывает на координацию SeCN-группы через атомы азота. С таким предположением согласуются положение и относительные интенсивности $\delta(\text{NCSe})$ и $2\delta(\text{NCSe})$, найденные около 410 и 820 см^{-1} соответственно.

Полосы $\delta(\text{NCSe})$ для изоселеноцианогруппы должны наблюдаться в области $400\text{--}430 \text{ см}^{-1}$. В этой области в спектрах всех изученных комплексов обнаружено по две полосы около 405 и 425 см^{-1} . Поскольку в спектрах изороданидных комплексов также обнаружены полосы в этой области, то следует отнести одну из полос в области $400\text{--}430 \text{ см}^{-1}$ к частоте $\nu(\text{MO})$, которая и в случае ацетамидных комплексов была идентифицирована [12] в этой же области.

Грузинский политехнический институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило 28.2.1974)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ბ. ცინცაძე, ა. ცივაძე, ც. ხუგაშვილი, ა. სმირნოვი

ზოგიერთი მეტალის ფსევდოჰალოგენიდურ-
 დიმეთილაცეტამიდის კომპლექსების შთანთქმის
 ინფრაწითელი სპექტრები

რეზიუმე

შესწავლილია ნაერთების $M(\text{NCX})_2 \cdot 4\text{DMAA}$ და $\text{Ni}(\text{NCS})(\text{NCSe}) \cdot 4\text{DMAA}$ შთანთქმის ინფრაწითელი სპექტრები, სადაც $M = \text{Mn}, \text{Co}, \text{Ni}$, $X = \text{S}, \text{Se}$, ხოლო DMAA-დიმეთილაცეტამიდი. დადგენილია, რომ ფსევდოჰალოგენიდური ლიგანდები და DMAA-ის მოლეკულები შედიან კომპლექსნაერთების შიგნით სფეროში, ამასთან XCN-ჯგუფები ცენტრალურ ატომთან კოორდინირდებიან აზოტის ატომის საშუალებით, ხოლო DMAA-ის მოლეკულები ჟანგბადის ატომის საშუალებით.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

G. V. TSINTSADZE, A. Yu. TSIVADZE, Ts. G. KHUGASHVILI, A. N. SMIRNOV
 INFRARED ABSORPTION SPECTRA OF MIXED PSEUDOHALOGEN-
 DIMETHYL ACETAMIDE COMPLEXES OF SOME METALS

Summary

Infra red absorption spectra of $M(\text{NCX})_2 \cdot 4\text{DMAA}$ and $\text{Ni}(\text{NCS})(\text{NCSe}) \cdot 4\text{DMAA}$ compounds have been studied, where $M = \text{Mn}, \text{Co}, \text{Ni}$, $X = \text{S}, \text{Se}$,

whereas DMAA is dimethyl-acetamide. Pseudohalogen ligands and molecules of dimethylacetamide have been found to combine with central atoms by means of nitrogen atoms, while molecules of DMAA coordinate with these atoms through oxygen atoms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. Gerrard, M. F. Lappert, H. Pyszora, J. W. Wallis. *J. Chem. Soc.*, 2144, 1960.
2. J. M. Gloria, B. P. Susz. *Helv. Chim. Acta*, 54, 2251, 1971.
3. G. Vicentini, C. Airoidi. *J. Inorg. Nucl. Chem.*, 33, 1733, 1971.
4. W. Bull, S. K. Madan, J. E. Willis. *Inorg. Chem.*, 2, 303, 1963.
5. R. C. Paul, S. L. Chadra, S. K. Vasisht, *J. Less. Com. Met.*, 16, 288, 1968.
6. R. C. Paul, S. K. Gupta, S. L. Chadra. *Ind. J. Chem.*, 8, 1020, 1970.
7. R. C. Paul, A. K. Mondgil, S. L. Chadra, S. K. Vasisht. *Ind. Chem.*, 8, 1017, 1970.
8. Е. М. Попов, В. Н. Желтсва, Г. А. Коган. *Ж. структурной химии*, II, 1970, 1053.
9. R. L. Jones. *J. Mol. Spectroscopy*, 11, 411, 1963.
10. C. Carrigon-Lagrange, C. Delose, P. Combeles, J. Dagant. *J. Chim. Phys.*, 67, 1936, 1970.
11. C. Carrigon-Lagrange, M. T. Forel. *J. Chim. Phys.*, 68, 1329, 1971.
12. A. Yu. Tsivadze, Yu. Ya. Kharitonov, G. V. Tsintsadze, A. N. Smirnov, M. N. Tevzadze. *Proc. XVVCC. Moscow. June, 1973, p. 135.*

К. И. ЧЕРКЕЗИШВИЛИ, Л. Д. НАПЕТВАРИДZE,
 И. М. ГВЕРДЦИТЕЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ
 РАДИКАЛОВ И АЦЕТИЛЕНОВОЙ ГРУППЫ, СТОЯЩИХ У
 АТОМА УГЛЕРОДА, НА ПРОЧНОСТЬ Si—O-СВЯЗИ
 В ГРУППИРОВКЕ Si—O—C

В данной статье рассматривается влияние пространственных факторов алкильных радикалов и ацетиленовой связи на гидролитическую способность некоторых диалкинокси-, диалкиноксидиалкил(арил)силанов, синтезированных на базе метилэтилацетиленового, диметилэтилкарбинолов, 1-оксициклогексилацетилена и дихлорсиланов. Гидролизуемые вещества и результаты их количественного анализа приводятся в таблице.

№	Вещество	Количество гидролизованного вещества, г	Вес смеси после отгонки карбинола, г	Вес карбинола, г	Гидролитическая способность, %
I	$(\text{CH}_3)_2\text{Si}(\text{OR})_2$	5,1263	1,5811	3,5452	89
II	$\text{CH}_3(\text{CH}_2=\text{CH})\text{Si}(\text{OR})_2$	5,3241	2,3492	2,9749	76
III	$\text{CH}_3(\text{C}_6\text{H}_5)\text{Si}(\text{OR})_2$	7,3364	6,4322	0,9042	23
IV	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Si}(\text{OR})_2$	5,6439	5,3678	0,2761	7
V	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{Si}(\text{OR})_2$	7,5428	7,4791	0,0637	1,6
VI	$(\text{CH}_3)_2\text{Si}(\text{OR}')_2$	6,0818	5,0424	1,0394	21
VII	$\text{CH}_3(\text{CH}_2=\text{CH})\text{Si}(\text{OR}')_2$	6,1308	5,2628	0,8680	18
VIII	$\text{CH}_3(\text{C}_6\text{H}_5)\text{Si}(\text{OR}')_2$	7,3341	7,2502	0,0839	1,6
IX	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Si}(\text{OR}'')_2$	6,6821	6,5893	0,0928	2
X	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{Si}(\text{OR}'')_2$	8,5882	8,3956	0,1926	3,6
XI	$(\text{CH}_3)_2\text{Si}(\text{OR}'')_2$	4,6517	1,1905	3,4612	98
XII	$\text{CH}_3(\text{CH}_2=\text{CH})\text{Si}(\text{OR}'')_2$	4,9030	1,4743	3,4284	97
XIII	$\text{CH}_3(\text{C}_6\text{H}_5)\text{Si}(\text{OR}'')_2$	6,4683	4,6162	1,8521	52,4
XIV	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Si}(\text{OR}'')_2$	5,2234	2,9797	2,2437	63
XV	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{Si}(\text{OR}'')_2$	7,2730	5,2013	2,0717	57



Как видно из таблицы, возрастание радикалов, стоящих у углерода, вызывает уменьшение гидролитической способности диалкиноксидиалкил(арил)силанов. При сравнении соединений I и II с соответствующими производными диметилацетиленового карбинола [1] можно сделать вывод, что гидролитическая способность производных метилэтилацетиленового карбинола уменьшается ~ на 10%. А при сравнении соединений III и IV с соответствующими гомологами [1]

обнаруживается, что гидролитическая способность первых уменьшается ~ на 20%.

Введение в диалкиноксиалкил(арил)силаны циклогексилового радикала резко уменьшает их гидролитическую способность, для соединений VI и VII она равна ~20%, а соединения VIII, IX и X практически не гидролизуются. В этих соединениях влияние пространственного фактора циклогексилового радикала настолько велико, что заметить влияние радикалов, непосредственно связанных с атомами кремния, на основность кислорода в данных условиях практически невозможно.

На гидролитическую способность синтезированных нами диалкиноксиалкил(арил)силанов влияет также ацетиленовая группа, находящаяся в алкильном радикале. Из-за $-I$ -эффекта ацетиленовой группы электронная плотность на кислороде уменьшается: $\text{Si}-\text{O}-\text{C}\rightarrow-\text{C}\equiv\text{CH}$. Это вызывает уменьшение его основности, а также гидролитической способности вещества. В пользу вышеуказанного предположения говорит сравнение гидролитической способности диалкиноксиалкил(арил)силанов с соответствующими предельными соединениями; в последних в результате замены ацетиленовой группы с $-I$ -эффектом на алкильную с $+I$ -эффектом должна увеличиться основность кислорода, а это, в свою очередь, увеличит гидролитическую способность предельных оксисиланов.

Эти теоретические предположения подтверждены экспериментом.

Так, в [1] было показано, что соединение $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Si} \left(\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{O}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \right)_2$

гидролизует на 23%, а соединение $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{Si} \left(\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{O}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \right)_2$ прак-

тически не гидролизует. Соответствующие им предельные продукты XIV и XV гидролизуются на 63 и 57%.

В двухгорлую колбу с механической мешалкой и обратным холодильником помещали 0,02 г-моля гидролизуемого вещества и 40 мл 7% HCl, нагревали на водяной бане при 75°C в течение 9 часов. После этого смесь тщательно экстрагировали эфиром и сушили на Na_2SO_4 . Затем эфир и карбинол отгоняли в вакууме. По разнице в весе между взятым для гидролиза продуктом и остатком вещества (после отгонки эфира и карбинола) судили о количестве выделенного карбинола. По количеству выделенного карбинола определяли гидролитическую способность (%) взятого вещества.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 28.2.1974)

ძ. ჩიჩქაიშვილი, ლ. ნაფთვარიძე, ი. გვერდითელი (საქართველოს
სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

Si-O-C დაჯგუფებაში ნახშირბადთან მდგომი
რადიკალების სივრცითი ფაქტორისა და აცეტილენური
ჯგუფის ბავლენის შესავალა Si-O ბმის სიმტკიცეზე

რეზიუმე

დადგენილია, რომ დიალინოქსიდიალიკილ(არილ)სილანებში ალკინის რა-
დიკალის გაზრდა იწვევს მჟაური ჰიდროლიზის უნარის შემცირებას.

დადგენილია, რომ ბის(დიმეთილაკეტილენილოქსი)დიალიკილ(არილ)სილა-
ნებთან შედარებით შესაბამისი ნაჯერი პროდუქტები უფრო ღრმად ჰიდრო-
ლიზდებიან, რაც გამოწვეული უნდა იყოს + 1 ეფექტის მქონე ალკილის რა-
დიკალით, რომელიც თავის მხრივ ზრდის ქანგბადის ფუძიანობას და, აქედან
გამომდინარე, ჰიდროლიზის უნარიანობას.

ORGANIC CHEMISTRY

K. I. CHERKEZISHVILI, L. D. NAPETVARIDZE, I. M. GVERDTSITELI

STUDY OF THE EFFECT OF THE STERIC FACTOR OF RADICALS
DIRECTLY CONNECTED WITH CARBON AND THE EFFECT
OF THE ACETYLENIC GROUP IN THE SI-O-C GROUPING
ON THE SI-O-BOND

Summary

It has been established that in dialkineoxydialkyl (aryl) silanes an in-
crease of the alkyne radical leads to a decrease of the capacity for hydro-
lysis in the acid medium.

In comparison with bis(dimethylacetylenyloxy)dialkyl(aryl) silanes
corresponding saturated products have been found to become hydrolyzed to
a greater extent. This must be caused by the alkyl radical having a +I
effect, which increases the basicity of oxygen. It follows from this that the
capacity for hydrolysis also increases.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. И. Черкезишвили, Л. Д. Напетваридзе, И. М. Гвердцители. Со-
общения АН ГССР, 75, № 1, 1974.

Х. И. АРЕШИДЗЕ (академик АН ГССР), Е. М. БЕНАШВИЛИ,
К. И. ЧХЕИДЗЕ

АЛКИЛИРОВАНИЕ ФЕНОЛА Н-ПРОПИЛОВЫМ И ИЗОПРОПИЛОВЫМ СПИРТАМИ В ПРИСУТСТВИИ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТОВ

Высокая реакционная способность алкилзамещенных фенолов и широкие возможности их практического применения стимулируют развитие работ в области синтеза производных фенола.

Общезвестно применение алкилфенолов как антиокислителей моторных и реактивных топлив и смазочных масел, для торможения термоокислительной деструкции полимерных материалов, пищевых жиров и т. д. Многие алкилзамещенные фенолы являются биологически активными веществами и могут быть использованы в различных областях биологии и медицины.

Для алкилирования фенола спиртами и олефинами применяются различные катализаторы кислотной природы — серная, фосфорная и галондводородные кислоты, фтористый бор и его комплексы с водой и кислотами, галогениды металлов, природные и синтетические алюмосиликаты, катионообменные смолы и другие [1, 2].

В настоящей работе для алкилирования фенола использовались различные синтетические цеолиты и исследовались их каталитические свойства в этой реакции в зависимости от природы ионообменного катиона и отношения $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ в цеолите. Алкилирование фенола н-пропиловым и изопропиловым спиртами производилось в паровой фазе, в проточной системе при атмосферном давлении. В качестве катализаторов применялись синтетические цеолиты типа Y в натриевой и водородной формах, а также водородные формы цеолита типа X и морденита. Для цеолитов типа Y отношение $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 4,5$ для морденита — 9,3. Степень обмена натрия на водород равна для HNaY 84,7%, для морденита — 87,8%. Для водородной формы типа X отношение $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 2,5$, степень обмена — 60%.

Физические свойства исходных веществ следующие: фенол — т. кип. 181°C (P 760 мм), d_4^{25} 1,06; т. пл. 41°C ; н-пропиловый спирт — т. кип. $97,5^\circ\text{C}$ (P 760 мм); n_D^{20} 1,3854; d_4^{20} 0,8030; изопропиловый спирт — т. кип. $82\text{--}83^\circ\text{C}$ (P 760 мм); n_D^{20} 1,3776; d_4^{20} 0,7850.

Опыты по алкилированию ставились в интервале температур $230\text{--}450^\circ$, при молярном соотношении фенол:спирт = 1:1, с применением различных объемных скоростей.

Жидкие продукты катализа исследовались методом ГЖХ. Анализ проводился на хроматографе ЛХМ-7А на колонке длиной 2 м и внутренним диаметром 2 мм, заполненной неподвижной фазой, состоящей из хромосорба W (60—80 меш) с 15% полиэтиленгликоля и 3% фосфорной кислоты. Анализ алкилатов проводился при температуре 165°C с

Результаты алкилирования фенола *n*-пропиловым и изопропиловым спиртами
 Молярное соотношение фенол : спирт = 1 : 1, объемная скорость 0,4 час⁻¹

Катализатор	Температура реакции, °С	Состав катализата, определенный методом ГЖХ, вес. %										Конверсия фенола, вес. %	Выход, на пропуск фенола, вес. %		Выход от теорет., вес. %	
		Фенол	<i>o</i> -Этил-фенол	<i>o</i> -Изопропил-фенол	<i>o</i> -Пропил-фенол	<i>n</i> -Этил-фенол	<i>n</i> -Изопропил-фенол	<i>n</i> -Пропил-фенол	Сумма диалкил-фенолов	Пропил-фенол-эфир	пропилов-фенолов		<i>n</i> -изо-пропил-фенола	пропилов-фенолов	<i>n</i> -изо-пропил-фенола	
HNaY	250	61,5	0,4	14,6	5,9	0,7	12,5	2,5	—	1,0	31,0	30,3	13,9	30,2	10,6	
HNaY	250	55,5	3,1	12,0	6,7	1,3	13,3	5,0	2,2	0,9	34,9	44,1	15,8	36,8	13,2	
HNaY	270	47,8	1,2	10,4	3,6	0,9	17,8	3,6	4,7	—	44,9	52,4	32,1	42,2	25,8	
HNaY*	270	37,0	1,3	12,1	1,0	1,2	28,3	2,4	6,7	—	57,8	61,4	43,7	49,2	34,8	
HNaY*	300	59,4	2,8	13,4	1,2	2,4	20,8	—	—	—	43,4	33,7	19,8	22,5	13,1	
HNaX	250	82,0	—	2,3	2,0	—	0,9	0,2	—	12,6	33,5	4,4	0,7	2,8	0,4	
HM	250	98,9	—	0,4	0,1	—	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	
NaY	350	92,0	—	0,9	1,5	—	0,3	1,2	—	4,1	—	—	—	—	—	
NaY	400	50,8	1,4	3,6	1,4	0,7	0,2	0,7	—	1,2	—	—	—	—	—	
NaY	450	89,5	1,2	5,9	0,6	—	0,5	—	—	2,3	—	—	—	—	—	

* Алкилирование производилось изопропиловым спиртом, в остальных опытах—*n*-пропиловым спиртом

пламенно-ионизационным дотектором ($P_{N_2} = 2$ атм., $P_{\text{возд.}} = 0,8$ атм и $P_{H_2} = 0,8$ атм). Результаты алкилирования фенола представлены в таблице.

Из экспериментальных данных видно, что наиболее активной в реакции алкилирования фенола является водородная форма цеолита типа Y, в присутствии которой уже при 230° образуется значительное количество алкилфенолов в катализате (36,6%), тогда как на исходной натриевой форме даже при 450° суммарное содержание алкилфенолов равно всего лишь 8,2%.

С повышением температуры реакции на цеолите HNaY растет содержание алкилфенолов и выход продуктов алкилирования проходит через максимум при 270° , а затем понижается.

Катализаты содержат в основном *o*- и *n*-изомеры *n*- и изопропилфенолов (35,4—53,8%), в малом количестве *o* и *n*-этилфенолы (2,8—8,1%) и в некоторых опытах диалкилфенолы, суммарное содержание которых не превышает 6,7%.

Независимо от того, производилось ли алкилирование *n*-пропиловым или изопропиловым спиртом, в продуктах реакции в максимальном количестве представлены *o*- и *n*-изопропилфенолы, которые во много раз превышают содержание *o* и *n*-пропилфенолов. Так, в случае изопропилового спирта в оптимальных условиях опыта (температура 270°C и объемная скорость $0,4$ час $^{-1}$) в катализате получено 50,4% *o*- и *n*-изопропилфенолов, что составляет 93,7% об общего количества пропилфенолов. При алкилировании фенола *n*-пропиловым спиртом в тех же условиях опыта *o* и *n*-изопропилфенолы (38,2%) также значительно преобладают над *n*-пропилзамещенными фенолами (7,2%).

По-видимому, под влиянием брэнстедовских кислотных центров катализатора HNaY образовавшийся из *n*-пропилового спирта алкилкатнион $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2^+$ предварительно изомеризуется в $\text{CH}_3\text{—CH}^+\text{—CH}_3$ и в результате последующего алкилирования фенола образуются в основном изопропилзамещенные изомеры.

В продуктах реакции в опытах как с *n*-пропиловым, так и с изопропиловым спиртами в интервале температур $270\text{—}300^\circ$ преобладают *n*-изомеры. С понижением температуры реакции содержание *n*-изомеров снижается и при 230° в катализате количество *o*-изомеров несколько выше. Наиболее высокий выход *n*-изопропилфенола как на пропущенный фенол (43,7%), так и от теоретического (34,8%) получен при температуре 270° и скорости $0,4$ час $^{-1}$ (см. таблицу). В этих же условиях общий выход пропилфенолов достигает 49,2% от теоретического и 61,2% на пропущенный фенол.

Натриевые формы цеолита типа Y неактивны в реакции алкилирования фенола, что согласуется с карбоний-ионным механизмом этого процесса и отсутствием брэнстедовских кислотных центров у цеолита NaY. На водородной форме цеолита типа X конверсия фенола происходит в меньшей степени и суммарное содержание пропилфенолов равно всего лишь 5,4%, основным продуктом реакции является пропилфениловый эфир — 12,6%. В отличие от других исследованных нами катализаторов, на HNaX в основном протекает реакция этерификации.

Из сравнения данных эксперимента, полученных при 250° и $0,4$ час $^{-1}$ в присутствии цеолитов HNaX и HNaY, видно, что высокое отношение $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ в катализаторе обуславливает высокую каталитическую активность и преимущественное протекание реакции алкилирования. Так, общее содержание алкилфенолов, полученных на цеоли-

те HNaY , равно 43,6%, а HNaX —5,4%, тогда как содержание пропил-фенилового эфира в 14 раз выше (12,6% против 0,9%) в случае цеолита HNaX .

Что же касается водородной формы морденита, хотя отношение $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=9,3$, но малый размер «око» морденита (6,6 Å) представляет стерические препятствия для проникновения в поры реагентов и особенно десорбции образовавшихся изомерных алкилфенолов и поэтому конверсия фенола происходит в незначительной степени.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физической и органической химии
 им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 22.3.1974)

ორბანული ძიების

ძრ. არეშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),
 ე. ბენაშვილი, კ. ჩხენიძე

ფენოლის ალკილირება *n*-პროპილის და იზოპროპილის
 სპირტებით სინთეზური ცეოლიტების თანდასწრებით

რ ე ზ ი ე ე

ჩაჩვენებია, რომ HNaY ცეოლიტი მაღალ აქტივობას იჩენს ფენოლის ალკილირების რეაქციაში, რაც განაპირობებს ორთო- და პარა-იზოპროპილ-ფენოლების მაღალ გამოსავალს კატალიზატში.

ORGANIC CHEMISTRY

Kh. I. ARESHIDZE, E. M. BENASHVILI, K. I. CHKHEIDZE

PHENOL ALKYLATION BY THE *n*-PRCPYL AND ISOPROPYL ALCOHOLS IN THE PRESENCE OF SYNTHETIC ZEOLITES

Summary

Phenol alkylation reaction by the *n*-propyl alcohols in the vapour phase, in the presence of H- and Na-type synthetic zeolites has been investigated. HNaY zeolite was found to be the active catalyst of the reaction, giving rise to high yields of ortho- and para-isopropyl phenols in the catalysates.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Шуйкин, Е. А. Викторова. УХ, 29, 1960, 1229.
2. X. И. Арешидзе, Е. К. Таварткиладзе. Труды Тбилисского государственного университета, 126, 1968, 293.



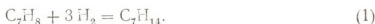
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Л. М. МАМАЛАДЗЕ, Б. С. ГУДКОВ, С. Л. КИПЕРМАН

КИНЕТИКА И МЕХАНИЗМ ГИДРИРОВАНИЯ ТОЛУОЛА
 НА НИКЕЛЕВОМ КАТАЛИЗАТОРЕ В ПАРОВОЙ ФАЗЕ

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 19.2.1974)

При исследовании кинетики и механизма гидрирования бензола на никель-окисноцинковом катализаторе в области обратимости процесса были найдены специфические закономерности [1], которые было целесообразно сопоставить с закономерностями других родственных реакций, в частности с реакцией гидрирования толуола в метилциклогексан



В связи с этим было предпринято настоящее исследование, которое включало подробное изучение кинетики реакции (1), измерение кинетических изотопных эффектов и выяснение закономерностей изотопного обмена с действом в условиях реакции, аналогичных примененным в работе [1], также на никель-окисноцинковом катализаторе.

Опыты проводились в проточно-циркуляционной системе при общем атмосферном давлении, с разбавлением азотом или без него, с анализом газообразных продуктов в ячейке для измерения теплопроводности и жидких продуктов на хроматографе ЛХМ-8. Продукты изотопного обмена после их разделения на препаративной колонке хроматографа «Хром-31» анализировались на масс-спектрометре МИ-1305 и ИК-спектрометре UR-20. Никель-окисноцинковый катализатор (66,8% Ni) был приготовлен по методике [2], удельная поверхность его составляла 11,0 м²/г, поверхность активной фазы — 5,8 м²/г.

Реакция изучалась в интервале температур 43—270°C, объемных скоростей на входе в цикл 384—5762 час⁻¹, исходных парциальных давлений толуола, водорода и специально добавляемого метилциклогексана соответственно 36—139; 373—720 и 0—126 мм рт. ст., при варьировании исходного соотношения водорода к толуолу 3,25—18,7 и степеней превращения 0,03—0,89. Размеры гранул катализатора изменялись от 0,25—0,5 до 1—2 мм. Опыты и расчеты показали, что реакция протекала в кинетической области. Для учета обратной реакции вводился поправочный множитель γ [3]. Процесс протекал селективно, реакция гидродеметилирования и другие побочные продукты не наблюдались.

Кинетика реакции. На рис. 1 кривая 1 характеризует зависимость скорости реакции от температуры. Как видно, скорость реакции проходит через температурный максимум, причем область обратимости приходится на нисходящую ветвь кривой, т. е. формально отрицательной кажущейся энергии активации. Существенно, что уменьшение скорости реакции при повышении температуры не связано с

приближением к равновесию, а является следствием специфического механизма процесса, как и для гидрирования бензола [1].

Подробные исследования кинетики проводились в области обратимости процесса. Метилциклогексан не влияет на скорость реакции, она зависит только от концентраций исходных компонентов. Анализировалось соответствие экспериментальных данных различным кинетическим уравнениям, отвечающим общему виду

$$\omega = \frac{kP_{C_7H_8}^m P_{H_2}^n}{(1 + k_1 P_{C_7H_8} + k P_{H_2})^r} \quad (2)$$

Расчеты проводились на ЭВМ «Минск-22» методом линейного программирования. Они показали, что совокупности результатов наилучшим образом удовлетворяет кинетическое уравнение

$$\omega = kP_{C_7H_8}^{0,5} P_{H_2}^3 \quad (3)$$

Среднее отклонение расчетных величин скоростей реакции от опытных составляет 9,3%. Уравнение (3) описывает и скорость гидрирования бензола в области обратимости, температурные коэффициенты обеих реакций в этой области также близки.

Изотопный обмен. Кривая 2 рис. 1 иллюстрирует температурную зависимость скорости изотопного обмена водорода с дейтерием в толуоле. Как видно, во всем изученном интервале скорость его превышает скорость реакции. Характер зависимостей скоростей гидрирования и обмена от температуры оказывается различным. ИК-спек-



Рис. 1. Зависимость скоростей гидрирования и обмена толуола с дейтерием от температуры: 1 — скорость гидрирования толуола, 2 — скорость обмена в толуоле

троскопическое исследование продуктов обмена при разных температурах показало, что он протекает легче всего в метильной группе, затем обменивается водород в ароматическом кольце — сначала в мета- и пара-положениях, после чего в орто-положении к метильной группе.

Эти результаты позволяют предположить, что изотопный обмен и гидрирование толуола осуществляются по разным механизмам через различные промежуточные соединения.

Кинетические изотопные эффекты. Измерялись кинетические изотопные эффекты при замене протия на дейтерий в разных положениях молекулы толуола и в водороде. Опыты проводились в избытке H_2 или D_2 . Величина эффекта β вычислялась как отношение констант скорости, рассчитанных по уравнению (3). При замене водорода на дейтерий в метильной группе эффект оказывается незначительным, как и при замене водорода на дейтерий, только в аромати-

ческом кольце, вследствие быстрого изотопного обмена, снижающего общее количество дейтерия в молекуле углеводорода.

Наибольшее возрастание скорости реакции имеет место при замене протия на дейтерий в водороде (т. е. когда дейтерий оказывался в большом избытке). Такие обратные изотопные эффекты, т. е. возрастание скорости реакции при замене на тяжелый изотоп вместо ее уменьшения) наблюдались и для гидрирования бензола. Этот характер изотопных эффектов обусловлен спецификой механизма процесса и определенным изменением соотношения нулевых энергий активированного комплекса и исходных веществ при введении дейтерия.

Механизм реакции. Из совокупности результатов и сопоставления с данными [1] следует, что закономерности кинетики и изотопного обмена, а также характер кинетических изотопных эффектов в реакциях гидрирования толуола и бензола оказываются близкими. Это позволяет распространить механизм гидрирования бензола и на реакцию гидрирования толуола. Этот механизм может быть описан следующей стадийной схемой:

- 1) $H_2 = (H_2)$,
- 2) $C_7H_8 + (Ni) = C_7H_8(Ni)$,
- 3) $C_7H_8(Ni) + 3(H_2) = [C_7H_8(Ni) \cdot 3H_2]$,
- 4) $[C_7H_8(Ni) \cdot 3H_2] = [C_7H_{10}(Ni) \cdot 2H_2]$,
- 5) $[C_7H_{10}(Ni) \cdot 2H_2] = [C_7H_{12}(Ni) \cdot H_2]$,
- 6) $[C_7H_{12}(Ni) \cdot H_2] = C_7H_{14} + (Ni)$.

Согласно этой схеме, толуол быстро образует с никелем прочный поверхностный пи-комплекс, возникновению которого не препятствует удерживаемый слабо поверхностью водород (силами физической адсорбции или в виде молекулярного иона). Затем толуол медленно взаимодействует с водородом, образуя молекулярный координационный комплекс, в котором далее происходят быстрые перегруппировки вплоть до образования метилциклогексана. Из такого механизма, как было показано для гидрирования бензола [1], вытекают кинетическое уравнение (3) и наблюдаемые закономерности изотопного обмена и изотопных эффектов.

Таким образом, проведенное комплексное кинетическое исследование гидрирования толуола позволило выявить закономерности, близкие к наблюдаемым при гидрировании бензола на никеле, и ожидать возможные аналогии и для других представителей ряда алкилароматических соединений.

Тбилисский государственный университет

Академия наук СССР
 Институт органической химии
 им. Н. Д. Зелинского

(Поступило 14.3.1974)

ორგანული ქიმია

ლ. შავალაძე, ბ. ზუბკოვი, ს. კიკვიანი

ტოლუოლის ჰიდრირების კინეტიკა და მემბრანული
 ორთქლისებრ ფაზაში ნიკელის კატალიზატორზე

რეზიუმე

ცნკის ჟანგზე დაფენილ ნიკელის კატალიზატორზე არაგრადიენტულ სისტემაში კომპლექსური კინეტიკური მეთოდით შესწავლილია ტოლუოლის

პიდრირების კინეტიკა, ტოლუოლში წყალბადის დეიტერიუმით ჩანაცვლების კანონზომიერებები და კინეტიკური იზოტოპური ეფექტები. მოცემულია პროცესის მექანიზმი. ტოლუოლი სწრაფად წარმოქმნის კატალიზატორთან ზედაპირულ პი-კომპლექსს, რომელიც ხელს ურთიერთმოქმედებს ზედაპირთან სუსტი ძალებით დაკავშირებულ წყალბადთან და წარმოქმნის კოორდინაციურ კომპლექსს. შემდგომ მიმდინარეობს ამ კომპლექსის სწრაფი იზომერიზაცია მეთილციკლოპექსანის წარმოქმნამდე.

ORGANIC CHEMISTRY

L. M. MAMALADZE, B. S. GUDKOV, S. L. KIPERMAN

THE KINETICS AND MECHANISM OF TOLUENE HYDROGENATION ON NICKEL CATALYST IN VAPOUR PHASE

Summary

A kinetic study of toluene hydrogenation on nickel-zinc oxide catalyst in a nongradient system has been carried out. The reaction kinetics and the isotopic exchange with deuterium were investigated and the kinetic isotopic effects measured. On the basis of the experimental data the reaction mechanism is advanced, involving quick formation of a surface π -complex of toluene with its subsequent slow interaction with hydrogen weakly bonded with the surface, the emergence of coordinative complex rapidly isomerizing into methylcyclohexane.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Л. Киперман, Б. С. Гудков, Н. Е. Злотина. Проблемы кинетики и катализа, 15, 1973, 110.
2. А. М. Рубинштейн, А. А. Слинкин, Э. А. Федоровская, А. Л. Клячко-Гуревич, А. В. Сагалович, Д. П. Шашкин, Г. А. Ашавская, И. В. Мельникова. Сб. «Методы исследования катализаторов и каталитических реакций», т. 2. Новосибирск, 1965, 39.
3. С. Л. Киперман, В. С. Гаджи-Касумов. Изв. АН СССР, сер. хим., 1965, 1110.

Г. Г. ЧИРАКАДЗЕ, Г. А. МОСАШВИЛИ, Е. М. НАНОБАШВИЛИ

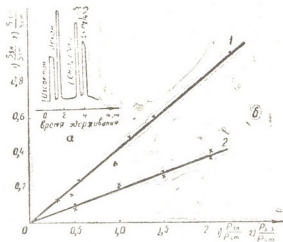
РАДИОЛИЗ 1, 4-БУТАНДИТИОЛА

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 21.3.1974)

Ранее были изучены некоторые закономерности радиационно-химических превращений алифатических дитиолов [1]. Настоящее исследование посвящено изучению природы продуктов радиолиза 1,4-бутандитиола и его изооктановых и спиртовых растворов в зависимости от различных кинетических факторов.

Облучение проводилось на установке К-60. Мощность дозы, определяемая ферросульфатным методом, в пересчете на органические растворители соответствует $0,8 \times 10^{16}$ эв/мл сек. Облучение дитиола проводилось в равновесии с собственными парами, в воздушной и гелиевой атмосферах. Для изучения протекающих в поле излучения процессов использовались метод газо-жидкостной хроматографии и другие методы физико-химического анализа [2]. Для получения модельных систем по видоизмененной методике синтезирован 1,2-дитиангексан [3]. Хроматографирование облученных растворов дитиола и продукта его радиолиза проводилось по специально разработанной методике, так как данные о хроматографическом анализе циклических дисульфидов в рассмотренной литературе отсутствуют. Для хроматографирования указанных соединений найдены оптимальные условия режима работы хроматографа ЛХМ-8МД (модель 3): твердая фаза — хезасорб АУ-НМДС, зернение — 0,200—0,300 меш., жидкая фаза — апызон-Л (15%), газ-носитель — гелий, скорость газа-носителя — 55 мл/мин, Т испарителя 350°C, Т колонок 220°C. Стандартное отклонение соответ-

Рис. 1. Калибровочные кривые для хроматографического определения 1,4-бутандитиола и 1,2-дитиана: а) — хроматограмма одного из модельных растворов, б) — калибровочная кривая для дантиола (1) и для циклического дисульфида (2)



ствует 1,3%. Стандартным веществом выбран н-декан, который, удовлетворяя требованиям, предъявляемым к стандартным веществам, является радиационно-стойким в рабочем интервале доз [4,5]. Рассчитанное для условий режима значение коэффициента разделения 1,4-дитиобутана и 1,2-дитиана соответствует 98,5%. Хроматограммы модельных систем и калибровочные кривые представлены на рис. 1. Во 23. „მეცნიერება“, № 75, № 2, 1974

в всех случаях данные хроматографического анализа сравнивались с данными амперометрического титрования сульфгидрильных групп. Для некоторых точек проведено броматометрическое определение дисульфидной связи. В обоих случаях разница не превышает 5%.

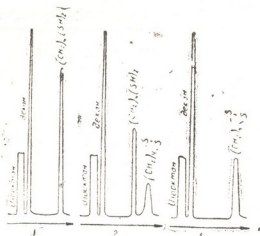


Рис. 2. Хроматограммы γ -облученного 0,06 М раствора 1,4-дитиобутана в изооктане: 1 — контрольный образец, 2 — $1,1 \times 10^{20}$ эв/мл и 3 — $3,5 \times 10^{20}$ эв/мл

При облучении изооктановых и спиртовых растворов 1,4-бутандитиола, как видно из рис. 2, основным продуктом радиолитического окисления является 1,2-дитиан.

Зависимость радиационного окисления 1,4-дитиобутана и образования 1,2-дитиана от условий облучения

Доза, эв/мл 10^{-20}	Концентрация окисленного дитиола, моль/л			Концентрация образовавшегося дитиана, моль/л 10^4			G (-RSH)			G $\left(\begin{array}{c} +R \\ \\ S \end{array} \right)$		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	0,3	0,005	0,007	0,004	0,039	0,042	0,027	15	17	8	10	11
0,9	0,007	0,013	0,007	0,033	0,125	0,044	7	15	8	5	11	4
1,8	0,012	0,027	0,013	0,092	0,228	0,086	6	13	7	4	10	4
3,3	—	0,045	0,014	—	0,444	0,121	—	13	4	—	11	3
4,9	0,020	0,056	—	0,154	0,509	—	4	12	—	3	10	—
Контроль	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	—	—	—	—	—	—

Примечание: 1—в равновесии с собственными парами, 2—воздушная среда, 3—гелиевая среда.

В таблице приведены данные радиационно-химического окисления растворов 1,4-бутандитиола и образования 1,2-дитиана в зависимости от природы насыщающего газа. Из данных таблицы видно, что скорость окисления сульфгидрильных групп для всех случаев находится в прямой зависимости от дозы. Такой же зависимости подчиняется образование 1,2-дитиана. С наибольшей интенсивностью радиационное окисление протекает в воздушной атмосфере, и при дозе $4,9 \times 10^{20}$ эв/мл 1,4-бутандитиол окисляется полностью. В этих условиях образуется до 70% 1,2-дитиана в расчете от окисленного дитиола. При той же дозе в атмосфере гелия окисляется 28% дитиола. При замене инертного растворителя на полярный-этиловый спирт направление радиолитического окисления 1,4-бутандитиола не изменяется, но скорость окисления возрастает на порядок; $G(-RSH) = 90$.

Следует отметить, что образующийся 1,2 дитиан является основным, но не единственным серусодержащим продуктом радиолиза. Наряду с сероводородом, количество которого относительно невысоко [1], образуется полимерное соединение, в состав которого входят определенные спектрофотометрически дисульфидные и сульфидные связи. Количество полимера, определяемое по разности между количеством окисленного дитиола и образовавшегося циклического дисульфида, в рассмотренных выше случаях соответствует 20—30%.

Особый интерес представляет изучение возможности варьирования выходов 1,2-дитиана и серусодержащего полимера, так как нахождение оптимальных условий их образования и соответственного выделения может иметь практический интерес для синтетической органической химии. Изучение радиационно-химических превращений изооктановых растворов 1,4-бутандитиола различной концентрации (0,01—8 м) приводит к весьма интересным результатам. Как видно из рис. 3, на котором представлены кривые окисления дитиола и образования ди-

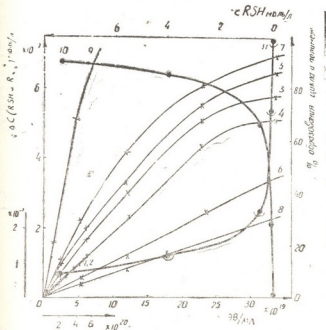
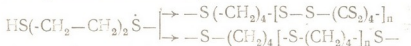


Рис. 3. Радиационно-химические превращения 0,01—8 М изооктановых растворов 1,4-бутандитиола. Убыль дитиола и образование дисульфида соответственно для 0,01 М (1 и 2); 0,05 М (3 и 4); 0,5 М (5 и 6); 4 М (7 и 8); 8 М (9). Образование полимера (10) и дисульфида (11) при дозе 5×10^{19} эв/мл.

сульфида и полимера, на природу образующегося продукта радиолиза существенное влияние оказывает концентрация исходного раствора. В 0,01 М растворе в основном образуется циклический дисульфид, а в 8 М растворе, который соответствует чистому дитиолу — полимер.

Полученные результаты позволяют предложить возможные реакции образования основных продуктов радиолиза. В индивидуальном дитиоле на одной из первых стадий образуется монаорадикал $\text{HS}(\text{—CH}_2\text{—CH}_2)_2\dot{\text{S}}$. Взаимодействие таких радикалов друг с другом приводит к образованию полимера



В разбавленных растворах на протекающие процессы оказывает влияние, с одной стороны растворитель, который, изолируя молекулы дитиола, причем в тем большей степени, чем выше разбавление, способствует внутримолекулярному превращению, приводящему к образованию шестичленного циклического соединения. С другой стороны, молекулы растворителя в возбужденном состоянии и в присутствии

кислорода атакуют молекулу дитиола со всех сторон. В результате такой атаки происходит отрыв наиболее подвижных водородов сульфгидрильных групп, что может привести к образованию сернистого бирадикала, изолированное состояние которого способствует его внутримолекулярной циклизации.

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии и электрохимии

(Поступило 22.3.1974)

ფიზიკური ქიმია

ბ. შირაკაძე, გ. მოსაშვილი, ე. ნანობაშვილი

1,4 - ბუთანდიტიოლის რადიოლიზი

რეზიუმე

შესწავლილია 1,4-ბუთანდიტიოლის γ -რადიოლიზი. დადგენილია დითიოლის დაქანგვის და 1,2-დითიანის წარმოქმნის დამოკიდებულება სხვადასხვა კინეტიკურ ფაქტორებზე (დოზაზე, აირის გარემოზე, გამსხნელის ბუნებაზე). მიღებულია, რომ წარმოქმნილი პროდუქტების ბუნებაზე არსებით გავლენას ახდენს ხსნარის კონცენტრაცია: განზავებულ ხსნარებში ძირითად პროდუქტია 1,2-დითიანი, ხოლო კონცენტრირებულებში — პოლიმერი. განხილულია პროდუქტების წარმოქმნის შესაძლო მექანიზმი.

PHYSICAL CHEMISTRY

G. G. CHIRAKADZE, G. A. MOSASHVILI, E. M. NANOBASHVILI

RADIOLYSIS OF 1,4-BUTANE DITHIOL

Summary

The γ -radiolysis of 1,4-butane dithiol under different physicochemical conditions has been investigated. The influence of the concentration of solutions (0.01 M-8 M) on the nature of the formed products of radiolysis (1,2 dithiane and sulphur-containing polymer) has been established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Мосашвили, Г. Г. Чиракадзе. Всесоюзная конференция молодых ученых по радиационной химии и радиационной биохимии. Тез. докл. Обнинск, 1969, 29.
2. Е. М. Нанобашвили, Г. Г. Чиракадзе, М. В. Панчвидзе, С. Е. Гвилава, Г. И. Хидешели. Сб. «Радиолиз сернистых соединений», II, Тбилиси, 1973.
3. Е. М. Нанобашвили, Г. Г. Чиракадзе, М. Ш. Симонидзе, И. Г. Бахтадзе, Л. В. Иваницкая. Сб. «Радиолиз сернистых соединений», I, Тбилиси, 1967.
3. L. Field, R. Varbee. J. Org. Chem., 34, 1969, 36.
4. Г. Мак-Нейр, Э. Бонелли. Введение в газовую хроматографию. М., 1970.
5. В. И. Пичужкин, М. Б. Муратбеков, В. В. Сараева. Вестник МГУ, VIII, 1970, 309.

Г. В. МАЙСУРАДЗЕ, М. К. ЧАРКВИАНИ, Г. В. ЦИЦИШВИЛИ
(академик АН ГССР), М. Г. АДОЛАШВИЛИ, С. С. ЧХЕИДЗЕ

ИНФРАКРАСНЫЕ СПЕКТРЫ РАЗЛИЧНЫХ ИОНООБМЕННЫХ ФОРМ ЦЕОЛИТОВ

Исследование цеолитов методом инфракрасной спектроскопии позволяет получать важные данные о свойствах и структуре цеолитов, изменении структуры цеолитов под влиянием различных факторов и т. д.

В проведенной работе изучалась зависимость спектра поглощения цеолита от вида обменного катиона и степени его замещения. Для исследования были взяты различные формы цеолита типа А, X и Y:

NaA, CaNaA (20 %), FeNaA (7,5 %, 20 %, 30 %), AlNaA (20 %, 30 %), NaX, CaNaX (79 %, 96 %), FeNaX (7,5 %, 22 %, 33 %), AlNaX (20 %, 40 %), NaY, FeNaY (10 %, 47 %), AlNaY (51 %)⁽¹⁾.

Спектры снимались на двухлучевом инфракрасном спектрофотометре UR-20 в области 400—1300 см⁻¹. Образцы прессовались в таблетки с бромистым калием в строго одинаковом соотношении для всех образцов (1,5 мг цеолита на 700 мг KBr).

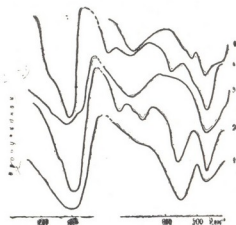


Рис. 1. ИК-спектры исходных форм цеолитов: 1 — NaA; 2 — NaX; 3 — NaX, прогретый при 1000°C в течение 2 часов; 4 — NaY; 5 — нефалин

Анализ полученных спектров (рис. 1) показал, что исходные цеолиты типа А и фожазита (NaX и NaY), отличающиеся друг от друга строением кристаллической решетки, имеют ряд сходных полос поглощения в области 470, 565 и 670 см⁻¹, причем спектр цеолита типа А отличается от спектров цеолитов типа X и Y лишь большей относительной интенсивностью полосы 570 см⁻¹.

Вольф [1, 2], исследуя изменение интенсивности полосы поглощения при 575 см⁻¹ в синтетических и природных цеолитах, приходит к выводу, что вышеуказанную полосу поглощения нельзя приписать колебаниям Si—O или Al—O и что она принадлежит колебаниям цепочек чередующихся тетраэдров SiO₄ и AlO₄, вследствие чего ее положение зависит от отношения Si/Al и от структуры цеолита. С этими

(1) В скобках приведены величины степени замещения.

выводами согласны также авторы работы [3], исследовавшие ИК-спектры цеолитов и гидроалюмосиликатов и нашедшие, что после нагрева образцов до 1200° не наблюдается поглощение в области $565\text{--}620\text{ см}^{-1}$. Однако, как известно, цеолиты после нагрева выше 700° претерпевают изменения, происходит разрушение цеолитной структуры, и тот факт, что после нагрева образца цеолита до 1200° вышеуказанные авторы не могли получить в ИК-спектре исследуемых образцов полосу поглощения при 575 см^{-1} , вовсе не указывает на то, что эту полосу нельзя приписать колебанию Al—O в тетраэдрах AlO_4 .

Как видно из рис. 1, после нагрева цеолитов типа А и Х исчезает также полоса поглощения при 760 см^{-1} . Тот факт, что эта полоса не проявляется в спектрах цеолитов типа А, вероятно, можно объяснить геометрическим фактором, связанным с особенностью строения кристаллической решетки цеолитов типа А.

В дебаеграммах образцов, нагретых выше 1000°C , проявляются структура нефелина и преобладающая структура кварца. Принадлежность полосы поглощения при 470 см^{-1} к деформационным колебаниям Si—O не вызывает сомнений. В спектре цеолита, нагретого до 1000°C , присутствует полоса с частотой 680 см^{-1} , которую также можно приписать симметричным валентным колебаниям Si—O . Надо отметить странное поведение плеча интенсивной полосы поглощения при $1000\text{--}1100\text{ см}^{-1}$, приписываемой антисимметричным валентным колебаниям Si—O в тетраэдрах SiO_4 , которая менее отчетливо проявляется в ИК-спектрах цеолитов типа А по сравнению с ИК-спектрами цеолитов типа Х и Y. Интенсивность этого плеча сильно меняется с переходом от Х к Y-форме, а также зависит от степени деалюминирования и декатионирования [4]. Возможно, существование этого плеча обусловлено межтетраэдрическими колебаниями Si—O . По поводу интерпретации полосы поглощения при 760 см^{-1} мнения авторов, изучавших цеолиты в этой области спектра, расходятся [5, 6].

При изучении влияния катиона на полосы поглощения, характерные для кристаллической структуры цеолитов, нами было замечено следующее.

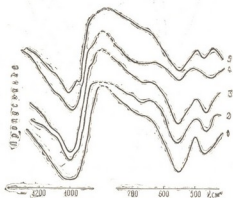


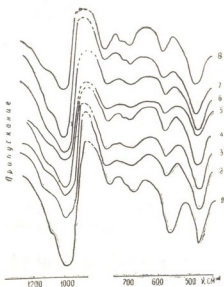
Рис. 2. ИК-спектры цеолитов типа А:

- 1 — NaA ; 2 — FeNaA (7,5%); 3 —
 — AlNaA (20%); 4 —
 — AlNaA (30%); 5 — CaNaA (20%)

В цеолите типа А (рис. 2) относительная интенсивность и частота полосы поглощения при 570 см^{-1} сильно меняются с изменением ионообменного катиона и степени его замещения. Для кальциевых форм цеолита типа А полоса поглощения находится при 550 см^{-1} , а для железных и алюминиевых форм максимум ее частоты смещается в сторону 555 см^{-1} . В спектрах всех указанных форм интенсивная полоса с максимумом при 1010 см^{-1} остается без изменения с ростом степени замещения катиона, не меняется интенсивность плеча и при 1100 см^{-1} .

Из ИК-спектров цеолитов типа X (рис. 3) видно, что максимум частоты полосы поглощения при 567 см^{-1} остается постоянным для всех катионзамещенных форм цеолита. Полоса поглощения, соответствующая колебаниям Si—O, имеет максимум при 990 см^{-1} , не зависящий от степени замещения катиона.

Рис. 3. ИК-спектры цеолитов типа X: 1 — NaX; 2 — CaNaX (79%); 3 — CaNaX (96%); 4 — FeNaX (7,5%); 5 — FeNaX (22%); 6 — FeNaX (33%); 7 — AlNaX (20%); 8 — AlNaX (40%)



Интенсивность полосы поглощения, приписываемой колебаниям Al—O с максимумом при 760 см^{-1} , меняется незначительно с изменением степени замещения катиона.

В спектрах железной и никелевой форм цеолита типа Y с ростом степени замещения катиона незначительно меняется интенсивность полосы поглощения с максимумом при 580 см^{-1} . Частота колебания при 1020 см^{-1} , так же как и в других формах, остается без изменения с увеличением степени замещения катиона, но более заметно изменение интенсивности плеча при этой полосе.

В спектрах исходной и катионзамещенной форм цеолита типа Y появляется еще одно плечо у полосы поглощения деформационных колебаний Si—O с частотой при 467 см^{-1} .

В ИК-спектрах цеолитов A и X проявляется полоса поглощения с частотой при 945 см^{-1} , более отчетливая в ИК-спектрах цеолитов типа A. По данным [7, 8], эту полосу следует приписать колебаниям Al—OH, а по данным [9, 10], она характеризует совершенство структуры алюмосиликатов.

Из полученных данных можно сделать следующее заключение: замещение катиона натрия другими катионами в первую очередь происходит в тех позициях, которые примерно одинаковы для всех изученных форм цеолитов типа A и X (позиции S_2 и S_3). Ионообменный катион связан с алюмокислородными тетраэдрами цеолитного каркаса через кислородные атомы. На это указывает изменение максимума частоты полосы $555\text{--}580\text{ см}^{-1}$ в зависимости от природы обменного катиона.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физической и органической
 химии им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 14.2.1974)

ბ. მაისურაძე, მ. ჩარკვიანი, გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი)
 მ. ადოლავილი, ს. ჩხეიძე

სხვადასხვა იონჩანაცვლილი ცეოლითის ფორმების
 ინფრაწითელი სპექტრებით შესწავლა

რეზიუმე

შესწავლილია იონჩანაცვლილი კათიონის ჩანაცვლების ხარისხის დამოკიდებულება ცეოლითის ჩონჩხის დამახასიათებელ შთანთქმის ზოლებზე. გამოტანილია დასკვნა, რომ ჩანაცვლების ხარისხის მიმართ დიდ მგრძობიარობას იჩენს შთანთქმის ზოლი 555—580 სმ⁻¹ უბანში.

PHYSICAL CHEMISTRY

G. V. MAISURADZE, M. K. CHARKVIANI, G. V. TSITSISHVILI,
 M. G. ADOLASHVILI, S. S. CHKHEIDZE

INFRA-RED SPECTRA OF DIFFERENT ION-EXCHANGE FORMS
 OF ZEOLITES

Summary

The influence of ion-exchange cation substitution degree upon the intensity of framework oscillation absorption bands has been studied by the method of IR-spectroscopy.

The absorption band at 555-580 cm⁻¹ was concluded to be more sensitive to substitution of Na cation by an ion-exchange one.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. Wolf, H. Fürting, U. Hädicke. Chem. Technik, 18, 1966, 524.
2. F. Wolf, H. Fürting. Tonindustrie Ztg, 90, 7, 1966, 310.
3. Т. И. Авдеева, И. А. Ворсина. Изв. АН СССР, 10, 1969, 2197.
4. O. Lahodny-Sarc. J. Phys. Chem., 75, № 15, 1971, 2408.
5. Б. И. Шикун, Л. И. Лафер и др. Изв. АН СССР, 1, 1972, 204.
6. Т. И. Авдеева, И. А. Ворсина. Изв. АН СССР, 10, 1969, 2197.
7. А. Н. Лазарев. Колебательные спектры и строение силикатов. М., 1968.
8. Б. И. Шикун, Л. И. Лафер и др. Изв. АН СССР, 1, 1972, 207.
9. В. Стубикан, Р. Рой. Физика минералов. М., 1964.
10. Ю. И. Тарасевич. Адсорбция на глинистых минералах различной кристаллической структуры и механизм взаимодействия полярных веществ с их поверхностью. Автореферат, М., 1972.



Р. И. АГЛАДЗЕ (академик АН ГССР), Дж. Г. ШЕНГЕЛИЯ,
Н. В. ШАЛЯКИНА

СОВМЕСТНОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ДВУОКИСИ МАРГАНЦА НА АНОДЕ И ЖЕЛЕЗА НА КАТОДЕ

В гидроэлектрометаллургии марганца в зависимости от вида сырья и способа его переработки могут получаться растворы с высоким содержанием железа [1—3].

Одним из методов дальнейшей переработки растворов солей марганца с высокой концентрацией ионов железа является совместное получение двуокиси марганца на аноде и железа на катоде.

Согласно литературным данным [4], ионы железа оказывают отрицательное влияние на процесс электроосаждения MnO_2 . При наличии в электролите ионов железа с концентрацией 2 г/л осаждение MnO_2 на аноде прекращается. Следовательно, для осуществления процесса совместного получения MnO_2 и железа, в первую очередь, следует изыскать способы снижения концентрации ионов железа в анолите до значения, не оказывающего отрицательного влияния на анодный процесс.

С целью уменьшения концентрации ионов железа в анолите электролиз был проведен в ванне, в которой катодное и анодное пространства были разделены диафрагмой. Диафрагма изготовлялась из перхлорвиниловой ткани, предварительно уплотненной кипячением в растворе сернокислого натрия. Электролит приготавливался из сернокислых солей марганца и железа квалификации «ч». В качестве катодов применялась нержавеющая сталь, анодами служил сплав свинец-серебро (~1 % Ag).

Скорость перехода ионов железа из катодного пространства в анодное зависит в основном от степени уплотнения диафрагмы. С другой стороны, важное значение имеет режим циркуляции растворов.

Исходя из логических рассуждений, наиболее целесообразными представлялись два следующих режима циркуляции растворов:

1. Циркуляционный режим «питание через католит», при котором раствор, содержащий ионы Mn^{2+} и Fe^{2+} , подается в катодное пространство. Отработанный электролит вытекает из анодного пространства.

2. Циркуляционный режим «питание через католит и анолит», при котором раствор, содержащий ионы Fe^{2+} , подается в катодное пространство, а чистый раствор сернокислого марганца — в анодное. Отработанные католит и анолит выводятся отдельно соответственно из обоих пространств.

Результаты проведенных исследований показали, что при циркуляционном режиме «питание через католит» выход по току MnO_2 по сравнению со вторым циркуляционным режимом резко снижается (табл. 1). Это вызвано тем, что при циркуляционном режиме «питание через католит» происходит усиленный конвективный перенос раствора из католита в анолит и концентрация ионов Fe^{3+} в анолите по-



вышается выше допустимой нормы. Вторым существенным недостатком этого режима является то обстоятельство, что при этом через диафрагму из катодного пространства в анодное переходит меньше ионов Mn^{2+} , чем осаждается на аноде в виде MnO_2 , и в связи с этим анолит непрерывно обедняется по марганцу.

Таблица 1
Процесс совместного получения MnO_2 на аноде и железа на катоде при разных режимах циркуляции растворов

№ п/п	Режим циркуляции растворов	Продолжительность электролиза, час	Средняя концентрация Fe^{2+} в католите, г/л	Средняя концентрация Fe^{3+} в анолите, г/л	Исходная концентрация Mn^{2+} в анолите, г/л	Конечная концентрация Mn^{2+} в анолите, г/л	Выход по току MnO_2 , %	Выход по току железа, %
1	Питание через катодит	8	5,2	0,9	44,0	21,5	58,8	74,6
2		8	9,5	1,5	52,0	28,1	60,7	52,4
3		8	15,3	2,2	31,2	22,2	44,1	65,0
4	Питание через катодит и анолит	8	8,9	0,35	53,0	46,9	85,5	52,0
5		8	19,6	0,58	61,1	50,2	87,8	64,4
6		8	21,3	0,60	61,1	46,2	90,1	71,6
7		37	12,4	0,39	59,4	52,8	90,0	41,1
8		37	28,6	0,78	49,5	54,5	86,6	65,6

Условия электролиза: $D_a=1$ а/дм², $D_k=3,5$ а/дм², $T=95^\circ C$, напряжение на ванне 3,2 в.

Следует отметить, что отрицательное влияние ионов железа на анодный процесс выявляется тем сильнее, чем ниже концентрация ионов Mn^{2+} в анолите (опыты № 3 и 8 табл. 1). Поэтому уменьшение концентрации ионов Mn^{2+} в анолите, наблюдаемое в процессе электролиза при циркуляционном режиме «питание через катодит», следует считать особенно нежелательным явлением.

От всех вышеуказанных недостатков свободен циркуляционный режим «питание через катодит и анолит» (табл. 1). Этот режим, во-первых, дает возможность регулировать концентрацию ионов Mn^{2+} в анолите с помощью изменения скорости подачи раствора $MnSO_4$ в анодное пространство. Во-вторых, из-за отдельного питания анолита и катодита уменьшается конвективный перенос раствора из катодного пространства в анодное, что создает условия для снижения концентрации ионов железа в анолите. Эти преимущества циркуляционного режима «питание через катодит и анолит» дают возможность повышать концентрацию ионов Fe^{2+} в католите до 30 г/л, не опасаясь при этом загрязнения анолита ионами Fe^{3+} выше допустимой нормы. Выход по току MnO_2 при такой концентрации ионов Fe^{2+} в католите равняется 86,6%, что соответствует значениям, полученным из чистых растворов $MnSO_4$. Повышение концентрации ионов Fe^{2+} в католите способствует, в свою очередь, увеличению выхода по току железа. В условиях проведенных опытов максимальный выход по току железа равняется 72%.



რ. აგლადე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),
 ჯ. შენგელია, ნ. შალიაკინა

ანოდზე მანგანუმის ორჰანგისა და კათოდზე
 რკინის ერთობლივი მიღება

რ ე ზ ი მ ე

დადგენილია დიაფრაგმიან აბაზანაში კათოლიტისა და ანოლიტის ცალ-
 ცალკე კვების პირობებში ანოდზე MnO_2 -ის და კათოდზე რკინის ერთობლი-
 ვი მიღების შესაძლებლობა.

ELECTROCHEMISTRY

R. I. AGLADZE, J. G. SHENGELIA, N. V. SHALYAKINA

JOINT OBTAINING OF MANGANESE DIOXIDE ON THE ANODE
 AND IRON ON THE CATHODE

Summary

The feasibility of joint deposition of manganese dioxide on the anode
 and metallic iron on the cathode during different feeding of anolyte and
 catholyte has been established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. I. Agladze, B. Ю. Миндин. Авт. свид. № 185863, 1966.
2. Дж. Г. Шенгелия. Сб. «Электрохимия марганца», т. IV. Тбилиси, 1969.
3. А. Г. Печерская, Н. М. Гедзь. Горный ж., № 6, 1965.
4. Л. Н. Джапаридзе, Г. А. Цагарели, Л. Ш. Гониашвили. Сообщения
 АН ГССР, 58, № 1, 1970.
5. Дж. Г. Шенгелия, P. И. Агладзе. Сб. «Электрохимия марганца», т. III. Тби-
 лиси, 1967.



ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Л. И. МАРУАШВИЛИ

О КАТАСТРОФИЧЕСКИХ СЕЛЯХ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОШЛОГО

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 5.5.1974)

Принцип актуализма, введенный в геологию Ч. Лайэллем, играл и играет положительную роль в науке. Однако в то же время он несколько притупил внимание исследователей к катастрофическим явлениям геологического прошлого. Период, для которого мы располагаем непосредственными человеческими свидетельствами о природных событиях, чрезвычайно краток по сравнению с геологическим временем: печатная пресса существует всего 4 столетия, книгопечатание — 6 столетий, письменность — не более 8 тысячелетий. Все эти сроки мизерны по сравнению с геологическим прошлым. Даже самый короткий из геологических периодов — антропоген продолжался, по новейшим представлениям, около 4 миллионов лет. Трудно допустить, что проявления природных процессов, которые зафиксированы сохранившимися человеческими свидетельствами, достигают максимальной напряженности этих процессов за все геологическое время. Несомненно, что в прошлом случались более интенсивные проявления тектонических, гравитационных, вулканических, эвстатических (морских и озерных), селевых и других процессов. Библейское предание о всемирном потопе, возможно, отражает одну из таких проявлений. В предлагаемой статье на примере Кавказа рассматриваются катастрофические сели (грязе-каменные потоки) прошлого, следы которых часто смешиваются со следами древнеледниковой деятельности, и порождавшие их факторы.

Долина р. Джоноули. Эта река является правым притоком р. Цхенискалаи, собирающим свои воды с Одишского хребта и Асхского известнякового массива. Среднее течение ее, протяженностью в 7 км, находится в широкой, но значительно покатой плоскодонной долине, усеянной крупными (до 10—15 м в поперечнике) известняковыми глыбами. Увлекающийся гляциалист квалифицировал бы эти глыбы как эрратические валуны, принесенные ледником с верховьев реки. Однако такое понимание генезиса указанных образований легко опровергается тем, что глыбы состоят исключительно из известняка и, следовательно, связаны с северной, обрывистой периферией массива Асхи, который в плейстоцене подвергся очень слабому каровому оледенению. Среди глыб совершенно нет порфиритовых, а между тем, на Цекурском массиве Одишского хребта, расположенном в верховьях Джоноули и сложеном порфиритовой свитой, сохранились следы довольно значительного древнего оледенения (троги, цирки, морены, эрратические глыбы порфирита). Если бы глыбовый материал средней части Джоноульской долины имел ледниковое происхождение, в его составе должны были преобладать порфириты, принесенные с г. Цекури. Поскольку этого нет, приходится искать иное объяснение генезиса глыб. Причиной переноса их мог явиться мощный селевой поток с Ас-

хи, вызванный прорывом естественной плотины запрудного водоема. Запруда была либо гравитационной (обвальная), либо тектонической, либо тектонически-гравитационной. Так или иначе, а мы имеем дело с селевым потоком большой мощности.

Осетинская равнина и Кабардинская возвышенность. Огромные гранитные, порфириновые, известняковые, диабазовые и андезитовые глыбы рассеяны по всей Осетинской наклонной равнине (включая территорию города Орджоникидзе) и на склонах Сунженской и Терской гряд, сотавляющих Кабардинскую возвышенность, на расстояниях до 60—80 км от коренных выходов этих пород (Дарьяльское ущелье, Казбекский массив). Линейные размеры глыб достигают в некоторых случаях 5—8 м, объем — более сотни кубометров, вес — нескольких сотен тонн. Рядом дореволюционных и советских исследователей считалось, что этот материал принесен ледником аляскинского типа, сползавшим с Большого Кавказа в апшеронское или бакинское время. Некоторые авторы видят на Сунженской гряде даже гляциодислокации [1]. Эти представления не обоснованы. Критика их давалась в ряде опубликованных работ [2, 3]. Наши наблюдения в 1963 г. показали, что лежащие на поверхности Осетинской равнины и Кабардинской возвышенности глыбы отпрепарированы денудацией в процессе разрушения типично аллювиальных галечниковых толщ верхнеплиоценового возраста¹, неразмытые части которых содержат включения точно таких же валунов. Все глыбы окатаны, даже знаменитый «карджинский камень», имеющий размеры 4×3×3 м, лопнувший пополам, состоящий из порфирита и несущий мелкие структурные формы, издали представляется почти идеальной сферой. Мелкие изгибы пропластков галечной толщи, которые принимаются А. Е. Криволицким за гляциодислокацию, в действительности образовались при обволакивании осадками включенных в толщу глыб. Вынос крупного глыбового материала из Дарьяла и его распространение далеко к северу происходили в обстановке, когда в результате валахских воздыманий Большого Кавказа и продолжающегося прогибания зоны будущей Кабардинской возвышенности создались огромный высотный перепад и крутой наклон предгорного речного конуса выноса между этими смежными тектоническими зонами. Селевые потоки, возникновению которых способствовали вулканические извержения Казбека и катастрофическое таяние его ледников, развивали, благодаря крутому падению русла, большие скорости и передвигали громадные обломки горных пород.

Цебельдинский регион. Исследователи Кавказа уже 20 лет спорят о происхождении экзотических глыб района Цебельды в Абхазии. Исходя из гипотезы ледниковой транспортировки этих гигантских (до 3—4 м) валунов, состоящих преимущественно из гранитов Абхазской неинтрузии, убежденные гляциалисты искали в нижнем течении р. Амткели, на высоте 300—400 м н. у. м., другие образования, которые можно было бы связать с ледниками. В результате их концепция обросла «трогами», «гляциодислокациями» [5], «моренными валами» и т. п. Эта гипотеза, противоречащая установленным палеогляциологическим чертам Кавказа (положению снеговой границы ледниковых эпох и бесспорных следов их максимальных фаз в других регионах), легко опровергается углубленным изучением мнимых ледни-

¹ Свита рухс-дзур, имеющая туфогенно-осадочный состав (выделена В. П. Ренгартом в 1932 г.).

ковых образований. «Троги» оказываются утратившими водоток реликтовыми долинами, «моренный вал» с подпирающей его «глиаидислокацией» — антиклинальной грядой тектогенно-гравитационного происхождения с разбросанными на ее поверхности отдельными гранитными валунами. Селевое происхождение экзотических глыб и валунов доказывается тем, что они сопровождаются типичными аллювиальными галечниками [6]. К аналогичным выводам приходят и другие исследователи [7, 8]. Причиной возникновения селей могло явиться климатически обусловленное катастрофическое таяние ледников, залегающих на южных склонах Бзыбского и Чхалтского хребтов, или прорыв запрудного озера, образовавшегося в результате горного обвала в верховьях р. Амткели или ее притока Джампали. Следует подчеркнуть, что вероятные очаги возникновения катастрофических селей Цебельды и Джоноули до сих пор специально не исследовались никем. Аналогичные селевые явления, сопровождающиеся переносом крупных обломков, должны были происходить в ряде других регионов Большого Кавказа и вообще в горных областях.

Таким образом, в антропогенном прошлом Кавказа в различных его горных регионах имели место катастрофические сели, вызываемые интенсивными проявлениями неотектоники, гравитационных, вулканических и других процессов. Селевые потоки справлялись с передвижением весьма крупных глыб, благодаря своим высоким скоростям и большим массам внезапно хлынувших вод, несущих обильные количества рыхлого материала. В результате этого как в горных регионах перешейка (долина Джоноули), так и вне их — в предгорно-холмистых регионах (Цебельда), на подгорных равнинах (Осетинская наклонная равнина) и даже на изолированных от гор молласовых возвышенностях, испытавших инверсию тектонического режима в недавнем прошлом (Кабардинская возвышенность), отложились наносы, внешне напоминающие ледниковые морены. Это обстоятельство должно всегда учитываться при палеогеографических исследованиях Кавказа и других горных стран.

Академия наук Грузинской ССР
Институт географии им. Вахушти

(Поступило 5.5.1974)

ფიზიკური გეოგრაფია

ლ. მარტაშვილი

გეოლოგიური წარსულის კატასტროფული ღვარცოფების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია მდ. ჯონოულის ხეობის (ლეჩხუმი), ოსეთის დაბრილი ვაკისა და ყაბარდოს მაღლობის (ჩრდ. კავკასია), წებელდის რეგიონის (აფხაზეთი) მსხვილლოდოვანი ნაფენები, რომლებიც მკვლევართა ნაწილის მიერ ყინვარულ მორენებადაა მიჩნეული. აღნიშნულ ნაფენებს აეტორი თვისი იმ კატასტროფული ღვარცოფების მიერ ჩამოტანილ მასალად, რომელსაც ადგილი ჰქონდა წარსულში ნეოტექტონიკური, გრავიტაციული, ვულკანური და სხვა პროცესების ინტენსიური გამოვლინებების შედეგად. მსხვილლოდოვანი ნაფენების ღვარცოფული წარმოშობის შესაძლებლობას ანგარიში უნდა ეწეოდეს მთიანი ქვეყნების პალეოგეოგრაფიულ კვლევაში.

L. I. MARUASHVILI

ON CATASTROPHIC MUDFLOWS OF THE GEOLOGIC PAST

Summary

The paper deals with large-block deposits of the Jonouli River valley (Lechkhumi), the Ossetian sloping plain and Kabardian upland and also of the Tsebelda region (Abkhazia). Some authors take them for glacial moraines. In fact, these deposits were delivered by catastrophic mud and stone streams which occurred in the past and resulted from intense manifestations of neotectonic, gravitational, volcanic and other processes. The probability of mud-flow origin of large-block deposits should be taken into account when investigating the paleogeography of the Caucasus and other mountainous countries.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Е. Криволуцкий. НДВШ, Геол-геогр. науки, 1958, № 2.
2. Л. И. Маруашвили. Целесообразность пересмотра существующих представлений о палеогеографических условиях ледникового времени на Кавказе. Тбилиси, 1956.
3. Е. М. Великовская. Изв. вузов, Геология и разведка, 1959, № 9.
4. А. И. Березняков. Международный геофизический год. Материалы Кавказской экспедиции (по программе МГГ), т. 3. Харьков, 1962.
5. А. Р. Гентнер и П. В. Федоров. Бюлл. Моск. о-ва испытателей природы, отд. геологии, № 6, 1962.
6. Л. И. Маруашвили, Г. З. Чапгашвили. Сообщения АН СССР, 33, № 1, 1964.
7. Е. М. Великовская, А. В. Кожевников и В. И. Фомин. Вестник Московского университета, сер. 4, Геология, 1960, № 4.
8. А. И. Березняков. Международный геофизический год. Материалы Кавказской экспедиции (по программе МГГ), т. 5. Харьков, 1965.



УДК 553,6

ГЕОЛОГИЯ

Р. В. ПЕРАДЗЕ

К ВОПРОСУ ГЕОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ГУМБРСКОЙ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Твалчрелидзе 5.3.1974)

Гумбрское месторождение бентонитовых глин открыто в 1916 г. А. А. Твалчрелидзе, с дальнейшими работами которого в этом направлении связано получение отечественных отбеливающих глин, успешно заменивших импортный флоридин. Систематическая отработка месторождения была начата в 1929 г. Гумбрин, характеризующийся многими ценными свойствами, имеет весьма широкое применение в разных отраслях народного хозяйства, но основным потребителем остается нефтеперерабатывающая промышленность.

В настоящее время запасы гумбрина исчерпываются, а глины, разведанные на участке Баноджа, не удовлетворяют по качеству требованиям промышленности. В связи с этим необходимо было провести поисково-разведочные работы в целях обнаружения новых скоплений высококачественных глин типа гумбрина.

В 1973 г. Грузинским производственным геологическим управлением были начаты соответствующие работы, а их научное руководство осуществлялось КИМСом (М. Л. Роква и автор настоящей статьи). Ниже приведен анализ новых геологических данных, на основании чего высказаны некоторые соображения о геологическом строении и перспективности гумбрской группы месторождений.

Гумбрское месторождение расположено в Западной Грузии, на северном крыле Квирильской (Колхидской) широкой и пологой синклинальной депрессии, осложненной мелкой складчатостью. Район сложен известково-мергелистой и вулканогенно-осадочной свитами мелового возраста. Слабая тектоническая нарушенность осадков обусловлена неглубоким залеганием кристаллического фундамента Грузинской глыбы.

Меловые образования представлены следующим восходящим разрезом: 1) конгломераты, кварцевые пески, доломитизированные, часто песчанистые известняки валанжин-готеривского возраста, обнаженные за пределами Гумбрского района; 2) толстослоистые и массивные известняки ургонской фации баррема; 3) мергели с прослоями известняков апта; 4) мергелистые глинистые сланцы, туфогенные глины, бентонитизированные туфы альба; 5) конгломераты, глауконитовые песчаники, пласты бентонитов, туфы — гумбриновая свита сеномана; 6) вулканогенно-осадочная толща турона — нижнего кампана.

Важное значение имеют взаимоотношения осадков альба и сеномана в Цхалтубо-Кутанском районе. По этому вопросу существует два мнения. Ряд исследователей контакт между ними считает согласным [1], тогда как другие — несогласным [2]. А. Л. Цагарели [3] отмечает, что «элемент трансгрессивности, по-видимому, нельзя исключить, так как здесь до сих пор наличие вкрапа в альбских от-

ложениях не установлено». В указанных районах нашими наблюдениями подтверждается несогласие альба и сеномана. Это отчетливо видно в ряде мест: 1) на левом склоне р. Семи (участок Кумистави) в основании сеноманских осадков на размытой поверхности альбских глин залегают хорошо выраженные конгломераты мощностью 6 м; 2) в соседнем Кутаисском районе между р. Цхалцител и с. Годони сеноманские осадки с конгломератом в основании залегают непосредственно на доломитизированных известняках баррема и готерива; 3) на правом склоне ущелья р. Цхалцитела на юго-восточной периферии г. Кутаиси сеноманские осадки с базальным конгломератом в основании залегают на аптских мергелях. Таким образом, в Кутаисском и Цхалтубском районах четко устанавливается сеноманская трансгрессия.

Указанные базальные образования в районах продуктивных площадей известны под названием «глауконитовые песчаники», на которых залегают бентонитовые глины (гумбрин) продуктивного горизонта, поэтому они считаются маркирующими. Горизонт глауконитовых песчаников, как маркирующий, хорошо выделяется на участках Кечнара, Мхеидзесеули, Мурталисеули, Барбацминда и Промежуточный, а в других местах он представлен в несколько другой фации, вследствие чего остался незамеченным. В связи с этим корреляция пластов гумбрин, залегающих в сеноманских образованиях за пределами Гумбрского месторождения, осуществлялась неверно по наличию бентонитовых глин, известных и среди альбских осадков. В других случаях туфогенные базальные образования сеномана принимались за вулканогенно-осадочную толщу турона-нижнего кампана, что искажало действительную картину геологического строения и приводило к ошибкам в направлении поисково-разведочных работ на бентониты.

Например, на северо-западе (участки Цхалтубо, Меоре Убани, Чунеши и др.) базальные образования сеномана представлены конгломератами, грубозернистыми туфогенными песчаниками и туфами, внешне сходными с породами вулканогенно-осадочной толщи турона-нижнего кампана, вследствие чего последнюю ошибочно принимали за продуктивный горизонт. Между тем, по наблюдениям автора здесь указанные туфогенные породы несогласно залегают на альбских глинах, содержащих прослойки бентонитов и пачки бентонитизированных туфогенных пород, которые выше, в свою очередь, перекрываются осадками сеномана с пластами бентонита мощностью 3—5 и более метров. Таким образом, данный горизонт является сеноманским, а не альбским, как это считалось ранее.

Данное обстоятельство дает основание предположить возможность продолжения пластов гумбрин на северо-запад от Гумбрского месторождения, где, как известно, над базальными образованиями сеномана (гора Кумистави, с. Цхункури и др.) залегают пласты гумбрин.

Неправильно проведена корреляция сеноманских бентонитов также на юго-востоке (участок Баноджа). В частности, бентонитовые глины здесь, по данным Н. П. Тугуши [4], залегают в осадках альба, а не сеномана, что подтверждается и наблюдениями автора. Бентонитовые глины участка Баноджа имеют линзообразную форму, ввиду чего неблагоприятны для эксплуатации. В то же время поиски высококачественных сеноманских бентонитов следует провести южнее Баноджского карьера по восходящему разрезу.

Кроме указанных участков, нами был выдвинут на изучение участок Промежуточный, ранее считавшийся неперспективным. Наши исследования показали, что на этом участке имеются реальные геологи-

ческие предпосылки для выявления гумбрина. В частности, участок является непосредственным продолжением основного месторождения и сеноман здесь представлен полным разрезом, начиная с маркирующего горизонта глауконитовых песчаников и гумбриновой свиты. По нашим рекомендациям здесь было задано несколько буровых скважин, которыми и пересечены пласты гумбрина мощностью от 2 до 3,5 м, характеризующиеся хорошими технологическими показателями.

Таким образом, открываются широкие перспективы прироста запасов бентонитов типа гумбрин как к северо-западу, так и к юго-западу от месторождения, где залежи бентонитовых глин будут находиться на глубине от 0 до 100 м.

Кавказский институт
минерального сырья

(Поступило 7.3.1974)

ბეოლოგია

რ. ფერაძე

გუმბრინის ჯგუფის ბენტონიტური თიხების საბადოთა
ბეოლოგიისა და პერსპექტიულოგის საკითხისათვის

რეზიუმე

ბანოჯის უბნის ბენტონიტური თიხები, სადაც სწარმოებს მათი დამუშავება, დაკავშირებულია ალბურ ნალექებთან, აქვთ ლოკალური გავრცელება და ხასიათდებიან არადაამაკმაყოფილებელი ტექნოლოგიური მაჩვენებლებით. წყალტუბოს რაიონში ჩატარებული კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ სენომანური ასაკის ბენტონიტური თიხების ძებნა უნდა განხორციელდეს გუმბრინის საბადოს როგორც ჩრდილო-დასავლეთით, ისე სამხრეთ-დასავლეთით. მიცემული რეკომენდაციების საფუძველზე „საქგეოლოგიის“ მიერ გაბურღილ იქნა რამდენიმე ჰაბურღილი საბადოს სამხრეთ-დასავლეთით მდებარე „გარდამავალ“ უბანზე, რომლებმაც გადაკვეთეს 2—3,5 მ სიმაღლის ბენტონიტური თიხების ფენები.

GEOLOGY

P. V. PERADZE

CONCERNING THE GEOLOGY AND THE PROSPECTS OF THE
GUMBRI GROUP OF BENTONITIC CLAY DEPOSITS

Summary

Geological surveys carried out in the Tskhaltubo district have shown that Cenomanian bentonitic clays occurring above glauconitic sandstones have a wide expansion range. Albian bentonitic clays are characterized by unsatisfactory qualitative indices and are not promising owing to the deposit being lentiform. At present bentonitic clays are mined at an unpromising site at Banoja, where bentonitic clays occur among Albian sediments. Prospecting for high quality Cenomanian bentinites should be undertaken both to the north-west and south-west of the Gumbri deposit along an ascending

cross-section where there are real geological indications of the existence of beds of bentonitic clays. In particular, Cenomanian sediments stretch in a continuous belt, being represented in a full cross-section, beginning with the reference horizon of glauconitic sandstones and beds of bentonitic clays. Several bore holes were made at the author's suggestion at the site called "Intermediate", to the north-west of the Gumbri deposit, cutting through bentonite strata of 2 to 3.5 m. thickness.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Джanelидзе. Геологические наблюдения в Окрибе и в смежных частях Рачи и Лечхуми. Тбилиси, 1940.
2. Р. Г. Леквинадзе. Труды КИМСа, вып. IV (6), сер. геол., 1963.
3. А. Л. Цагарели. Верхний мел Грузии. Труды Ин-та геологии и минералогии АН СССР, монография № 5, 1954.
4. Н. П. Тугуши. Труды КИМСа, вып. VI (8), сер. полезных ископаемых, 1965.



УДК 55(1)(479.22)

ГЕОЛОГИЯ

Б. Д. ТУТБЕРИДЗЕ

АНАЛОГИ ГОДЕРДЗСКОЙ СВИТЫ НА ДЖАВАХЕТСКОМ ХРЕБТЕ

(Представлено академиком А. Л. Цагарела 6.3.1974)

Вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования верхнемиоценово-нижнеплиоценового возраста, известные в геологической литературе под названием «годердзской свиты», широко распространены на территории Южной Грузии.

Особенно широко развиты эти образования в северной части Арсанского хребта и на Эрүшетском нагорье. Они отмечены также в ущелье р. Тапаравани (ниже г. Ахалкалаки), на Абул-Самсарском и Джавахетском хребтах [1, 2]. Аналоги годердзской свиты были выделены также в пределах Цалкинской котловины и на восточном склоне Джавахетского хребта [3]. Однако последующие исследования [4] подтвердили верхнеплиоценовый возраст этих образований.

Проведенные нами в последние годы специальные исследования, а также данные аэрофотосъемки показали, что аналоги годердзской свиты довольно широко распространены и на Джавахетском хребте. Здесь они представлены в приподнятых тектонических блоках или же в отдельных древних вулканических аппаратах, главным образом в экстрезивных куполах. Тектонические блоки, выступающие в нескольких местах среди верхнеплиоценовых эффузитов, констатированы на гребневой части хребта (рис. 1). Из них самый южный блок, занимающий площадь около 0,5 км², находится южнее перевала Гавра-Гядук. Блок сложен комплексом кислых пород, в основном роговообманковыми андезито-дацитами. Тектоническими блоками являются конусообразная гора Кулбаки и расположенная к северу от нее безымянная вершина. Эти блоки с обеих сторон ограничены меридиональными разломами и занимают площадь около 3,5—4 км². Породы годердзской свиты, слагающей эти блоки, представлены андезито-дацитами и риолито-дацитами. Эрозионным останцем и в последующем тектонически приподнятым блоком является тот участок центральной части Джавахетского хребта, который охватывает гору Чатах и смежную с ней территорию (площадью около 7,5 км²). Здесь аналоги годердзской свиты более разнообразны и выражены андезито-дацитами, риолито-дацитами перлитами (мареканиты) и перлитовыми туфами.

Надо полагать, что вершина Нардевани также является тектоническим блоком, в строении которого принимает участие годердзская свита, сложенная из андезитов и андезито-дацитов.

На восточном склоне Джавахетского хребта выходы пород годердзской свиты, вскрытых эрозией, констатированы у сс. Камарло и Ленино. Здесь они перекрывают среднеэоценовые отложения и, в свою очередь, перекрывают плиоценовыми лавами. Свита представлена андезитами и андезито-дацитами.

Экстрезивные купола и другие древние вулканические сооружения, сложенные породами (дациты, риолиты, обсидианы) годердзской

свиты, расположены в основном в северной части Джавахетского хребта. Такими являются громадные (площадью 27 км²) куполообразные возвышенности Дали-даг и Коюн-даг. Склоны этих возвышенностей погружаются под верхнеплиоценовыми лавами.



Рис. 1. Схематическая карта распространения аналогов годердзской свиты на Джавахетском хребте: 1—вулканические породы (средние и кислые лавы) годердзской свиты, 2—верхнеплиоценово-плейстоценовые лавы, 3—контуры тектонических блоков, 4—контуры древних вулканических аппаратов, 5—контуры эрозионных участков, 6—разломы

Кислыми породами годердзской свиты слагается также экстрезивный конус Мада-тапа, который расположен на западном склоне Джавахетского хребта. Площадь, занимаемая этими куполами, составляет 7—7,5 км².

Древним вулканическим аппаратом мы считаем Кирдагский вулканический массив — в северной части хребта, в истоках р. Чочиани. Это самый большой выход годердзской свиты, площадь которого составляет 49 км². В этом выходе представлены средние и кислые лавы. В окрестностях сс. Ганахлаба и Саркинети (Дманисский район) под кислыми лавами выступают долериты, андезито-базальты и вулканический песок андезитового состава, которые мы считаем аналогами годердзской свиты. Отнесение данного комплекса к годердзской свите основывается на том факте, что в западном направлении они перекрываются мощными потоками долеритов, которые в смежных районах на основании палеонтологических данных датируются верхним плиоценом.

Резюмируя вышеизложенное, можно отметить следующее: аналоги годердзской свиты на Джавахетском хребте имеют значительное распространение. В современном рельефе они выступают в отдельных приподнятых тектонических блоках или же в древних вулканических аппаратах и в глубоко врезанных эрозионных участках под более молодыми — верхнеплиоценово-плейстоценовыми эффузивами. Как в западных районах, так и здесь свита сложена преимущественно средними и кислыми эффузивами, основные же эффузивы представлены в меньшем количестве. В отличие от западных районов, для Джавахетского хребта характерно развитие лав (лавовая субфация) при незначительном количестве или полном отсутствии эксплозивного матери-

ალა. С точки зрения химизма аналоги годердзской свиты Джавахетского хребта обнаруживают известково-щелочной характер и очень близко стоят к орогенным типам вулканических пород.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 22.3.1974)

გეოლოგია

ბ. თუთბერიძე

გოდერძის წყების ანალოგები ჯავახეთის ქედზე

რეზიუმე

ახალი მონაცემებით ირკვევა, რომ ჯავახეთის ქედზე გოდერძის წყების ანალოგებს ფართო გავრცელება აქვს. თანამედროვე რელიეფში აღნიშნული წყების გამოსავლები უმთავრესად გვხვდება ტექტონიკურად ამოწეულ ბლოკებში (ქულბაქი, უსახელო და სხვ.), ძველ ვულკანურ აპარატებში (დალიდალი, კოიუნდაღი და სხვ.) და მდინარეთა ღრმად ჩაჭრილ ეროზიულ უბნებში (ჩათახი, უსახელო და სხვ.). დასავლეთ რაიონების მსგავსად ჯავახეთის ქედზე გავრცელებული გოდერძის წყების ანალოგები ძირითადად საშუალო და მკვე შედგენილობის ეფუზივებით არის წარმოდგენილი, ფუძე ეფუზივები კი უმნიშვნელო რაოდენობით გვხვდება. ამასთან ჯავახეთის ქედის ფარგლებში გოდერძის წყების ქანები ძირითადად ლავებით არის წარმოდგენილი, პიროკლასტური მასალა კი ან საერთოდ არაა, ან ძლიერ მცირე რაოდენობით გვხვდება.

GEOLOGY

B. D. TUTBERIDZE

ANALOGUES OF THE GODERDZI SUITE ON THE JAVAKHETI RIDGE

Summary

According to the author's new data analogues of the Goderdzi suite are widely represented on the Javakheti ridge. In the present-day relief outcrops of the given suite occur mostly in tectonically uplifted blocks (Kulbaki, Usakhelo, etc), in old volcanic edifices (Dali-dagh, Koiundagh, Kirdagh, etc) and in deeply incised erosional valleys (Chatakh, Usakhelo, etc). Similarly to the western regions, analogues of the Goderdzi suite are represented by medium and acid effusions, basic effusions being met in small quantities. Within the Javakheti ridge the Goderdzi suite rocks are mostly represented by lavas. Pyroclastic material occurs in small quantities or is totally absent.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Схиртладзе. Постпалеогеновый эффузивный вулканизм Грузии. Тбилиси, 1958.
2. Н. И. Схиртладзе. Сб. «Вулканические и вулкано-плутонические формации». АН СССР, Сибирское отделение, Ин-т вулканологии. Новосибирск, 1966.
3. Ш. А. Адамия, К. Г. Мацхонашвили и др. Труды Геол. ин-та АН ГССР, сер. мин.-пет., т. VI, 1961.
4. М. М. Рубинштейн, Ш. А. Адамия и др. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1972.
5. Д. Д. Церетели. Сообщения АН ГССР, XLIV, № 1, 1966.

И. Б. МАРКЕЛОВ, В. В. ВАРВАРЮК

ИЗМЕРЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРЕДЕЛА ТЕКУЧЕСТИ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 14.3.1974)

В [1] представлены методика и результаты рекогносцировочных испытаний образцов методом остаточных деформаций (начальная скорость удара V_0 до 500 м/с, число образцов в выборке $n=5$), которые позволили оценить погрешность измерения динамического предела текучести, находящуюся в допустимых пределах.

В настоящей работе исследовано изменение динамического предела текучести конструкционных материалов, полученного методом остаточных деформаций, в зависимости от V_0 в диапазоне 100–1000 м/с и $n=5$ –10. Естественно, что в данных условиях испытаний относительные погрешности измерения динамического предела текучести не будут выше значений, полученных в [1].

Испытаниям на ударное сжатие, а также на статистическое растяжение и сжатие подвергались образцы из Ст 10, Ст 45, сплавов АМгб, ВМДЗ и ВТ16. Все материалы испытывались в состоянии поставки. Образцы из сплава ВМДЗ вырезались из плит вдоль и поперек прокатки. Образцы из остальных материалов изготавливались из прутков. После механической обработки образцы подвергались термообработке.

Результаты испытаний обрабатывались методами математической статистики. При доверительной вероятности 0,95 заданная точность испытаний стальных образцов обеспечивалась при $n=5$, а образцов из сплавов в связи с большей неоднородностью их свойств — при $n=10$.

Испытания на статическое растяжение и сжатие проводились на машине ЦК-20, на статическое растяжение — по рекомендациям ГОСТа 1497—61 «Металлы. Методы испытания на растяжение», по инструкции ВИАМ № 932—68 «Испытание металлических образцов на сжатие». Полученные значения статических характеристик материалов удовлетворительно совпали с литературными данными.

Метод остаточных деформаций был применен с целью выявления возможного его использования в качестве «экспресс-метода» при определении динамического предела текучести путем сравнения результатов испытания, полученных при помощи этого метода, с результатами испытаний, полученными методом электротензометрирования. Метод остаточных деформаций, дающий приближенные значения динамического предела текучести, имеет два преимущества по сравнению с методом электротензометрирования, которые заключаются в малом подготовительном времени, необходимом для проведения испытаний (быстрое изготовление простых цилиндрических образцов, не требующих длительного процесса наклейки тензорезисторов), и в том, что он не требует применения сложной электронной и тензометрической аппаратуры.

При испытаниях методом остаточных деформаций высокие скорости удара до 1000 м/с получались при помощи баллистической установки порохового действия, из ствола которой образцы с плоским торцом выбрасывались перпендикулярно в жесткую преграду. Скорость полета образцов регистрировалась электронным устройством, работающим на принципе размыкания цепи. Образцы изготовлялись диаметром 15 мм и длиной 45 мм. Длина образцов выбиралась так, чтобы после удара о преграду хвостовая часть оставалась недеформированной. Отбраковка образцов перед испытаниями и измерение расстояния упруго-пластической границы от заднего конца образца после удара производились при помощи специального калибра с индикаторной головкой, позволяющего осуществлять измерения в пределах 10÷50 мм. На рис. 1 представлен специальный калибр, где 1 — индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм; 2 — втулка; 3 — стопорный винт; 4 — сменный измерительный стержень; 5 — сменный проходной калибр, внутреннее отверстие которого было выполнено диаметром 15 мм с точностью $\pm 0,01$ мм.

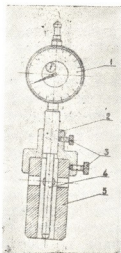


Рис. 1

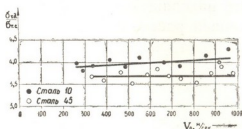


Рис. 2

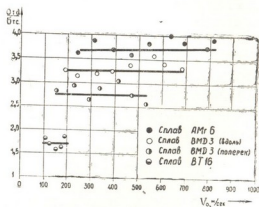


Рис. 3

По известной формуле Виффина [1] определялись приближенные значения динамического предела текучести. Результаты ударных испытаний образцов представлены на рис. 2 и 3. Установлено повышение динамического предела текучести с ростом скорости удара. Обнаружено, что динамический коэффициент $\eta_d = \sigma_{тд}/\sigma_{тс} = f(V_0)$ достигает величины, равной 3,9÷4,1 для Ст 10 при $V_0 = 257 \div 958$ м/с; 3,6 для Ст 45 при $V_0 = 330 \div 975$ м/с; 3,65÷3,75 для АМг 6 при $V_0 = 232 \div 824$ м/с; 3,25÷3,3 для ВМДЗ (вдоль) при $V_0 = 186 \div 690$ м/с; 2,75 для ВМДЗ (поперек) при $V_0 = 151 \div 536$ м/с; 1,7 для ВТ 16 при $V_0 = 105 \div 192$ м/с. При этом для некоторых материалов при изменении скорости удара от 100÷

1000 м/с значения динамических коэффициентов оставались почти постоянными.

На рис. 4, 5, 6 и 7 представлены фотографии образцов после испытаний. На них видно, что образцы из Ст10 (см. рис. 4) и сплава АМг6 (см. рис. 5) выдерживают большие скорости удара о преграду



Рис. 4

(до 860 ± 960 м/с) без существенного скалывания металла на ударных концах. Видно также, что с увеличением скорости удара расстояние упруго-пластической границы от заднего конца образца уменьшается. Такая же картина наблюдалась после испытаний и у образцов из других материалов. Образцы из сплавов выдерживают меньшие скоро-



Рис. 5

сти встречи с преградой. Так, например, у образцов из сплава ВМДЗ (вдоль) при скорости удара более 700 м/с на ударных концах появлялись значительные продольные трещины, влияющие на результаты измерений (см. рис. 6), а у образцов из сплава ВМДЗ (поперек) при



Рис. 6

скорости удар выше 530 м/с — значительные отколы (см. рис. 7). Вследствие этого при указанных выше скоростях удара испытания были прекращены. Обнаружено, что материал ВМДЗ демонстрирует



Рис. 7

существенную анизотропию свойств. Образцы из сплава ВТ16 выдерживают еще меньшие скорости удара. При скорости удара более 200 м/с испытания были прекращены, так как на ударных концах образцов появились значительные отколы, влияющие на результаты измерений.

Сопоставление результатов настоящих испытаний с экспериментальными фактами, полученными в [2] методом электротензометрирования при испытании образцов из аналогичных материалов, показало, что метод остаточных деформаций дает завышенные в пределах 6-14% значения динамических коэффициентов и может служить «экспресс-методом» при определении приближенных значений динамического предела текучести материалов.

Тбилисский филиал ВНИИМ
 им. Д. И. Менделеева

(Поступило 15.3.1974)

სამშენებლო მეცნიერება

ი. მარკელოვი, ვ. ვარვარიუკი

მასალათა დინამიკური დენადობის ზღვარის გაზომვა
 ნარჩენი დეფორმაციის მეთოდით

რ ე ზ ი მ ე

წარმოდგენილია კონსტრუქციულ მასალათა გამოცდის შედეგები, რომლებიც მიიღება ნარჩენი დეფორმაციის მეთოდით. ნაჩვენებია, რომ ეს მეთოდი ელექტროტენზომეტრიულთან შედარებით იძლევა მეტ მნიშვნელობას დინამიკური კოეფიციენტებისათვის და გამოიყენება როგორც «ექსპრეს-მეთოდი» მასალათა დინამიკური დენადობის ზღვარის მიახლოებითი მნიშვნელობის განსაზღვრის მიზნით.

STRUCTURAL MECHANICS

I. B. MARKELOV, V. V. VARVARYUK

MEASUREMENT OF THE DYNAMIC FLOW LIMIT OF MATERIALS BY THE METHOD OF RESIDUAL DEFORMATIONS

Summary

The test data of construction materials obtained by the method of residual deformations are presented. It is shown that in comparison with the electrotensometric method the present method gives some overestimated values of dynamic coefficients and may serve as a quick method in determining the approximate values of dynamic flow limit of materials.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Б. Капилевич, В. В. Варварюк. Сообщения АН ГССР, 66, № 2, 1972.
2. О. И. Кацитадзе, И. Б. Маркелов, В. В. Варварюк. Сообщения АН ГССР, 74, № 3, 1974.



РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

В. В. КАШИБАДЗЕ, Г. Ш. ЧИКОСАВА

ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ
ОЧИСТНЫХ ЗАБОЕВ, ОБОРУДОВАННЫХ КОМПЛЕКСАМИ
КМ-100 и КМ-87

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 26.2.1974)

Для повышения производительности в угольной промышленности и снижения себестоимости угля осуществляется комплексная механизация процессов добычи угля в очистных забоях. Применение комплексов с механизированными крепями дало возможность увеличить добычу почти в 3 раза.

В настоящее время в угольной промышленности Советского Союза область применения комплексов с каждым днем расширяется. В связи с этим для точного расчета депрессии очистных забоев необходимо установление величины их аэродинамического сопротивления.

Проведенными в лаборатории кафедры рудничной аэрологии ГПИ им. В. И. Ленина исследованиями аэродинамического сопротивления очистных забоев, закрепленных круглыми деревянными стойками и металлическими стойками СГК-49 и СДТ, было установлено, что с уменьшением мощности пласта или сечения рабочего пространства лавы S сопротивление трения возрастает (рис. 1, кривая I), но общее сопротивление $\alpha_{\text{общ}} = \alpha_{\text{л}} + \alpha_{\text{тр}}$ уменьшается (рис. 1, кривая II). Объясняется это тем, что с уменьшением мощности пласта уменьшается длина всех рядов крепежных стоек и, следовательно, их лобовое сопротивление $\alpha_{\text{лоб}}$, величина которого в значительной степени превосходит сопротивление трения (рис. 1, кривая III).

Уменьшение $\alpha_{\text{л}}$ происходит до тех пор, пока темп уменьшения $\alpha_{\text{лоб}}$ больше темпа увеличения $\alpha_{\text{тр}}$, т. е. пока существует неравенство

$$\frac{d\alpha}{dS} = \frac{d\alpha_{\text{лоб}}}{dS} + \frac{d\alpha_{\text{тр}}}{dS} > 0 \quad \text{или} \quad \frac{d\alpha_{\text{лоб}}}{dS} > - \frac{d\alpha_{\text{тр}}}{dS}.$$

При дальнейшем уменьшении мощности пласта кривая II (рис. 1), не пересекая кривую I, достигает минимума, т. е.

$$\frac{d\alpha_{\text{лоб}}}{dS} = - \frac{d\alpha_{\text{тр}}}{dS} \quad \text{или} \quad \frac{d\alpha}{dS} = 0.$$

При дальнейшем уменьшении мощности пласта, когда

$$\frac{d\alpha_{\text{лоб}}}{dS} < - \frac{d\alpha_{\text{тр}}}{dS} \quad \text{или} \quad \frac{d\alpha}{dS} = \frac{d\alpha_{\text{лоб}}}{dS} + \frac{d\alpha_{\text{тр}}}{dS} < 0,$$

коэффициент α начинает возрастать [1].

Как показали эксперименты, при исследовании очистных забоев, закрепленных механизированными комплексами, наблюдается совершенно иная картина. На рис. 2 дается зависимость коэффициента аэродинамического сопротивления от мощности пласта $\alpha = f(m)$. Как видно из кривых, в отличие от лав, закрепленных стойками, с уменьшением мощности пласта коэффициент аэродинамического сопротивления α возрастает. Объясняется это тем, что в очистных забоях, закрепленных комплексами, с уменьшением мощности пласта площадь миделе-

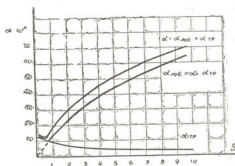


Рис. 1

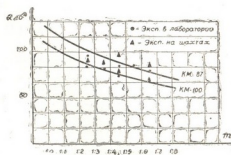


Рис. 2

вого сечения комплекса меняется незначительно, так как при этом уменьшается только длина штока, поддерживающего верхнюю часть крепи [2].

В связи с этим живое сечение рабочего пространства лавы уменьшается в соответствии с уменьшением мощности пласта, а лобовое сопротивление комплекса практически остается постоянным, что и следует считать основной причиной увеличения аэродинамического сопротивления очистных забоев, закрепленных комплексами.

С целью определения коэффициента α очистных забоев, закрепленных комплексами КМ-100 и КМ-87, расчетным путем (для мощностей пластов, имеющих практическое значение) предложено уравнение

$$\alpha \cdot 10^4 = \frac{u}{m - E} + a,$$

где m — мощность пласта, u , E , a — постоянные числа, которые определены методом избранных точек и сведены в табл. 1.

Таблица 1

Вид комплекса	u	E	a
КМ-100	55,6	0,322	24,2
КМ-87	17,9	0,77	55,6

Подсчитанные по предложенной формуле значения коэффициента α , и экспериментальные данные, полученные в лаборатории рудничной аэрологии ГПИ и на шахтах, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Мощность плата <i>m</i>	KM-100			KM-87		
	$\alpha \cdot 10^4$			$\alpha \cdot 10^4$		
	эксп. в лабор.	по форм.	эксп. на шахтах	эксп. в лабор.	по форм.	эксп. на шахтах
1,0	106	106	—	—	—	—
1,1	99	95,7	—	110	110	—
1,25	84	84,2	87,4	93	92,9	—
1,35	80	78,8	—	88	86,5	88
1,45	74	73,5	76,3	82	82	93
1,55	67	69	—	78	78,6	—
1,65	66	66	69,6	76,5	75,8	79

Из этой таблицы видно, что расчетные значения коэффициента α удовлетворительно совпадают с экспериментальными данными.

В заключение следует отметить, что результаты проведенных исследований дадут возможность проектным организациям более точного расчета аэродинамического сопротивления очистных забоев и шахты.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 28.2.1974)

საბადოთა დამუშავება და გამდიორება

ბ. კაშიბაძე, ბ. ჩიკობავა

KM-100 და KM-87 კომპლექსებით გამაგრებული წმენდითი
სანგრევიების აეროდინამიკური წინაღობის გამოკვლევა

რეზიუმე

განხილულია წმენდითი სანგრევის აეროდინამიკურ წინაღობაზე მოქმედი ძირითადი ფაქტორების შესწავლის საკითხი. კვლევების საფუძველზე დადგენილია წმენდითი სანგრევის წინაღობის ცვალებადობის ახალი კანონზომიერება დასამუშავებელი ფენის სიმძლავრის შეცვლასთან დაკავშირებით.

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

V. V. KASHIBADZE, G. Sh. CHIKOBAVA

STUDY OF THE AERODYNAMIC DRAG OF BREAKAGE FACES
EQUIPPED WITH KM-100 AND KM-87 COMPLEXES

Summary

The problem of study of the basic factors affecting aerodynamic drag of breakage faces is considered. The test results help to establish new regularities of variation of breakage face resistance with the change of seam thickness.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Кашибадзе. Исследование аэродинамического сопротивления механизированных горных выработок. Тбилиси, 1965.
2. В. В. Кашибадзе, В. Ш. Замтарадзе, Г. Ш. Чикобава. Уголь, № 5, 5, 1965.



МЕТАЛЛУРГИЯ

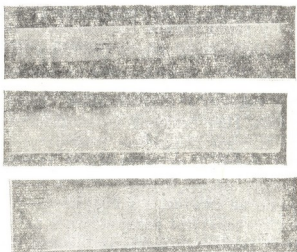
Ф. Н. ТАВАДЗЕ (академик АН ГССР), Г. В. КАШАКАШВИЛИ,
 О. Н. КВИРИКАШВИЛИ, В. Т. СЛАДКОШТЕЕВ, О. Н. СУЛАДЗЕ,
 И. С. ЖОРДАНИЯ

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ВТОРИЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ НА
 ПОРАЖЕННОСТЬ РАДИАЛЬНЫХ СЛИТКОВ ВНУТРЕННИМИ
 ДЕФЕКТАМИ

Радиальный непрерывный слиток часто поражен внутренними дефектами, которые резко снижают его качество. По-видимому, эти дефекты возникают при несоответствии режимов вторичного охлаждения и формирования слитка.

Нами исследовано влияние интенсивности ролико-форсуночного вторичного охлаждения на качество (внутренние трещины, осевая пористость, ликвация и искажение поперечного профиля) слитков сечением 180×900 мм из ст. 3 (см. таблицу). Макроструктура изученных слитков, разлитых при разных удельных расходах воды на вторичное охлаждение, показана на рис. 1.

Рис. 1. Макроструктура радиальных непрерывных слитков сечением 180×900 мм (ст. 3) при разных удельных расходах воды на вторичное охлаждение: а—0,7 л/кг; б—1,15 л/кг; в—1,40 л/кг



Данные о влиянии интенсивности вторичного охлаждения на пораженность слитков сечением 180×900 мм из ст. 3 осевой пористостью,

Удельный расход воды, л/кг	Коэффициент теплоотдачи, ккал/м ² ·час·град	Количество слябов с осевой пористостью, %	Количество слябов с осевыми трещинами, %	Искажение профиля сляба, мм	
				Прогиб узких граней	Трапецевидность
<1,0	<130	53,1	0	0,2	2,0
1,1—1,25	160—180	0	2,2	0,5	1,8
>1,25	>190	0	61,6	1,9	2,2

осевыми трещинами и искажение профиля поперечного сечения приведены в таблице.

Результаты исследования свидетельствуют о значительном влиянии удельного расхода воды в зоне вторичного охлаждения на качество макроструктуры литого металла. Оптимальные показатели получены при удельном расходе воды 1,1—1,25 л/кг стали. При таком режиме вторичного охлаждения наблюдается минимальная пораженность темплетов внутренними трещинами и ликвационными полосками по широким граням (21 полоска общей длиной 148,3 мм на темплет и 0,8 трещины общей длиной 9,4 м на темплет). При удельном расходе воды менее 1,1 л/кг стали количество ликвационных полосок и их общая длина на темплет составляют соответственно 48 и 352,3 мм, количество трещин и их общая длина на темплет — 4,4 и 30 мм. При удельном расходе воды более 1,25 л/кг стали количество ликвационных полосок и их общая длина на темплет составляют соответственно 38,5 и 204,4 мм, количество трещин и их общая длина на темплет — 2,7 и 42,3 мм. Аналогичная картина наблюдается и по узким граням темплетов. При удельном расходе воды выше 1,1 л/кг стали развитие осевой ликвации характеризуется баллом 2,8, а при удельном расходе воды менее 1,1 л/кг — 4,1.

Результаты изучения влияния распределения охлаждающей воды в широкие и узкие грани сляба 180×900 мм при одинаковом удельном ее расходе на пораженность его внутренними трещинами в районе узких граней показывают, что слитки без внутренних трещин в районе узких граней получают при соотношении расходов воды на широкие и узкие грани, равном соотношению ширины широких и узких граней 5:1. При его увеличении возрастает и количество заготовок, пораженных у узких граней (перпендикулярно им) внутренними трещинами, а при уменьшении на заготовках образуются внутренние осевые трещины.

Полученные данные показывают, что образование внутренних трещин связано с напряженным состоянием в процессе затвердевания слитка. При большой интенсивности вторичного охлаждения происходит быстрое понижение температуры наружных слоев корочки слитка, приводящее к их интенсивной усадке. При этом во внутренних, более горячих слоях, находящихся в пластичном состоянии, возникают напряжения сжатия, а в наружных — растягивающие. По мере приближения температуры поверхности к постоянной или при разогреве поверхности скорость усадки внутренних слоев начинает превышать скорость усадки наружных слоев, во внутренних слоях возникают растягивающие напряжения. Поскольку пластичность металла, находящегося в интервале ликвидус — солидус, весьма мала, во внутренних слоях корочки, находящихся в твердо-жидком состоянии, могут возникнуть горячие трещины.

Ведущая роль в образовании внутренних трещин принадлежит термическим напряжениям, величина которых определяется режимом вторичного охлаждения.

Результаты расчетов по различным формулам показывают, что во внутренних, более нагретых слоях возникают растягивающие напряжения.

Наибольшая величина деформации во всех вариантах расчета прямо пропорциональна перепаду температур поверхности и затвердевания. Если этот перепад слишком велик и деформация больше опреде-

ленной допустимой величины, то возникает трещина, которая может распространяться по толщине слитка.

При отливке плоской заготовки доминирует ширина заготовки. Очевидно, абсолютная усадка в наибольшей степени происходит в этом направлении. Корочка, достигая низких температур на меньшей стороне слитка, очень скоро будет представлять барьер, предотвращающий равномерную и непрерывную усадку в продольном направлении, и многочисленные трещины могут быть обнаружены в плоскости, перпендикулярной оси сечения этой заготовки.

Возникновение осевой пористости можно объяснить тем, что в слитках из-за значительной глубины лунки жидкого металла фронт кристаллизации в конце затвердевания сходится под очень малым углом. Центральная часть слитка в конце кристаллизации представляет собой двухфазную область, состоящую из равноосных дендритов и жидкой фазы. Под действием усадки эта область, находящаяся в «подвижном» «кашеобразном» состоянии, опускается вниз. Вследствие неравномерности фронта кристаллизации в конце лунки жидкой фазы могут образоваться «мосты» при встрече дендритов, растущих с противоположных сторон. При этом низлежащий слой жидкого металла будет кристаллизоваться изолированно с образованием грубой усадочной пористости, сконцентрированной по центру слитка. Согласно теории концентрационного переохлаждения, величина переохлаждения увеличивается с понижением градиента температур. Поэтому с уменьшением интенсивности охлаждения создаются благоприятные условия для образования «мостов».

Аналогичные результаты были получены и при исследовании качества непрерывных слитков, разлитых на вертикальных УНРС [1—6].

Таким образом, неправильно выбранный режим ролико-форсуночного вторичного охлаждения радиальных слитков способствует появлению в них следующих внутренних дефектов: внутренних трещин (в промежуточной зоне, осевых и в районе узких граней), осевой пористости, а также искажения профиля слитка. Чрезмерно интенсивное вторичное охлаждение слитка (удельный расход воды больше 1,25 л/кг стали) приводит к образованию горячих внутренних трещин, а медленное (удельный расход воды меньше 1,0 л/кг стали) — к появлению осевой пористости.

Изменение интенсивности ролико-форсуночного охлаждения в исследованных пределах (удельный расход воды 0,60—1,50 л/кг стали) незначительно влияет на искажение профиля слитка (прогиб узких граней 0,5—1,2 мм, трапецевидность 1,9—2,2 мм). Оптимальным режимом охлаждения, при котором макроструктура прямоугольного слитка сечением 180×900 мм получается удовлетворительной, является удельный расход воды 1,1—1,25 л/кг стали, общий расход воды по стороне меньшего радиуса на 15—20% меньше, чем по стороне большего, распределение общего расхода воды по секциям 50, 30, 20%, а соотношение на широкие и узкие грани 5:1.

Руставский металлургический завод

(Поступило 7.3.1974)

ფ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. აკადემიკოსი), ზ. ქავთაძე, მ. კვირიკაშვილი, მ. სლადკოშტეევი, ო. სულაძე, ი. ჟორდანი
 უწყვეტად ჩამოსხმული რადიალური სხმულის მეორადი
 ბაცივების გავლენა სხმულების შიგა დეფექტებზე

რეზიუმე

სხმულის მეორადი გაცივების რეჟიმი აოვლებს ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმის ერთ-ერთ მთავარ პარამეტრად, რომელიც განსაზღვრავს ჩამოსხმული ფოლადის ხარისხს. ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე დადგინდა უწყვეტად ჩამოსხმული რადიალური სლიაბის მეორადი გაცივების ოპტიმალური რეჟიმი, რომლის დროსაც ჩამოსხმული ლითონის ხარისხი დამაკმაყოფილებელია.

METALLURGY

F. N. TAVADZE, G. V. KASHAKASHVILI, O. N. KVIRIKASHVILI,
 V. T. SLADKOSHTEEV, O. N. SULADZE, I. S. ZHORDANIA

THE INFLUENCE OF SECONDARY COOLING REGIMES ON
 THE APPEARANCE OF INTERNAL DEFECTS IN CURVED
 MOLD-TYPE MACHINE CAST INGOTS

Summary

A secondary cooling regime is one of the most important parameters in continuous casting process on which cast metal quality depends.

On the basis of investigations carried out a secondary optimal cooling regime has been established for 160x900 mm, 180x900 mm size ingots. At this regime ingot macroscopic structure is compact, without axial cracks and other defects.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Т. Сладкоштеев, В. И. Ахтырский и др. Качество стали при непрерывной разливке. М., 1963.
2. B. Tarmann. Secondary Cooling in continuous casting and its influence on solidification parameters. Steel Times, 195, № 5171, 1967.
3. B. Tarmann, W. Poppmeier. Das Giessen von Edelmetall—auf Bogenanlagen. Neve Hütte, 13, 2, 1968.
4. М. Я. Бровман, Е. В. Сури и др. Энергосиловые параметры установок непрерывной разливки стали. М., 1969.
5. О. Н. Квирикашвили, В. Т. Сладкоштеев. Техническая информация, ГрузНИИ науч.-техн. информ. и техн.-эконом. исследований, № 3, 1970.
6. О. Н. Квирикашвили, В. Т. Сладкоштеев и др. Техническая информация, ГрузНИИ науч.-техн. информ. и техн.-эконом. исследований, № 4, 1970.



Ш. Д. РАМИШВИЛИ, Ф. Н. ТАВАДЗЕ (Академик АН ГССР),
М. А. КУРИЦКИЙ, И. Д. КАДЖАЯ

РАСЧЕТ ЭНЕРГОСИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКЕ ТЮБИНГОВ

Чугунные тубинги являются массовой продукцией в строительстве метро и тоннелей. Они применяются в тяжелых геологических и гидрогеологических условиях.

Технология изготовления чугунных тубингов (отливка в земляные формы) устарела и отрасли поставлена задача создания более современной технологии [1].

К недостаткам применяемых в настоящее время чугунных тубингов относится сложность конфигурации, необходимость в механообработке и крепеже, а также большое число тубингов и типоразмеров, приходящихся на одно кольцо.

Отливка тубингов в земляные формы зачастую не обеспечивает качества изделия, тело тубинга имеет пористость, которая исключает герметичность обделки тоннелей. Литниковая система и значительные припуски на механообработку завышают расход жидкого металла на изделие. На решение этих задач направлены все усилия научных работников, проектировщиков и строителей.

С целью устранения указанных недостатков предложено производство чугунных тубингов новой конструкции методом непрерывного литья.

Метод непрерывного литья тубингов обеспечивает высокую плотность металла и точность геометрии отливок, что полностью исключает их механообработку.

Разливка тубингов новой конструкции осуществляется на винтовой установке, которая снабжена металлоприемником, винтовым кристаллизатором и прочими механизмами и устройствами, необходимыми для осуществления процесса непрерывной разливки.

Для расчета деталей и основных узлов установки и выполнения рабочего проекта необходимо определить усилия вытягивания слитка из кристаллизатора.

Высота жидкого чугуна в винтовом кристаллизаторе зависит от угла наклона винтовой линии и длины жидкой фазы:

$$h' = R \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \varphi,$$

где R — радиус установки; $\operatorname{tg} \alpha$ — тангенс угла наклона винтовой линии; φ — угол охвата слитком кристаллизатора.

Сила трения по стенкам кристаллизатора зависит от величины ферростатического давления и коэффициента трения.

Давление в данной точке зависит только от высоты столба жидкого чугуна:

$$P = \gamma(H - h'),$$

где H — высота столба жидкого чугуна в металлоприемнике; γ — удельный вес жидкого чугуна.

Рассмотрим схему действия сил на выделенный элемент, которая показана на рис. 1.

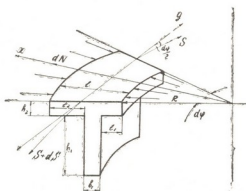


Рис. 1. Схема действия сил на выделенный элемент

При расчете приняты следующие обозначения: f — коэффициент трения, S — усилие вытягивания, dS — приращение усилия вытягивания, dN — нормальное давление, вызванное силой dS и S , $h = h_1 + h_2$ — высота тьюбинга.

Длина выделенного элемента равна

$$\Delta l = R \cdot d\varphi.$$

Равновесие выделенного элемента наступает тогда, когда сумма проекций сил на осях x и y равна 0:

$$\Sigma x = -\gamma(H - h')h_1(R + l_1 + b_1)d\varphi + \gamma(H - h')h_1(R + l_1)d\varphi - \gamma(H - h')h_2(R + l)d\varphi + \gamma(H - h')h_2Rd\varphi + dN - Sd\varphi = 0. \quad (1)$$

Отсюда

$$dN = \gamma h_1 d\varphi H b_1 - \gamma h_1 d\varphi h' b_1 + \gamma h_2 d\varphi H l - \gamma h_2 d\varphi h' l + S d\varphi. \quad (2)$$

Соответственно на оси y

$$\Sigma y = S + \gamma(H - h')h_1(R + l_1 + b_1)d\varphi f + \gamma(H - h')h_1(R + l_1)d\varphi f + \gamma(H - h')h_2(R_2 + l)d\varphi f + \gamma(H - h')h_2Rd\varphi f + f\gamma(H - h') \times \times l \left(R + \frac{l}{2} \right) d\varphi + f\gamma(H - h')b_1 \left(R + l_1 + \frac{b_1}{2} \right) d\varphi - dS - S + f dN = 0. \quad (3)$$

После внесения значений dN и h' в выражение (3) и математического преобразования получим уравнение усилия вытягивания слитка из кристаллизатора:

$$S = \frac{1}{f} \left[\left(A_2 - \frac{A_1}{f} \right) (e^{f\varphi} - 1) + \varphi A_1 \right],$$

где

$$A_1 = f\gamma R \operatorname{tg} \alpha \left[2h(R+l) - 2h_1l_2 + \left(R + \frac{l}{2} \right) (l+b_1) - \frac{l_2-l_1}{2} b_1 \right],$$

$$A_2 = f\gamma H \left[2h(R+l) - 2h_1l_2 + l \left(R + \frac{l}{2} \right) + b_1 \left(R + \frac{b_1}{2} + l_1 \right) \right].$$

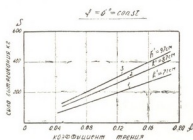


Рис. 2. Зависимость силы вытягивания от угла охвата

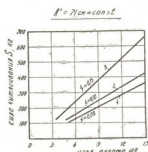


Рис. 3. Зависимость силы вытягивания от коэффициента трения

На рис. 2 и 3 дается зависимость усилия вытягивания тьюбинга из кристаллизатора от коэффициента трения и высоты жидкой фазы в металлоприемнике.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт металлургии

(Поступило 8.2.1974).

მეტალურგია

შ. რამიშვილი, ფ. თავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ჭურიჭანი, ი. ჯაჯანია

ინჟინერ-მეტალურგის პარამეტრების განაზღვრის
 ტიუბინგების უწყვეტი ჩამოსხმისას
 რ ე ზ ი უ მ ე

შემუშავებულია კრისტალიზატორიდან გამოწვევის ძალის საანგარიშო მეთოდიკა ახალი ტიპის ტიუბინგების წარხნულ მანქანაზე უწყვეტად ჩამოსხმისას. შესწავლილია ხახუნის კოეფიციენტის, კრისტალიზატორისა და თხიერი ფაზის სიგრძის გავლენა ძალოვან პარამეტრებზე.

METALLURGY

Sh. D. RAMISHVILI, F. N. TAVADZE, M. A. KURITSKI, I. D. KAJAIA
 CALCULATION OF POWER PARAMETERS IN CONTINUOUS
 CASTING OF TUBINGS

Summary

A technique has been developed for calculating the force of pulling the cast-iron tubing out of the crystallizer. Tubings of a new construction are cast on a spiral plant. The effect of the friction coefficient, length of crystallizer and fluid phase on power parameters has been studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Отрасль ставит задачи. Изобретатель и рационализатор, № 9, 1972, 6—7.

დ. თავხელიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
 ნ. დიპოზიციონი, ნ. დავითაშვილი

ბრტყელ ექვსკუთხედას სხსრიან მექანიზმში მრუდმხარას
 არსებობის პირობები

განვიხილოთ პირველი კლასის მეორე რიგის ბრტყელი ექვსკუთხედა სა-
 ხსრიანი მექანიზმი $ABCDMNE$ (ნახ. 1). განვსაზღვროთ, რა პირობებს უნდა
 აკმაყოფილებდეს მექანიზმის პარამეტრები, რომ დგარის მოსაზღვრე წამყვანი
 2 რგოლი დგარის მიმართ ასრულებდეს სრულ ბრუნს, ე. ი. იყოს მრუდ-
 მხარა.

განსახილველი მექანიზმის M წერტილის მიერ აღწერილი ტრაექტორია
 $(ABCDM$ ოთხკუთხედას სხსრიანი მექანიზმისათვის) ცნობილია [1] და აქვს
 შემდეგი სახე:

$$\varphi(U, V, W) = U^2 + V^2 - W^2 = 0, \quad (1)$$

სადაც

$$U = a[(x - k) \cos \gamma + y \sin \gamma](x^2 + y^2 + b^2 - r^2) -$$

$$- bx[(x - k)^2 + y^2 + a^2 - R^2];$$

$$V = a[(x - k) \sin \gamma - y \cos \gamma](x^2 + y^2 + b^2 - r^2) +$$

$$+ by[(x - k)^2 + y^2 + a^2 - R^2];$$

$$W = 2ab \sin \gamma [x(x - k) + y^2 - ky \operatorname{ctg} \gamma];$$

თავის მხრივ a, b, k, r, R და γ მოცემული მუდმივი სიდიდეებია, ხოლო x და
 y — მიმდინარე კოორდინატები.

ცნობილია, რომ [2] $ABCDM$ ოთხკუთხედას სხსრიანი მექანიზმისათვის
 წამყვანი 2 რგოლი მრუდმხარა იქნება მხოლოდ მაშინ, თუ კმაყოფილდება
 პირობები:

$$c + R \geq k + r \quad \text{და} \quad |c - R| \leq k - r. \quad (2)$$

განსახილველ $ABCDMNE$ ექვსკუთხედას სხსრიან მექანიზმში (ნახ. 1) წამ-
 ყვანი 2 რგოლი მრუდმხარა რომ იყოს, გარდა (2) პირობებისა საჭიროა 5 და
 6 რგოლების ზომები ისე იყოს შერჩეული, რომ კმაყოფილდებოდეს შემდე-
 გი პირობებიც:

$$d + e \geq l_{\max} \quad \text{და} \quad |d - e| \leq l_{\min}, \quad (3)$$

სადაც l_{\max} და l_{\min} არის E უძრავ და M მოძრავ წერტილებს შორის მაქსიმა-
 ლური და მინიმალური მანძილი წამყვანი 2 რგოლის სრული შემობრუნების
 დროს.

E და M წერტილებს შორის მანძილი შეიძლება გამოსახულ იქნეს E
 წერტილიდან M წერტილზე შემოწერილი წრის რადიუსის საშუალებით:

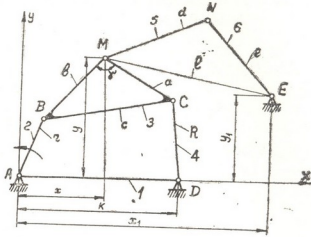
$$l^2 = (x-x_1)^2 + (y-y_1)^2, \tag{4}$$

სადაც x_1 და y_1 არის E წერტილის მოცემული კოორდინატები.

დავამყაროთ დამოკიდებულება l მანძილსა და მექანიზმის მოცემულ პარამეტრებს შორის. ამისათვის (1) და (4) განტოლებებისათვის შევადგინოთ ლაგრანჟის ფუნქცია და განვსაზღვროთ l მანძილის პირობითი ექსტრემუმი. დავწერთ:

$$F(x, y) = (x-x_1)^2 + (y-y_1)^2 + \lambda \varphi(U, V, W), \tag{5}$$

სადაც λ განუსაზღვრელი მუდმივი მამრავლია.



ნახ. 1

ექსტრემუმის არსებობის აუცილებელი პირობები დაიყვანება სამი განტოლების სისტემაზე:

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial x} = & 2(x-x_1) + \lambda(6x^5m_1 + 5x^4m_2 + 4x^3m_3 + 3x^2m_4 + 2xm_5 + m_6 + 4x^3y^2m_7 + \\ & + 2xy^4m_7 + y^4m_8 + 3x^2y^2m_9 + 2xy^2m_{10} + y^2m_{11} + 4x^3ym_{12} + 3x^2ym_{13} + \\ & + 2xym_{14} + 3x^2y^3m_{12} + 2xy^3m_{12} + y^3m_{13} + ym_{14}) = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial y} = & 2(y-y_1) + \lambda(6y^5m_1 + 5y^4m_{12} + 4y^3m_{15} + 3y^2m_{16} + 2ym_{17} + m_{18} + \\ & + 4y^3x^2m_7 + 2yx^4m_7 + x^4m_{12} + 3y^2x^2m_{12} + 2yx^2m_{10} + x^2m_{14} + \end{aligned} \tag{6}$$

$$\begin{aligned} & + 4y^3xm_8 + 3y^2x^3m_{12} + 2yxm_{11} + 2yx^3m_9 + 3y^2xm_{13} + x^3m_{13} + xm_{14}) = 0; \\ & x^6m_1 + x^5m_2 + x^4m_3 + x^3m_4 + x^2m_5 + xm_6 + x^4y^2m_7 + x^2y^4m_7 + xy^4m_8 + \\ & + x^3y^2m_9 + x^2y^2m_{10} + xy^2m_{11} + x^4ym_{12} + x^3ym_{13} + x^2ym_{14} + x^3y^3m_{12} + x^2y^3m_{12} + \\ & + xy^3m_{13} + xym_{14} + y^6m_1 + y^5m_{12} + y^4m_{15} + y^3m_{16} + y^2m_{17} + ym_{18} + m_{19} = 0, \end{aligned}$$

სადაც m_1 - m_{19} კოეფიციენტები განისაზღვრა მექანიზმის მოცემული a, b, k, r, R და γ პარამეტრებით.

x, y და λ განისაზღვრება (6) განტოლებათა სისტემის ამოხსნით.

პირობითი ექსტრემუმის არსებობისა და ხასიათის საკითხი განისაზღვრება ლაგრანჟის ფუნქციის მეორე რიგის დიფერენციალის

$$d^2F(x, y) = \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} dx^2 + 2 \frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y} dx dy + \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} dy^2 \quad (7)$$

ნიშნის შესწავლის საფუძველზე.

საჭიროა dx და dy დაკავშირებული იყოს განტოლებით

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} dx + \frac{\partial \varphi}{\partial y} dy = 0; \quad (dx^2 + dy^2 \neq 0). \quad (8)$$

კერძოდ, (4) განტოლებისათვის l მანძილის პირობითი მაქსიმუმი გვექნება, თუ $d^2F < 0$ და პირობითი მინიმუმი, თუ $d^2F > 0$.

l მანძილის l_{\max} მაქსიმუმისა და l_{\min} მინიმუმის განსაზღვრის შემდეგ მექანიზმის 5 და 6 რგოლების ზომები შეიძლება ისე, რომ კმაყოფილდებოდეს (3) პირობები.

ამრიგად, პირველი კლასის მეორე რიგის ბრტყელ ექვსკოლა სახსრიან მექანიზმში დგარის მოსაზღვრე წამყვანი რგოლი მრუდმხარა იქნება მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როდესაც კმაყოფილდება (2) და (3) პირობები.

მიღებული გამოსახულებები დაპროგრამირებულია ელექტრონული ციფრული გამოთვლელი მანქანისათვის.

ვ. ლენინის სახ. საქართველოს
პოლიტექნიკური ინსტიტუტი

დ. მენდელეევის სახ.
მესკი-ის თბილისის ფილიალი

(შემოვიდა 4.4.1974)

МАШИНОВЕДЕНИЕ

Д. С. ТАВХЕЛИДЗЕ, Н. В. ДЕМУРИШВИЛИ, Н. С. ДАВИТАШВИЛИ

УСЛОВИЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ КРИВОШИПА В ШЕСТИЗВЕННОМ ПЛОСКОМ ШАРНИРНОМ МЕХАНИЗМЕ

Резюме

Рассматриваются условия существования кривошипа в шестизвennom плоском шарнирном механизме первого класса второго порядка.

MACHINE BUILDING SCIENCE

D. S. TAVKHELIDZE, N. V. DEMURISHVILI, N. S. DAVITASHVILI

THE CONDITIONS FOR THE EXISTENCE OF A CRANK IN SIX-LINK PLANE JOINT MECHANISMS

Summary

The condition for the existence of a crank in first class, second order six-link plane joint mechanisms are examined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. Roberts. On three-bar motion in plane space; Proc. Lond. Mech. Soc. 1875—1876; v. VII, p. 14—23.
2. F. Grashof. Theorie der Getriebe Theoretische Maschinenlehre, II, 1883.



Р. Ш. ВАРСИМАШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЦЕПЛЕНИЯ НЕКРУГЛЫХ КОНИЧЕСКИХ КОЛЕС, НАРЕЗАЕМЫХ ПРИ ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКОМ ОГИБАНИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. С. Тавхелидзе 8.4.1974)

В работах [1—3] исследуется зацепление некруглых конических колес, нарезаемых однопараметрическим огибанием. Настоящее сообщение посвящено вопросу зацепления некруглых конических колес, нарезаемых двухпараметрическим огибанием. Нарезание колес производится методом обкатки на зубофрезерном станке, инструментом является стандартная червячная фреза.

Для исследования зацепления введем следующие системы координат (рис. 1, 2): подвижные системы S_1 и S_2 , связанные соответственно с инструментом и с нарезаемым колесом; неподвижную систему S_0 , расположенную в вершине некруглого конуса; вспомогательные системы координат S_a, S_p с общим началом в системе S_0 и подвижную систему S'_0 , неизменно связанную с инструментом. Оси x'_0, y'_0, z'_0 выбраны так, что они всегда расположены параллельно осям, соответственно x_0, y_0, z_0 .

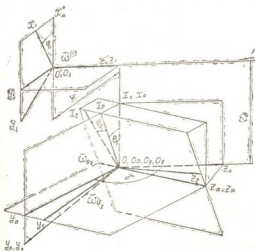


Рис. 1

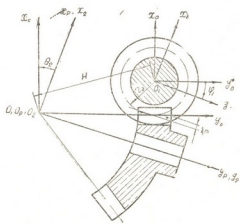


Рис. 2

Особенности геометрии некруглых конических колес нарезаемых червячной фрезой вытекают из процесса его образования. Если при нарезании некруглых цилиндрических колес средняя плоскость исходного контура инструмента перемещается параллельно станочно-поллоидной плоскости, то при нарезании некруглых конических колес средняя плоскость исходного контура перемещается относительно станочно-поллоидной плоскости под переменным углом Θ_2 (рис. 2). Та-



кое положение обуславливает нарезание каждого зуба с различной вдоль образующей конического колеса величиной смещения

$$m\zeta = (\psi - \psi_0) \operatorname{tg} \Theta_2, \quad (1)$$

где ψ — текущая величина перемещения фрезы вдоль оси y_2 ; ψ_0 — расстояние от оси x_0 до сечения с нулевым значением смещения.

При вращении производящей поверхности вокруг оси z_1 с постоянной угловой скоростью $\bar{\omega}^{(1)} = \frac{d\varphi_1}{dt}$ и перемещении ее вдоль оси y_2 со

скоростью $\frac{d\psi}{dt}$ нарезаемое колесо участвует в движениях: 1) в неравномерном переносном вокруг оси z_p со скоростью $\bar{\omega}_{\Theta_2} = \frac{d\Theta_2}{dt}$ и 2) в относительном вокруг оси y_2 со скоростью $\bar{\omega}_{\varphi_2} = \frac{d\varphi_2}{dt}$.

Определим вектор относительной скорости $\bar{v}^{(12, \varphi_1)}$ при фиксированном значении ψ . Для этого приведем вектор $\bar{\omega}^{(1)}$ к точке 0. Тогда

$$\bar{v}^{(12, \varphi_1)} = \bar{\omega}^{(12)} \times (\bar{r}' + \bar{H}) + \bar{H} \times \bar{\omega}^{(1)}, \quad (2)$$

где $\bar{\omega}^{(12)}$ — вектор относительной угловой скорости:

$$\begin{aligned} \bar{\omega}^{(12)} = & \frac{d\varphi_2}{dt} \sin \Theta_2 \bar{i}_0 - \left(\frac{d\varphi_2}{dt} \cos \Theta_2 \sin \gamma + \frac{d\Theta_2}{dt} \cos \gamma \right) \bar{j}_0 - \\ & - \left(-\frac{d\varphi_1}{dt} + \frac{d\varphi_2}{dt} \cos \Theta_2 \cos \gamma - \frac{d\Theta_2}{dt} \sin \gamma \right) \bar{k}_0; \end{aligned}$$

\bar{r}' — радиус-вектор точки производящей поверхности в системе S'_0 :

$$\bar{r}' = r \cos(\Theta + \zeta + \varphi_1) \bar{i}'_0 + r \sin(\Theta + \zeta + \varphi_1) \bar{j}'_0 + p \zeta \bar{k}'_0;$$

$\bar{H} = r_0 \bar{i}_0 + \psi \sin \gamma \bar{j}_0$ — радиус-вектор, проведенный из точки приведения 0 к линии действия вектора $\bar{\omega}^{(1)}$; $r = r(\Theta)$ — полярное уравнение торцового профиля.

Используя вектор относительной скорости

$$v_1^{(12, \varphi_1)} = \left\| \begin{array}{ccc} \cos \varphi_1 & \sin \varphi_1 & 0 \\ -\sin \varphi_1 & \cos \varphi_1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{array} \right\| v^{(12, \varphi_1)} \quad (3)$$

и нормаль к производящей поверхности [4]

$$\bar{n}_1 = \frac{r}{\sin \mu} [p \sin(\Theta + \zeta + \mu) \bar{i}_1 - p \cos(\Theta + \zeta + \mu) \bar{j}_1 + r \cos \mu \bar{k}_1], \quad (4)$$

уравнение зацепления при $\psi = \text{const}$ запишем в виде

$$\begin{aligned} & \frac{d\varphi_2}{d\varphi_1} [p \cos \Theta_2 \cos \gamma \sin \gamma \sin(\Theta + \zeta + \mu + \varphi_1) + r_0 p \cos \Theta_2 \cos \gamma \cos(\Theta + \\ & + \zeta + \mu + \varphi_1) + p^2 \zeta \sin \Theta_2 \cos(\Theta + \zeta + \mu + \varphi_1) - p^2 \zeta \cos \Theta_2 \sin \gamma \sin(\Theta + \zeta + \\ & + \mu + \varphi_1) + rp \cos \Theta_2 \cos \gamma \cos \mu + r^2 \cos \mu \sin \Theta_2 \sin(\Theta + \zeta + \varphi_1) + \\ & + \psi r \sin \Theta_2 \cos \mu \sin \gamma + r^2 \cos \mu \cos \Theta_2 \sin \gamma \cos(\Theta + \zeta + \varphi_1) + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ r_{\theta} r \cos \mu \cos \Theta_2 \sin \gamma] + \frac{d\Theta_2}{d\varphi_1} [r_{\theta} r \cos \mu \cos \gamma + r^2 \cos \mu \cos \gamma \cos(\Theta + \zeta + \varphi_1) - \\
 &\quad - \psi p \sin^2 \gamma \sin(\Theta + \zeta + \mu + \varphi_1) - r_{\theta} p \sin \gamma \cos(\Theta + \zeta + \mu + \varphi_1) - \\
 &\quad - p^2 \zeta \cos \gamma \sin(\Theta + \zeta + \mu + \varphi_1) - r p \sin \gamma \cos \mu] - r p \cos \mu = 0, \quad (5)
 \end{aligned}$$

что представляет собой зависимость $f_1(r, \Theta, \varphi_1, \psi) = 0$.

При фиксированном угле поворота геликоида $\varphi_1 = \text{const}$ системы S'_0 и S_1 движутся вдоль оси y_a со скоростью $\frac{d\psi}{dt}$, поэтому

$$\bar{v}^{(12, \psi)} = (\sin \gamma \bar{j}_0 + \cos \gamma \bar{k}_0) \frac{d\psi}{dt}. \quad (6)$$

Используя матрицу перехода от S_0 к S_1 , перепишем уравнение (6) в систему S_1 :

$$\bar{v}_1^{(12, \psi)} = (\sin \varphi_1 \sin \gamma \bar{i}_1 + \cos \varphi_1 \sin \gamma \bar{j}_1 + \cos \gamma \bar{k}_1) \frac{d\psi}{dt}. \quad (7)$$

Уравнение зацепления при $\varphi_1 = \text{const}$ определим выражением

$$r \cos \mu \operatorname{ctg} \gamma - p \cos(\Theta + \zeta + \mu + \varphi_1) = 0, \quad (8)$$

что представляет собой зависимость $f_2(r, \Theta, \varphi_1) = 0$.

Уравнение зацепления в S_1 получим при совместном рассмотрении уравнений (5) и (8).

Контактная линия взаимногибаемых поверхностей в системе S_1 определится уравнениями

$$\begin{aligned}
 \bar{r}_1 &= r \cos(\Theta + \zeta) \bar{i}_1 + r \sin(\Theta + \zeta) \bar{j}_1 + p \zeta \bar{k}_1; \\
 f_1(r, \Theta, \varphi_1, \psi) &= 0; \quad f_2(r, \Theta, \varphi_1) = 0. \quad (9)
 \end{aligned}$$

Для определения уравнения боковой поверхности зубьев нарезаемого колеса используем матричное равенство

$$r_2 = M_{2p} M_{pa} M_{a0} M_{00'} M_{0'1} \cdot r_1. \quad (10)$$

Матрицы, входящие в (10), имеют вид

$$M_{0'1} = \begin{vmatrix} \cos \varphi_1 & -\sin \varphi_1 & 0 & 0 \\ \sin \varphi_1 & \cos \varphi_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}; \quad (11)$$

$$M_{0'0} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & r_{\theta} \\ 0 & 1 & 0 & \psi \sin \gamma \\ 0 & 0 & 1 & \psi \cos \gamma \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}; \quad (12) \quad M_{a0} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sin \gamma & \cos \gamma & 0 \\ 0 & -\cos \gamma & \sin \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}; \quad (13)$$

$$M_{pa} = \begin{vmatrix} \cos \Theta_2 & \sin \Theta_2 & 0 & 0 \\ -\sin \Theta_2 & \cos \Theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}; \quad (14) \quad M_{2p} = \begin{vmatrix} \cos \varphi_2 & 0 & -\sin \varphi_2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \varphi_2 & 0 & \cos \varphi_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}. \quad (15)$$

Тогда боковая поверхность зубьев нарезаемого колеса определится уравнениями

$$\begin{aligned}
 x_2 &= r \cos \varphi_2 \cos \Theta_2 \cos(\Theta + \zeta + \varphi_1) + r \cos \varphi_2 \sin \Theta_2 \sin \gamma \sin(\Theta + \zeta + \varphi_1) + \\
 &+ r \sin \gamma_2 \cos \gamma \sin(\Theta + \zeta + \varphi_1) + p \zeta (\cos \varphi_2 \sin \Theta_2 \cos \gamma - \sin \varphi_2 \sin \gamma) + \\
 &+ r_{\theta} \cos \varphi_2 \cos \Theta_2 + \psi \cos \varphi_2 \sin \Theta_2;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 y_2 &= r \cos \Theta_2 \sin \gamma \sin (\Theta + \zeta + \varphi_1) - r \sin \Theta_2 \cos (\Theta + \zeta + \varphi_1) + \\
 &\quad + p \zeta \cos \Theta_2 \cos \gamma - r_0 \sin \Theta_2 + \psi \cos \Theta_2; \quad (16) \\
 z_2 &= r \sin \varphi_2 \cos \Theta_2 \cos (\Theta + \zeta + \varphi_1) + r \sin \varphi_2 \sin \Theta_2 \sin \gamma \sin (\Theta + \zeta + \varphi_1) - \\
 &\quad - r \cos \varphi_2 \cos \gamma \sin (\Theta + \zeta + \varphi_1) + p \zeta (\sin \varphi_2 \sin \Theta_2 \cos \gamma + \cos \varphi_2 \sin \gamma) + \\
 &\quad + r_0 \sin \varphi_2 \cos \Theta_2 + \psi \sin \varphi_2 \sin \Theta_2; \\
 f_1(r, \Theta, \varphi_1, \psi) &= 0; \quad f_2(r, \Theta, \varphi_1) = 0.
 \end{aligned}$$

Используя матричное равенство $r = M_{00'} M_{0'1} \cdot r_1$, линию зацепления в системе S_0 запишем в виде

$$\begin{aligned}
 x_0 &= r \cos (\Theta + \zeta + \varphi_1) + r_0; \quad y_0 = r \sin (\Theta + \zeta + \varphi_1) + \psi \sin \gamma; \quad (17) \\
 z_0 &= p \zeta + \psi \cos \gamma; \quad f_1(r, \Theta, \varphi_1, \psi) = 0, \quad f_2(r, \Theta, \varphi_1) = 0.
 \end{aligned}$$

Грузинский политехнический
 институт им. В. И. Ленина

(Поступило 12.4.1974)

მანქანათმშენობლა

რ. ვარსიმაშვილი

არამრგვალი კონუსური კბილანური მოღებვის კვლევა,
 რომლის კბილები ორპარამეტრიანი მოვლებით იჭრება

რ ე ზ ი მ ე

კბილმჭრელი იარაღის ზედაპირის ნორმალის და ფარდობითი მოძრაობის სიჩქარის ვექტორების გეგმილების გამოყენებით მიღებულია კბილანების მოღებვის, კბილების ურთიერთშემხები ზედაპირების კონტაქტის ხაზის, კბილების გვერდითი ზედაპირების და მოღების ზედაპირის განტოლებები.

MACHINE BUILDING SCIENCE

R. Sh. VARSIMASHVILI

A STUDY OF THE GEARING OF NON-CIRCULAR BEVEL GEARS CUT FOR DOUBLE-PARAMETRIC ENVELOPING

Summary

The equations of the gearing, the mating line of reciprocally enveloping faces, the cut tooth face and the surface of gearing have been obtained, using the velocity vector projections of the relative motion and the projections of the normal to the generating surface.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Л. Литвин, Г. А. Лившиц. Машиноведение, № 1, 1968.
2. Ф. Л. Литвин, Р. Ш. Варсимаშვილი. Станки и инструмент, № 5, 1970.
3. Р. Ш. Варсимаშვილი. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 4, 1967.
4. Ф. Л. Литвин. Теория зацеплений. М., 1968;

Д. Т. ДЕМЕТРАДЗЕ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КРУТИЛЬНЫХ И ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ В ПРЯМОЗУБЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧАХ С УПРУГИМИ ОПОРАМИ СКОЛЬЖЕНИЯ

(Представлено академиком Р. Р. Двали 3.4.1974)

Эксперименты были проведены в Государственном Институте машиноведения в отделе акустических и вибрационных исследований на стенде III-8. (Подробное описание экспериментальной установки и измерительной аппаратуры, а также методика установки датчиков на зубчатых колесах и расшифровка записанных колебательных процессов даются в работах [1, 2]).

Экспериментальные исследования были разбиты на пять этапов.

Для первого этапа применялись обыкновенные бронзовые подшипники скольжения диаметром $d=60$ мм и длиной $b=80$ мм (жесткость подшипников $c_n=2,57 \cdot 10^5$ кг/см) и зубчатые колеса (передаточное число $i=1$; число зубьев $z=75$; модуль $m=3$ мм; профиль зуба эвольвентный с углом зацепления $\alpha=20^\circ$) длиной зубьев $b=50$ мм (эквивалентная жесткость зацепления $c_{экр} = 11,3 \cdot 10^5$ кг/см).

Для второго этапа длина зубьев сокращалась до $b=25$ мм ($c_{экр} = 5,65 \cdot 10^5$ кг/см), а для третьего этапа — до $b=10$ мм ($c_{экр} = 2,26 \cdot 10^5$ кг/см).

На четвертом этапе были применены упругие подшипники с жесткостью $c_n=1,11 \cdot 10^5$ кг/см и зубчатые колеса длиной зубьев $b=10$ мм, а на пятом — соответственно $c_n=0,41 \cdot 10^5$ кг/см и $b=10$ мм.

Эксперименты проводились при различных режимах работы (со скоростью $n=350 \div 2400$ об/мин, удельной нагрузкой $P=40$ кг/см, $P=70$ кг/см и без нагрузки).

Измерение смещения, скорости и ускорения вибраций производилось пьезоэлектрическими датчиками ИДК-8 в местах их установки. Датчики попарно устанавливались на шестерне (№ 1 и 2), колесе (№ 3 и 4), стойках (№ 5 и 6) и вкладышах (№ 7 и 8) подшипников скольжения.

На рис. 1 приведены характерные спектры крутильных колебаний шестерни для первого этапа, а на рис. 2 — осциллограммы колебаний шестерни для четвертого этапа эксперимента. Цифровые обозначения кривых на осциллограммах соответствуют нумерации датчиков. Кривая О.О. на осциллограмме соответствует датчику отметки оборотов, а кривая О.В. — датчику отметки времени. Из осциллограмм колебаний колес видно, что относительно отметки оборотов максимальные амплитуды кривой 1 соответствуют минимальным амплитудам кривой 2 и наоборот, что объясняется совместными крутильно-поперечными колебаниями колес.

Из записанных кривых совместных крутильно-поперечных колебаний отдельно выделяем амплитуды крутильных и поперечных составляющих вибраций по методике, предложенной профессором М. Д. Генкиным [1]. Величины амплитуд приводятся к радиусу делительной



Рис. 1. Спектры крутильных колебаний шестерни: а—число оборотов колеса $n=1200$ об/мин; зубцовая частота $n_z=1500$ гц; удельная нагрузка $P=70$ кг/см; б— $n=1200$ об/мин; $n_z=1500$ гц; холостой ход

окружности. Исходя из опытных данных, были построены амплитудно-частотные характеристики вынужденных крутильных (рис. 3, а) и поперечных (рис. 3,б) колебаний колес. По оси ординат нанесены значения амплитуд в сек (для крутильных колебаний) или в мкм (для поперечных колебаний), полученные путем пересчета с учетом данных тарировки и чувствительности датчика. Поскольку гидротормоз не дал возможности нагружения передачи ниже 350–400 об/мин (по теоретическим расчетам первая и вторая собственные частоты испытуемой динамической системы для всех пяти этапов эксперимента не превышают 400 об/мин), характер резонансной кривой ниже указанных оборотов не приводится.

Анализ всех записанных спектров, осциллограмм и построенных амплитудно-частотных характеристик дает возможность констатировать следующее. Основная частота крутильных и поперечных колебаний колес соответствует (рис. 1, а) частоте изменения жесткости и погрешности зацепления (зубцовой частоте). Некоторое расхождение в частотах может быть объяснено неточностями измерений при записи спектров, а также непостоянством чисел оборотов установки. Зубцовая частота является основной и для поперечных колебаний вкладышей и стойки подшипников скольжения. При низких оборотах основной яв-

ляется частота, определяемая накопленной ошибкой шага за оборот колеса.

На спектрограммах, помимо основной частоты, наблюдаются составляющие, соответствующие полуторной, второй, третьей и четвертой гармоникам.

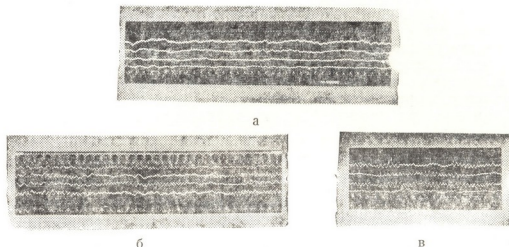


Рис. 2. Осциллограммы колебаний шестерни: а— $n=880$ об/мин; $P=70$ кг/см; б— $n=900$ об/мин; холостой ход; в— $n=1780$ об/мин; $P=70$ кг/см

При низких оборотах (до 500-600 об/мин) колебания колес происходят не с частотой зацепления, а с удвоенной частотой; до средних оборотов частота колебаний определяется зубцовой частотой (рис. 2,а). При более высоких числах оборотов в осциллограммах колебаний колес появляются низкочастотные составляющие, частота которых равна половине зубцовой частоты, и контакт зубьев на какой-то части оборота происходит через зуб. Этим объясняется при высоких оборотах проявление в спектрах колебаний колес сильных составляющих на

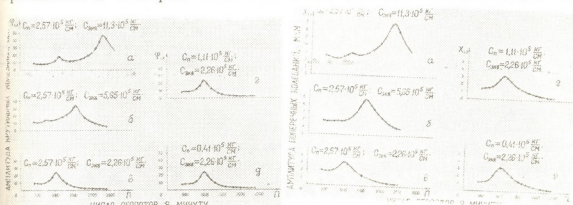


Рис. 3. Амплитудно-частотные характеристики крутильных ($\varphi_{1,2}$) и поперечных ($\chi_{1,2}$) колебаний колес: а—этап 1; б—этап 2; в—этап 3; г—этап 4; д—этап 5

частотах, в 2 раза меньших основной зубцовой частоты. При увеличении скорости за оборот колеса колебания с зубцовой частотой имеют место на небольших участках.

В ненагруженных передачах при высоких скоростях происходит беспорядочный колебательный процесс с нарушением контакта в зацеплении (рис. 1,б и 2,б), который стабилизируется (появляются дис-

кретные составляющие в спектре колебаний) или с увеличением нагрузки, или с уменьшением скорости вращения колес.

С уменьшением жесткости зацепления резко уменьшаются третья собственная частота и амплитуды при этой частоте как крутильных, так и поперечных колебаний (рис. 3, а,б). Уменьшение жесткости опор не вызывает заметного изменения ни третьей собственной частоты, ни амплитуд крутильных и поперечных колебаний колес при этой частоте. Изменение жесткости опор оказывает ощутимое влияние на низкие две собственные частоты и на амплитуды крутильных и поперечных колебаний при этих частотах.

Результаты, полученные экспериментальным путем, хорошо согласуются с теоретическими выкладками [3] и их следует принимать во внимание при проектировании прямозубых цилиндрических зубчатых передач.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт механики машин

(Поступило 5.4.1974)

მანქანათმშენებლობა

დ. დემეტრაძე

სრიალის ღრეპადსაქრდენებინან, სწორკბილიან ცილინდრულ
 კბილანურ გადაცემებში წრიული და ბანივი რხევების
 ექსპერიმენტული კვლევა

რეზიუმე

ნაშრომში მოყვანილია სრიალის დრეკადსაკისრებინან იზოლირებულ
 კბილანურ გადაცემებში მიმდინარე რხევითი პროცესების ექსპერიმენტული
 კვლევის შედეგები.

MACHINE BUILDING SCIENCE

D. T. DEMETRADZE

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF TRANSVERSE AND TORSIONAL OSCILLATIONS OF SPUR GEAR WITH ELASTICALLY YIELDING SLIDE BEARINGS

Summary

The paper presents the results of experimental investigations of oscillation processes taking place in spur gear with elastically yielding slide bearings.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Д. Генкин и В. К. Гринкевич. Динамические нагрузки в передачах с косозубыми колесами. М., 1961.
2. Д. Т. Деметрадзе. Сб. «Механика машин». Тбилиси, 1972.
3. И. И. Бакрадзе, Д. Т. Деметрадзе. Сообщения АН ГССР, 72, № 3, 1973.

Т. И. АМКОЛАДЗЕ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОЛНЫ ПРОРЫВА НА УЧАСТКЕ ВНЕЗАПНОГО РАСШИРЕНИЯ РУСЛА

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Гомелаури 5.3.1974)

В настоящее время анализ движения волны, образованной в результате прорыва плотины, в непризматических, в том числе естественных, руслах основывается на решении дифференциальных уравнений движения одномерного потока. Вместе с тем, в сечениях внезапного расширения русла уравнения одномерного движения неприменимы. Поэтому, с целью установления параметров волны прорыва, необходимых для внесения соответствующих коррективов в решение уравнений для случая растекания волны, нами были выполнены специальные эксперименты.

Эксперименты проводились в бетонных лотках № 1 и № 2 с горизонтальным дном. Верхние участки лотков при ширине $b=0,3$ м имели длину 4 м (лоток № 1) и 9 м (лоток № 2). Нижние участки лотков имели ширину 1,5 м при длине 2 м (лоток № 1) и 1 м при длине 8 м (лоток № 2). Ширину нижнего участка лотка № 2 можно было менять при помощи переставных стенок.

Специальные щиты, внезапным открытием которых имитировался прорыв плотины, устанавливались либо в конце узкого участка, в створе внезапного расширения, либо на расстоянии $S = 1$ м выше указанного сечения. Плановые характеристики волны прорыва фиксировались методом кино съемки, а ее гидравлические элементы — с помощью емкостных датчиков уровня [1].

Движение прорывной волны после сечения внезапного расширения можно подразделить на две фазы: свободное растекание — до соприкосновения потока с бортами (берегами) и дальнейшее продвижение по руслу с постоянной шириной. Последняя была исследована лишь при расположении щита выше створа внезапного расширения, что соответствует обычно встречающемуся расположению плотин, сооружаемой в горных условиях.

Начальная глубина воды перед щитом h_1 менялась в экспериментах в диапазоне от 0,05 до 0,3 м. Движения волны прорыва в нижнем бьефе исследовались при отсутствии или при наличии в нем воды, причем глубина в нижнем бьефе h_0 менялась от 0,01 до 0,03 м.

Данные наблюдений и обработки экспериментов показали, что наличие воды в нижнем бьефе оказывает влияние на общую картину

свободного растекания волны прорыва и ее параметры. Однако было установлено, что при относительно больших перепадах $\frac{h_1}{h_0}$, близких к натурным, это влияние мало и процесс свободного растекания волны ниже створа внезапного расширения характеризуется одними и теми же зависимостями как для «сухого», так и для «мокрого» нижнего бьефа, а именно:

$$\frac{t_{1P}}{\sqrt{\frac{h_1 - h_0}{g}}} = 1,11 \left(\frac{B_P - b}{h_1 - h_0} \right)^{0,94}, \quad (1)$$

$$\frac{t_{2P}}{\sqrt{\frac{h_1 - h_0}{g}}} = 0,25 \left(\sqrt{\frac{S}{h_1 - h_0} \frac{B_P}{b}} \right)^{2,19}, \quad (2)$$

$$\frac{L_{1P}^{\text{ось}}}{h_1 - h_0} = 1,53 \left(\frac{B_P - b}{h_1 - h_0} \right)^{0,88}, \quad (3)$$

$$\frac{L_{2P}^{\text{ось}}}{h_1 - h_0} = 1,21 \left(\sqrt{\frac{S}{h_1 - h_0} \frac{B_P}{b}} - 1 \right)^{1,50}, \quad (4)$$

где t_{1P} и t_{2P} — время растекания до данной ширины B_P соответственно для случаев, когда щит установлен в створе внезапного расширения (первый случай растекания) и выше указанного створа на 1 м (второй случай растекания), $L_{1P}^{\text{ось}}$ и $L_{2P}^{\text{ось}}$ — максимальная длина распространения фронта волны прорыва по оси русла в первом и втором случаях растекания.

Высота фронта $h_{\text{ФР}}$ и скорость его перемещения $V_{\text{ФР}}$ при свободном растекании волны в «сухом» русле, представляющем наибольший интерес с практической точки зрения, определяются из соотношений

$$\sqrt{\frac{h_{1\text{ФР}}}{h_0}} = 0,5 \left(\frac{L}{V h_1 b} \right)^{-0,28}, \quad (5)$$

$$\sqrt{\frac{h_{2\text{ФР}}}{h_0}} = 0,49 \left(\frac{L + S}{V h_1 b} \right)^{-0,17}, \quad (6)$$

$$V_{1P} = 1,35 \sqrt{g h_1} \left(\frac{h_1}{B_P - b} \right)^{0,021}, \quad (7)$$

$$V_{2P} = 3,69 \sqrt{g h_1} \frac{\left(\sqrt{\frac{S}{h_1} \frac{B_P}{b}} - 1 \right)^{0,51}}{\left(\sqrt{\frac{S}{h_1} \frac{B_P}{b}} \right)^{1,20}}. \quad (8)$$

Угол $\text{tg } \beta = \frac{B_P - b}{2L_3}$, где L_3 — длина зоны растекания, соответствующая точке соприкосновения боковой струйки волны с бортом в

нижнем бьефе, меняется в узких пределах и его средние значения могут быть приняты с достаточной для практики точностью $\beta_{1CP} = 43^\circ 9'$ и $\beta_{2CP} = 33^\circ 55'$.

После того как растекающаяся волна прорыва занимает всю ширину нижнего бьефа, возникают отражения от бортов и косые прыжки, в результате чего имеет место перераспределение масс воды за фронтом волны. Последнее влечет за собой выравнивание фронта, после чего дальнейшее движение волны прорыва соответствует схеме одномерного потока.

Для зоны выравнивания $L_{ЗВ}$ и продолжительности процесса t_B нами получены следующие соотношения:

$$\frac{L_{ЗВ}}{B-b} - 4 = 73,95 \left(\frac{S}{h_1} \frac{B-b}{b} \right)^{-1,28}, \quad (9)$$

$$\frac{L'_{ЗВ}}{\sqrt{h_1 b}} = 8,21 \left(\frac{(h_1 - h_0) b}{S} \frac{B-b}{h_0} \right)^{0,083}, \quad (10)$$

$$0,1 \frac{t_B}{\sqrt{\frac{h_1}{g}}} = 0,39 \left(\sqrt{\frac{SB}{h_1 b}} \right)^{1,53}, \quad (11)$$

$$\frac{t_B}{\sqrt{\frac{h_1 - h_0}{g}}} - 8 = 0,45 \left(\sqrt{\frac{SB}{(h_1 - h_0) b}} \right)^{1,59}. \quad (12)$$

Индекс ' соответствует движению волны по «мокрому» нижнему бьефу.

Для параметров же волны прорыва в створе выравнивания нами получены следующие эмпирические соотношения:

$$100 \frac{h_{ФР.СР}}{h_1} - 5,2 = 0,77 \left(\frac{S}{h_1} \frac{b}{B-b} \right)^{1,1}, \quad (13)$$

$$\frac{L'_{ЗВ}}{H_{ФР.СР}} = 4,72 \left(\frac{h_1}{h_0} \frac{S}{h_1 - h_0} \sqrt{\frac{B-b}{b}} \right)^{0,53}, \quad (14)$$

$$\frac{V_{ФР.СР}}{\sqrt{g h_{ФР.СР}}} = 6,21 \left(\frac{S}{h_1} \sqrt{\frac{B}{b}} \right)^{-0,53}, \quad (15)$$

где $H_{ФР.СР} = h_0 + h'_{ФР.СР}$ соответствует случаю движения по «мокрому» бьефу. Кроме того, установлено, что при наличии воды в нижнем бьефе скорость перемещения волны прорыва может быть определена по известной формуле Сен-Венана.

Зная высоту волны и скорость течения, можно определить расход, переносимый волной прорыва.

Полученные эмпирические зависимости, пригодные в пределах $\frac{B}{b} \leq 5$ и $\frac{S}{h_1} \leq 10$, могут быть положены в основу разработки коррективов,

вносимых условиями внезапного расширения потока в расчеты волны прорыва путем решения уравнений одномерного, неустановившегося движения потока.

ГрузНИИЭГС

Грузинский институт
гидротехники и мелиорации

(Поступило 22.3.1974)

ჰიდროტექნიკა

თ. აწყობაძე

მდინარის კალაპოტის უეცარი გაფართოების უბანზე გარღვევის ტალღის მოძრაობის ექსპერიმენტული გამოკვლევა

რეზიუმე

მოცემულია ბეტონის ღარში ჩატარებულ ლაბორატორიულ ექსპერიმენტების საფუძველზე მიღებული ემპირიული დამოკიდებულებები მდინარის კალაპოტის უეცარი გაფართოების უბანზე მოძრავი გარღვევის ტალღის პარამეტრების დასადგენად, როდესაც ეს გაფართოება ხდება კაშხლის კვეთში ან ცოტა ქვემოთ.

HYDRAULIC ENGINEERING

T. I. AMKOLADZE

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF BREAKING-WAVE MOTION
AT THE SECTION OF SUDDEN BED EXPANSION

Summary

Empiric relations based on laboratory experiments involving a concrete flume are given for the determination of the hydraulic parameters of the wave of the breaking of a dam at the section of sudden bed expansion taking place at the site of the dam or a little downstream.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. А. Амколадзе, Г. П. Мамрадзе, Е. И. Масс, Р. М. Хазалия. Сообщения АН ГССР, 63, № 2, 1971.

В. И. ГОМЕЛАУРИ (член-корреспондент АН ГССР), Т. Ш. МАГРАКВЕЛИДЗЕ, А. Н. МИКАШАВИДЗЕ, А. Г. ХОШТАРИЯ, Т. А. ЧУЧУЛАШВИЛИ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООТДАЧИ ПЕРЕГРЕТОГО ПАРА МЕТОДОМ ДВУХРАЗМЕРНОЙ ШЕРОХОВАТОСТИ

Для проведения данного исследования была осуществлена экспериментальная установка, схематически представленная на рис. 1.

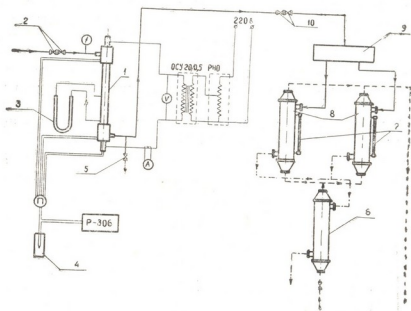


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки: 1 — экспериментальный участок, 2, 10 — вентили, 3 — дифманометр, 4 — сосуд Дюара, 5 — дренаж, 6 — переохладитель конденсата, 7 — уровнемеры, 8 — конденсаторы, 9 — коллектор, — пар, — вода, — — — конденсат

Насыщенный пар с высокой степенью сухости подводился к экспериментальной установке из котлоагрегата электростанции. Перед поступлением на рабочий участок пар перегревался в электрическом перегревателе.

Рабочий участок длиной 425 мм, изготовленный из нержавеющей стали, представлял собой кольцевой канал с наружным и внутренним диаметрами 18 и 12,5 мм соответственно. Внутренняя труба обогревалась путем пропускания через нее электрического тока низкого напряжения. Пар за экспериментальным участком конденсировался в конденсаторах. Конденсат подвергался переохлаждению.

Во входной и выходной камерах установки были размещены дырчатые медные шайбы, в которые были зачеканены спай медно-константановых термопар, позволяющих измерять начальную и конечную средние температуры перегретого пара. Температура стенки вдоль внутренней трубы измерялась в восьми точках скользящей термопарой, размещенной в камере из тефлона, перемещаемой во внутренней трубе. ЭДС термопар измерялась компенсационным методом. Расход теплоносителя определялся путем взвешивания конденсата на докторских весах. Перепад давления в кольцевом канале измерялся ртутным дифманометром ДТ-50 на участке стабилизированного течения длиной 175 мм.

С целью устранения тепловых потерь в окружающую среду рабочий участок был теплоизолирован.

Двухразмерная шероховатость [1, 2] создавалась на внутренней трубе путем поочередного наматывания медных проволок с диаметрами 0,08; 0,20 и 0,50 мм при отношениях шага намотки s к диаметру проволоки, т. е. к высоте элементов шероховатости h , равных соответственно 13,2, 12,7 и 13,8. Наматывание производилось на токарном станке при некотором натяге проволоки. При наматывании труба подвергалась небольшому нагреву. Точные измерения показали, что электрическое сопротивление внутренней трубы вследствие намотки проволок практически не изменялось. Это давало основание считать, что при принятом методе создания шероховатости джоулево тепло выделялось только в стенке трубы. В связи с применением медных проволок при обработке опытных данных площадь теплоотдающей поверхности принималась равной площади гладкой трубы.

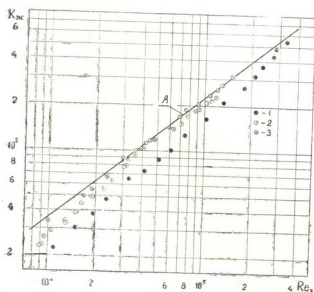


Рис. 2. Зависимость $K_{ж}=f(Re_{ж})$:
1— $h=0,08$ мм, $s/h=13,2$; 2— $h=0,2$ мм, $s/h=12,7$; 3— $h=0,5$ мм, $s/h=13,8$; А—по формуле (27)

[1]

При малых расходах перегрев пара достигал 40—50 град и его мятие в дырчатых шайбах и политропическое расширение в кольцевом зазоре не приводили к заметным искажениям температур, вследствие чего количества тепла, определяемые по расходу электроэнергии и по изменению теплосодержания пара, удовлетворительно совпадали друг с другом.

При больших расходах и перегревах порядка 3—5 град искажения температур пара были значительными и составление двойного баланса при этом оказывалось невозможным. Наряду с этим, поскольку

искажения температур пара, обусловленные эффектом мятия в шайбах, имели противоположные знаки, истинная средняя температура пара в кольцевом зазоре при любых расходах определялась с достаточной точностью.

Перед основными опытами были проведены контрольные опыты с гладкой трубой, результаты которых удовлетворительно совпали с критериальным уравнением М. А. Михеева [3] для теплоотдачи турбулентных потоков.

Результаты проведенного исследования в виде зависимости $K_{ж} = f(Re_{ж})$ представлены на рис. 2, где

$$K_f = \frac{Nu_f}{Pr^{0,43} \epsilon_{ш}} \quad (1)$$

Значение $\epsilon_{ш}$ в (1) определялось по [1, 3].

Согласно рис. 2 интенсивность теплообмена начинает подчиняться уравнению (1) для $h=0,50$ мм при $Re_{ж}=10 \cdot 10^3$, для $h=0,20$ мм при $Re_{ж}=35 \cdot 10^3$ и для $h=0,08$ мм при $Re_{ж}=300 \cdot 10^3$, а не при $Re_{ж}=80 \cdot 10^3$, как это должно было иметь место в последнем случае при определении h по формуле

$$h = \frac{50 d_s}{\sqrt{\xi/8 Re}}, \quad (2)$$

предложенной в [2]. Существенно, что для перегретого водяного пара $Pr \approx 1$.

Для качественного объяснения наблюдающегося противоречия может быть использовано уравнение Лайона [4], включающее

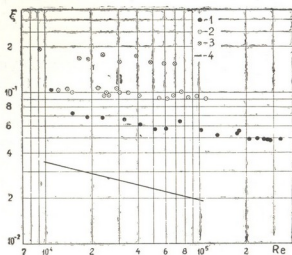


Рис. 3. Зависимость $\xi=f(Re)$: 1— $h=0,08$ мм, $s/h=13,2$; 2— $h=0,2$ мм, $s/h=12,7$; 3— $h=0,5$ мм, $s/h=13,8$; 4—гладкая поверхность

произведение $\frac{\lambda}{\lambda} R$, где λ —турбулентная теплопроводность потока, λ — молекулярная теплопроводность теплоносителя и R — радиус, который в случае кольцевого канала может быть выражен как

$$R = \frac{r_1 + y}{r_1}, \quad (3)$$

где r_1 — наружный радиус внутренней трубы, а y — расстояние от ее поверхности.

Выполненные расчеты показали, что для $h = 0,20$ мм $\frac{\lambda}{\lambda} R$ у гребня элемента шероховатость при $Re_{ж} = 35 \cdot 10^3$ составляет около 20% от максимального значения этого произведения, а для $h = 0,08$ мм при $Re_{ж} = 300 \cdot 10^3$ — соответственно около 10%.

Результаты определения коэффициентов гидравлического сопротивления приведены на рис. 3.

ГрузНИИЭГС

(Поступило 12.4.1974)

თბოტექნიკა

3. ზომელაური (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), თ. მახარაძევიძე, ა. მიქაშავიძე, ა. ხოშტარია, თ. ჭუჭულაშვილი

ხელოვნური ხარისხის მეთოდით გადახურებული
 ორთქლის თბობაცემის ინტენსიფიკაციის
 მესპერიმენტული გამოკვლევა

რეზიუმე

დასაბუთებულია, რომ ორგანომილებიანი ხარისხის ეფექტი [1, 2] ხარისხის ელემენტების სიმაღლის მიხედვით მთლიანად იჩენს თავს [2, 3] მხოლოდ მას შემდეგ, რაც Re_{∞} და $\frac{\Lambda}{\lambda} R$ გადააჭარბებენ შესაბამის ზღვრულ მნიშვნელობებს [4].

HEAT ENGINEERING

V. I. GOMELAURI, T. Sh. MAGRAKVELIDZE, A. N. MIKASHVIDZE,
 A. G. KHOSHTARIA, T. A. CHUCHULASHVILI

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF INTENSIFICATION OF
 HEAT TRANSFER OF SUPERHEATED STEAM BY THE
 METHOD OF TWO-DIMENSIONAL ROUGHNESS

Summary

With small height of the elements of roughness the effect of intensified heat transfer is fully manifested only after the numbers of Re of fluid have reached definite values. The value of the ratio of turbulent heat transfer Λ to molecular λ at the peaks of roughness elements has been found to affect the intensification of heat transfer.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Гомелаури. Труды Ин-та физики АН ГССР, т. IX, 1963.
2. В. И. Гомелаури, Р. Д. Канделаки, М. Е. Кипшидзе. «Вопросы конвективного теплообмена и чистоты водяного пара». Тбилиси, 1970.
3. М. А. Михеев, И. М. Михеева. Основы теплопередачи. М., 1973.
4. J. Knudsen, D. Qats. Fluid Dynamics and Heat Transfer. New-York, 1958.



ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

А. К. КОТИЯ, Г. В. ВАДАЧКОРИЯ

К ВОПРОСУ СИНТЕЗИРОВАНИЯ СХЕМ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 18.5.1974)

В установках, для питания которых необходима стабилизация действующего значения тока нагрузки, широкое применение нашли схемы параметрического источника тока (ПИТ).

Принцип их действия основан на использовании явления резонанса в цепи переменного тока, состоящей из равных по величине и противоположных по характеру индуктивного и емкостного сопротивлений.

Впервые простейшие варианты таких схем были описаны П. Бушера еще в 1891 г. Дальнейшее теоретическое развитие эти схемы нашли в работах К. Штейнметца, который распространил предложенный П. Бушера принцип на трехфазные цепи.

В отечественной литературе до последнего времени почти не было работ по развитию и применению этих схем. Между тем, практика требовала создания простых схемных решений для получения источников неизменного тока.

В настоящее время предложено значительное количество различных схемных вариантов преобразователей [1, 2] — однофазных и трехфазных, соединенных в звезду ПИТ.

Можно показать, что схема, соединенная в звезду, является общей по отношению к ряду других схем. Это означает, в частности, что наиболее важные и общие соотношения для схемы, соединенной в звезду, позволяют сделать существенные выводы и для других схем. Кроме того, из сказанного очевидно также, что существует единый метод для синтеза различных схемных вариантов ПИТ.

В качестве такого метода может быть использован метод узловых напряжений — метод двух узлов для соединения в звезду [3].

Предположим, что между двумя узлами включено n ветвей. Пусть \dot{I}_k — комплекс действующего значения тока в ветви k , комплексная проводимость которой равна Y_k , \dot{E}_k — комплекс действующих значений э. д. с. той же ветви.

Тогда согласно методу узловых напряжений комплекс действующего значения тока в любой ветви m будет

$$\dot{I}_m = \left(\dot{E}_m - \frac{\sum_{k=1}^n \dot{E}_k Y_k}{\sum_{k=1}^n Y_k} \right) Y_m. \quad (1)$$

Если допустим, что

$$\sum_{\substack{k=1 \\ k \neq m}}^n Y_k = 0, \quad (2)$$

тогда, как это следует из (1), ток в ветви m не зависит от ее сопротивления, т. е. электрическая схема по отношению к ветви m становится преобразователем источников неизменных э. д. с. в источник неизменного тока. (Предполагается, что нагрузка включена в ветвь m).

Как следует из (2), реализация схемы ПИТ возможна лишь с определенным приближением. Действительно, последнее равенство осуществимо лишь при чисто реактивных элементах схемы — когда проводимости выражаются мнимыми величинами. Выражение (2) показывает также, что минимальное число ветвей в схеме параметрического источника тока равно трем ($n=3$). Это предельное значение ветвей удовлетворяют известные в настоящее время схемы однофазных ПИТ.

Из выражения (1) с учетом (2) для тока нагрузки ПИТ можно написать выражение

$$I_m = - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq m}}^n Y_k \dot{E}_k, \quad (3)$$

согласно которому наименьшее число источников э. д. с. в схеме ПИТ равно единице. При этом источник э. д. с. должен быть включен в любую ветвь, кроме ветви, в которую включена нагрузка. Отметим, что в указанном случае, т. е. в случае ПИТ с одним источником питания, получается известная схема П. Бушера.

Выражение для тока нагрузки (3) показывает также, что при заданном значении n ПИТ в основном можно разделить на две группы: преобразователи без источника и с источником э. д. с. в нагрузочной ветви. Это следует из того предположения, что согласно (3) ток нагрузки не зависит от того, включен или нет в нагрузочную ветвь ПИТ источник э. д. с.

Как видно, метод узловых напряжений дает возможность синтезировать схемы параметрических источников тока без источника и с источником э. д. с. в нагрузочной ветви. На основе этих двух основных схем можно получить различные схемные варианты ПИТ, в том числе известные в настоящее время. Так, например, если допустить, что $n=4$ и $\dot{E}_m \neq 0$, получим схему ПИТ по четырехлучевой звезде с источником э. д. с. в нагрузочной ветви. В этом случае согласно условию (2) имеем

$$1 + a + \frac{Y_3}{Y_1} = 0 \quad \left(a = \frac{Y_2}{Y_1} \right) \cdot$$

პოლოჟივ, ნაპრიმერ, $a=0$ ილი $a=-1$, პოლუჩივ სხუნი ვიყვირუნი [2]. ესი ჯე, კრე სიყვირუნი სიყვირუნი ($a=0$ ილი $a=-1$), იმეე სოო-ვთვთვნი $\dot{E}_3=0$ ილი $\dot{E}_2=0$, თო პოლუჩაე ნოვი ვარიანტი სხუნი პრე-ობრავოვანი ს დუი სიყვირუნი ე. დ. ს.

თაკივ იბრავი, მეთოდი უვლოვი ნაპრიყვირუნი დეივ ვოიპოიბი სინთეზირვანი ვ იბრე სხუნი პიტი პო მნოგოლუჩევი (n) სხუნი. პოეოთუ იმეე ვოიპოიბი იბრე დეივნი იბრე სიყვირუნი ინდუკტივნი-ემკოსნი პრეობრავოვანი ს დოი სოო-ნიყვირუნი, ხარაქტერიზირუნი რაბოთ პრეობრავოვანი სხუნი მნოგოლუჩევი ვიყვირუნი. ეო პოვოიბი იბრე დეივნი სხუნი იბრე სხუნი პიტი ვიდეილნი პრეობრავოვანი ს დეივნი სიყვირუნი დეივნი დეივნი კონკრეტივი სხუნი სიყვირუნი.

გურიკური პოლიტეხნიკური
 ინსტიტუტი იმ. ვ. ი. ლენინი

(პოსუპილო 31.5.1974)

ელექტროტეხნიკა

ა. კოტია, გ. ვადახკორია

პარამეტრული დენის წყაროს სქემების სინთეზის
 საკითხისათვის

რეზიუმე

მოცემულია მეთოდი, რომლითაც შესაძლებელია პარამეტრული დენის წყაროს სქემების სინთეზი ზოგადად მრავალსიხვიანი სქემების სახით. აღნიშნულია, რომ პარამეტრული დენის წყაროების სქემების სინთეზისათვის გამოყენებული მეთოდი საშუალებას მოგვცემს ცნობილი და რეკომენდებული პარამეტრული გარდამქმნელების სქემების სიმრავლიდან გამოვყოთ გარდამქმნელები ცალკეული კონკრეტული შემთხვევებისათვის სასურველი თვისებებით.

ELECTROTECHNICS

A. K. KOTIA, G. V. VADACHKORIA

ON THE SYNTHESIS OF PARAMETRIC CURRENT SOURCE CIRCUITS

Summary

A method enabling the synthesis of parametric current source circuits is discussed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Милях, Б. Е. Кубышин, И. В. Волков. Индуктивно-емкостные преобразователи источников напряжения в источники тока. Киев, 1964.
2. В. В. Михайлов. Труды МЭИ, Электротермические установки, вып. 166. М., 1973.
3. Л. А. Бессонов. Теоретические основы электротехники. М., 1964.

Ш. И. ЛУТИДЗЕ, А. М. ХУНДАДЗЕ, Г. Г. ЦАГАРЕЛИ,
 Т. Г. ЛЕКИШВИЛИ

МЕТОД РАСЧЕТА ИНДУКТИВНОСТЕЙ ПРИ
 ОРТОГОНАЛЬНОМ ВОЗБУЖДЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
 МАШИН

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Г. Абелишвили 30.1.1974)

Магнитный поток электрических машин при ортогональном возбуждении поля, как известно, можно представить в виде (рис. 1)

$$\dot{\Phi} = \Phi_d + j\Phi_q = \Phi e^{i\alpha\Phi}, \quad (1)$$

где

$$\Phi_d = l_{dd} i_d + l_{dq} i_q, \quad (2)$$

$$\Phi_q = l_{dq} i_d + l_{qq} i_q. \quad (3)$$

В уравнениях (2), (3) l_{dq} , l_{qd} — взаимоиנדуктивности обмоток, расположенных по осям d и q , равным по величине и отличающимся от нуля при наличии магнитной асимметрии; l_{dd} , l_{qq} — индуктивности обмоток, расположенных соответственно по осям d и q ; i_d , i_q — мгновенные значения токов по осям d и q .

Величины индуктивностей и взаимоиנדуктивностей можно определить экспериментально известными способами, учитывая, что

$$l_{dd} - \frac{i_d \neq 0}{i_q = 0}, \quad l_{qq} - \frac{i_d = 0}{i_q = 0},$$

$$l_{dq} = l_{qd} - \frac{i_d \neq 0}{i_q \neq 0}.$$

Величины взаимоиנדуктивностей l_{dq} , l_{qd} зависят от магнитной асимметрии машины и меняются в зависимости от токов i_d и i_q :

$$l_{dq} = l_{qd} = f_1(i_d, i_q). \quad (4)$$

Характер функции f_1 зависит от степени асимметрии, которая предполагается заданной. В общем случае магнитная асимметрия зависит от неоднородности магнитопровода и магнитной проницаемости. Кроме того, взаимоиנדуктивность между обмотками зависит также от закона изменения рассматриваемых токов.

Амплитуда магнитного потока

$$\Phi = \sqrt{\Phi_d^2 + \Phi_q^2}. \quad (5)$$

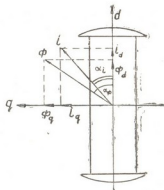


Рис. 1

$$l_{dq} = - \frac{l_0'^2}{2l_0} \sin 2\alpha_i. \quad (15)$$

Выражение (15) отвечает всем условиям, предъявляемым (15) и (16). Подставляя (15) в уравнения (9) -- (11), получаем

$$L_d = l_{dd} - \frac{l_0'^2}{l_0} \sin^2 \alpha_i, \quad (16)$$

$$L_q = l_{qq} - \frac{l_0'^2}{l_0} \sin^2 \alpha_i, \quad (17)$$

$$L = l_0 + l_0' \cos 2\alpha_i; \quad (18)$$

или, выражая через токи и параметры l_{dd} , l_{qq} ,

$$L_d = l_{dd} - \frac{(l_{dd} - l_{qq})^2}{l_{dd} + l_{qq}} \cdot \frac{i_d^2}{i_d^2 + i_q^2}, \quad (19)$$

$$L_q = l_{qq} - \frac{(l_{dd} - l_{qq})^2}{l_{dd} + l_{qq}} \cdot \frac{i_q^2}{i_d^2 + i_q^2}, \quad (20)$$

$$L = \frac{l_{dd} + l_{qq}}{2} + \frac{l_{dd} - l_{qq}}{2} \cdot \frac{i_d^2 - i_q^2}{i_d^2 + i_q^2}. \quad (21)$$

Полученные выражения могут быть введены в уравнения Кирхгофа при любых законах изменения i_d и i_q . Рассмотрим случай, когда $i_q = i_{q0} = \text{const}$, $i_d = I_m \sin \omega t$.

Это случай поперечного подмагничивания постоянным током. Определим L_d .

Как видно из (16), каждому значению тока соответствует свое значение L_d , т. е.

$$L_d = f(i_0, i). \quad (22)$$

Из (16) можно определить среднее значение $L_{d \text{ ср}}$ при синусоидальном токе с амплитудной I_m :

$$L_{d \text{ ср}} = \frac{1}{\alpha_{\min}} \int_0^{\alpha_{\min}} \left(l_{dd} - \frac{l_0'^2}{l_0} \sin^2 2\alpha_i \right) d\alpha, \quad (23)$$

$$L_{d \text{ ср}} = l_{dd} - \frac{l_{dd} - l_{qq}}{l_{dd} + l_{qq}} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4\alpha_{\min}} \sin 2\alpha_{\min} \right), \quad (24)$$

α_{\min} — минимальное отклонение результирующей м. д. с. по оси d .

Приведенные выражения могут быть использованы для различных конструкций магнитопровода, как для стержневых трансформаторов, так и для реакторов в виде конструкций электрических машин.

В последнем случае наиболее простую магнитную асимметрию можно получить с применением неравномерного зазора между статором и ротором, подобно синхронным явнополюсным машинам.

В заключение следует отметить, что полученные выше выражения для индуктивностей могут быть использованы при нелинейных характеристиках намагничивания магнитопровода. В этом случае индуктивности $l_{dd}=f_2(i_d)$, $l_{qq}=f_3(i_q)$ определяются кривыми намагничивания по осям d и q . l_{dq} также зависит от этих характеристик. Для аналитического решения задачи необходимо по заданным кривым намагничивания найти аналитическую аппроксимацию этих кривых (линейную или нелинейную) и ввести полученные аппроксимирующие функции в вышеприведенные значения индуктивностей.

Грузинский институт энергетики
и гидротехнических сооружений

(Поступило 28.2.1974)

ელექტროტექნიკა

შ. ლუტიძე, ა. ხუნდაძე, გ. ცაგარელი, თ. ლეკიშვილი

ბანივალგუნებთან ელექტრული მანქანების
ინდუქტივობის განსაზღვრების მეთოდი

რ ე ზ ი უ მ ე

შესწავლილია არათანბარდრეჩოიანი ელექტრული მანქანების განივ-
ალგუნების მაგნიტური ველის განტოლებები. მოცემულია ინდუქტივობის
მნიშვნელობები განივი და გრძივი ღერძების მიმართ.

ELECTROTECHNICS

Sh. I. LUTIDZE, A. M. KHUNDADZE, G. G. TSAGARELI, T. G. LEKISHVILI

A METHOD OF INDUCTANCE CALCULATION UNDER ORTHOGONAL EXCITATION OF ELECTRIC MACHINES

Summary

The paper gives the equations of electric machines under orthogonal excitation of the magnetic field. The values of inductances along the lateral and the longitudinal axes have been obtained.

В. П. ҚАШАҚАШВИЛИ, Г. И. ЛОРДКИПАНИДZE,
 Т. Г. ЛЕКИШВИЛИ

ПРИЕМНОЕ УСТРОЙСТВО СИСТЕМ ЦИРКУЛЯРНОГО ЧАСТОТНОГО ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Г. Абелишвили 25.2.1974)

В Советском Союзе разработаны опытные образцы установок нового способа телеуправления — циркулярное частотное телеуправление (ЦЧТУ) [1].

Сигналом управления в ЦЧТУ является напряжение звуковой частоты, которое тем или иным способом накладывается на напряжение промышленной частоты. Этот сигнал распространяется по всей электрической сети и при достаточном его уровне выявляется приемными устройствами, установленными в разных точках сети у потребителей, чем и осуществляется телеуправление.

Система ЦЧТУ содержит три составные части: 1) передающее устройство, где формируется управляемый сигнал, 2) распределительные электрические сети низкого и высокого напряжений, по которым управляемый сигнал распространяется по всем направлениям, 3) приемное устройство, где выделяется управляемый сигнал и отдается команда для выполнения необходимых переключений.

В настоящей статье приведена электрическая схема разработанного нами приемного устройства и изложен принцип его работы. Цель разработки схемы приемного устройства — выделение из сети общего пользования напряжением 220 В и частотой 50 Гц полезного сигнала ЦЧТУ частотой, равной частоте седьмой гармоники напряжения.

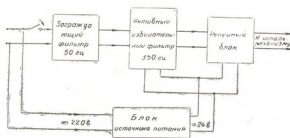


Рис. 1

При прохождении полезного управляемого сигнала ЦЧТУ по распределительным электрическим сетям в результате влияния некоторых элементов сети сигнал претерпевает изменение формы, а также затухает. С другой стороны, наличие в сети высших гармонических составляющих напряжения затрудняет отбор полезного сигнала приемными устройствами. Поэтому приемные устройства ЦЧТУ должны удо-

влетворять трем основным требованиям: высокая чувствительность, быстродействие и помехоустойчивость.

На рис. 1 дана блок-схема разработанного приемного устройства, которое содержит четыре основных блока: фильтр, загоражающий основную гармонику, активный избирательный фильтр 350 Гц, пороговое устройство и блок источника питания.

Принципиальная электрическая схема приемного устройства приведена на рис. 2.

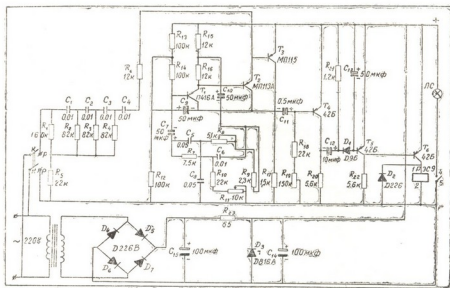


Рис. 2

Блок, подавляющий основную гармонику в приемном устройстве, представляет собой RC -фильтр верхних частот.

Из всего многообразия RC -фильтров для нашего случая наиболее подходящим по характеристикам является фильтр верхних частот, обладающий максимальным затуханием на определенной частоте (в нашем случае 50 Гц) и частично пропускающий верхние частоты.

Входной сигнал подается на вход пассивного фильтра верхних частот, подавляющего основную гармонику и состоящего из трех последовательно соединенных фазосдвигающих цепочек: $C_1 R_2$; $C_2 R_3$; $C_3 R_4$, в сумме сдвигающих фазу части входного сигнала на 180° . Подбором одного из сопротивлений делителя R_1 или R_5 добиваются равенства амплитуд части входного сигнала и части сдвинутого по отношению к нему по фазе на 180° , что обеспечивает на выходе фильтра полное подавление основной гармоники и частичное пропускание верхних частот. Экспериментально исследованная характеристика затухания этого фильтра приведена на рис. 3.

Отфильтрованные от основной гармоники частично подавленные 3-я, 5-я, 7-я и т. д. гармоники через разделительный конденсатор C_4 и резистор R_6 подаются на активный избирательный фильтр. Активный избирательный фильтр составлен из обращенного двойного Т-образного моста и эмиттерного повторителя. Изменением величин сопротивлений резисторов R_8 и R_{11} мост настраивают на резонансную частоту (350 Гц) с необходимой добротностью.

В качестве активного элемента, повышающего добротность резонансного моста, применен унифицированный составной эмиттерный

повторитель с усиленной отрицательной обратной связью, образованной транзисторами T_1, T_2, T_3 .

Входной сигнал с фильтра верхних частот необходимо подать на выход эмиттерного повторителя на резистор R_{17} , но с целью повышения амплитуды его подают на базу транзистора T_3 . В этом случае коэффициент передачи возрастает до 6—10, а полезный сигнал выделяется на сопротивлении резистора R_{17} .

Ввиду того что частота переменного тока в сети может изменяться на $\pm 2\%$ от своего значения, равного 50 Гц, то в пересчете этого изменения на 7-ю гармонику она будет изменяться от 343 до 357 Гц, и с этой целью необходимо получить такое значение добротности фильтра, при котором все эти частоты будут проходить на одном уровне. Эту подстройку осуществляют изменением величины сопротивлений резисторов R_8 и R_{11} .

Экспериментальные исследования характеристики этого активного фильтра приведены на рис. 4.

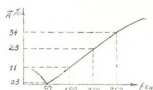


Рис. 3



Рис. 4

Выделенная с выхода избирательного устройства 7-я гармоника будет иметь малое значение амплитуды, и с целью ее повышения необходимо применить усилитель. Поэтому выделенный на сопротивлении R_{17} полезный сигнал через разделительный конденсатор C_{11} поступает на базу усилительного каскада, выполненного на транзисторе T_4 . При этом изменением напряжения смещения на базе транзистора T_4 через резисторы R_{18} и R_{19} можно смещать рабочую точку на характеристике, тем самым меняя коэффициент усиления каскада.

Дальнейшей задачей является построение устройства, реагирующего на превышение амплитуды 7-й гармоники во входном сигнале, что и осуществляется пороговым устройством.

Когда амплитуда сигнала превышает заданный уровень, установленный величиной сопротивления R_{19} , конденсатор C_{13} заряжается до момента открывания транзистора T_5 . При открытом транзисторе T_5 сопротивление перехода база — эмиттер резко уменьшается и в точке (база транзистора T_6) делителя, переход база — эмиттер и резистор R_{22} , резко падает и открывает транзистор T_6 , реле РЭС-9 срабатывает. Диод D_2 , параллельно подключенный к реле, служит для ограничения бросков тока при срабатывании реле. Проградуировав шкалу резистора R_{19} в вольтах, смещением можно задавать уровень, на котором должно срабатывать пороговое устройство.

Блок источника питания состоит из трансформатора $T_{п1}$, выпрямительного моста и стабилитрона D_3 .



Для проверки работоспособности и настройки приемного устройства к зажимам «~220» необходимо подвести напряжение 220 В, тумблер «К—Р» поставить в положение «К».

Для эксплуатации приемного устройства необходимо тумблер «К—Р» перевести в положение «Р» (зажимы «К» свободны). При этом напряжение сети оказывается подведенным как к первичной обмотке трансформатора $T_{\text{п1}}$, так и ко входу схемы. При срабатывании устройства загорается сигнальная лампочка и производится необходимое телеуправление.

Приемное устройство получилось компактным и смонтировано на плате размером 12×23 см. Оно подверглось лабораторным испытаниям и оказалось чувствительным (0,2 В), быстродействующим (порядка 0,2 с) и с хорошей селекцией (± 7 Гц).

ГрузНИИЭГС

(Поступило 28.2.1974)

ელემენტარული

ბ. ჯანაყაშვილი, ბ. ლორთქიფანიძე, თ. ლეკიშვილი

ციკლულარული სიხშირული ტელეგარემოვის სისტემის
მიმღები მოწყობილობა

რეზიუმე

მოცემულია ციკლულარული სიხშირული ტელეგარემოვის სისტემის მიმღები მოწყობილობის ელექტრული სქემა და ახსნილია მისი მუშაობის პრინციპი. მიმღები მოწყობილობა გამოირჩევა კომპაქტურობით, მაღალი მგრძობიარობით, სწრაფმოქმედებით და კარგი სელექციით.

ELECTROTECHNICS

V. P. KASHAKASHVILI, G. I. LORDKIPANIDZE, T. G. LEKISHVILI

A RECEIVER OF CIRCULAR FREQUENCY REMOTE CONTROL SYSTEMS

Summary

The electric diagram of a receiver developed by the authors for a circular frequency remote control system is presented and the principle of its operation described. The receiver is characterized by compactness, high sensitivity, quick operation and good selection.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. И. Буслов, Л. Г. Цыганкова, В. Н. Шестопапов. Установка циркулярного телеуправления для сетей 6—10 кв. Киев, 1969.



АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Т. М. ЧИХЛАДЗЕ

О СТАБИЛИЗАЦИИ ПРОДОЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ
 ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПРИ НАЛИЧИИ
 ЗАПАЗДЫВАНИЯ В УПРАВЛЯЮЩИХ СИЛАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 28.3.1974)

Продольное движение летательного аппарата (ЛА), как известно, можно описать скоростью полета v , углом тангажа Φ , углом атаки α , углом наклона траектории к горизонту Θ и углом отклонения руля высоты δ [1]. Уравнение возмущенного движения ЛА, если за исходное взять горизонтальное движение, имеет вид

$$\begin{aligned} \dot{\alpha} + z_{\alpha} \alpha - \omega &= -z_{\delta} \delta, \\ \dot{\omega} + n_T \omega + n_K \alpha + n_{\alpha} \alpha &= n_{\delta} \delta, \end{aligned} \quad (1)$$

где $\omega = \dot{\Phi}$, а z_{α} , z_{δ} , n_T , n_K , n_{α} и n_{δ} — постоянные. Систему уравнений (1) замкнем уравнением исполнительного органа, не обладающим инерционностью, взятым из [2] в виде

$$W \dot{\delta} + S \delta = f(\sigma, t) \quad (2)$$

где W и S — положительные постоянные, а функция $f(\sigma, t)$ означает нелинейную и нестационарную обобщенную силу, развиваемую исполнительным органом в соответствии со значением суммарного импульс-сигнала

$$\sigma = a\omega - \frac{1}{l} \delta - N \dot{\delta}, \quad (3)$$

который вырабатывается автопилотом [2, 3] (a , l и N — постоянные регулятора автопилота).

Очевидно, что управляющие сила $z_{\delta} \delta$ и момент $n_{\delta} \delta$, входящие в уравнение объекта (1), действуют на последний с некоторым запаздыванием. Поэтому в уравнениях (1, 2) аргумент переменной δ будет равным $t - \tau$, где $\tau > 0$, в то время как у остальных переменных он равен t . В результате получим систему уравнений возмущенного движения ЛА в вертикальной плоскости в виде

$$\begin{aligned} \dot{\alpha}(t) &= -z_{\alpha} \alpha(t) + \omega(t) - z_{\delta} \delta(t - \tau), \\ \dot{\omega}(t) &= N_K \alpha(t) - N_T \omega(t) + N_{\delta} \delta(t - \tau), \\ \dot{\delta}(t) &= -\rho \delta(t) + b f(\sigma, t), \\ \sigma &= a \dot{\omega}(t) - c \delta(t) - d f(\sigma, t), \end{aligned} \quad (4)$$

где $N_K = n_\alpha + n_K z_\alpha$, $N_T = n_T + n_K$, $N_\delta = n_\delta + n_K z_\delta$, $\rho = \frac{S}{W}$, $b = \frac{1}{W}$,
 $c = \frac{1}{l} + \frac{NS}{W}$, $d = \frac{N}{W}$.

Для получения достаточного условия абсолютной устойчивости этой системы пользуемся методом векторной функции Ляпунова применительно к системам с запаздыванием. Следуя процедуре получения условия устойчивости в большом, разработанной в работе [4], заменим систему 3-го порядка (4) с запаздыванием системой $(3+n)$ -го порядка обыкновенных дифференциальных уравнений (где n — целое положительное число) относительно переменных α , ω , δ_0 , δ_1 , δ_2 , ..., δ_n вида

$$\begin{aligned} \dot{\alpha} &= -z_\alpha \alpha + \omega - z_\delta \delta_n, \\ \dot{\omega} &= N_K \alpha - N_T \omega + N_\delta \delta_n, \\ \dot{\delta}_0 &= -\rho \delta_0 + bf(\sigma, t), \\ \dot{\delta}_i &= -\frac{n}{\tau} \delta_i + \frac{n}{\tau} \delta_{i-1} \quad (i=1, 2, 3, \dots, n). \end{aligned} \quad (5)$$

Согласно общей схеме метода векторной функции Ляпунова вместо системы (5) рассмотрим $(n+1)$ подсистему:

$$\begin{cases} \dot{\alpha} = -z_\alpha \alpha + \omega, \\ \dot{\omega} = N_K \alpha - N_T \omega, \\ \dot{\delta}_0 = -\rho \delta_0 + bf(\sigma, t) \end{cases} \quad (0\text{-я подсистема}) \quad (6)$$

и

$$\dot{\delta}_i = -\frac{n}{\tau} \delta_i \quad (i\text{-я подсистема}).$$

Разность правых частей первой подсистемы (6) и соответствующих уравнений системы (5) не превосходит по модулю величины $C |\delta_n|$, где

$$C = \max(z_\delta, N_\delta). \quad (7)$$

Для установления факта устойчивости первой подсистемы в качестве функции Ляпунова возьмем

$$V_0 = \frac{1}{2} (\alpha^2 + \omega^2 + \delta_0^2). \quad (8)$$

Как видно из (8), функция V_0 обладает свойствами

$$C_1 (\alpha^2 + \omega^2 + \delta_0^2) \leq V_0 \leq C_2 (\alpha^2 + \omega^2 + \delta_0^2), \quad (9)$$

$$|\text{grad } V_0| \leq C_3 \sqrt{\alpha^2 + \omega^2 + \delta_0^2},$$

где $C_1 = C_2 = \frac{1}{2}$, $C_3 = 1$. Полная производная этой функции в силу уравнений первой подсистемы (6) имеет вид

$$\dot{V}_0 = -z_\alpha \alpha^2 - N_T \omega^2 - \rho \delta_0^2 + (1 + N_K) \alpha \omega - b \delta_0 f(\sigma, t). \quad (10)$$

Пусть нелинейная функция $f(\sigma, t)$ обладает свойством

$$0 \leq \delta_0 f(\sigma, t) \leq K \delta_0^2, \quad (11)$$

где $K > 0$ — постоянная. Тогда форма (8) обладает свойством

$$\dot{V}_0 \leq -z_\alpha \alpha^2 - N_T \omega^2 - (\rho + bK) \delta_0^2 + (1 + N_K) \alpha \omega. \quad (12)$$

При условии

$$\Delta = 4z_\alpha N_T - (1 + N_K)^2 > 0 \quad (13)$$

правая часть неравенства (12) есть функция определенно-отрицательная и удовлетворяет неравенству

$$\dot{V}_0 \leq -z_\alpha \alpha^2 - N_T \omega^2 - (\rho + bK) \delta_0^2 + (1 + N_K) \alpha \omega \leq -C_4 (\alpha^2 + \omega^2 + \delta_0^2), \quad (14)$$

где

$$C_4 = \min \left[(\rho + bK), \frac{1}{2} (N_T - z_\alpha - \sqrt{(N_T - z_\alpha)^2 - \Delta}) \right]. \quad (15)$$

Тогда первая подсистема (6) асимптотически устойчива в большом. Асимптотическая устойчивость в большом остальных подсистем (6) очевидна.

Как показано в [4], условием экспоненциальной устойчивости в большом систем типа (5) при всех n , а следовательно, и условием асимптотической устойчивости в большом исходных систем с запаздыванием типа (4) при наличии оценок (7), (9), (11), (13) и (14) является выполнение неравенства

$$C < \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \cdot \frac{C_4}{C_3}, \quad (16)$$

которое в данном случае принимает следующий вид:

$$\max(z_\delta, N_\delta) < \min \left[(\rho + bK), \frac{1}{2} (z_\alpha + N_T - \sqrt{(z_\alpha - N_T)^2 + (1 + N_K)^2}) \right]. \quad (17)$$

Неравенство (17) и есть достаточное условие асимптотической устойчивости в большом положения равновесия системы (4).

Университет дружбы народов
им. Патриса Лумумбы

(Поступило 29.3.1974)

ავტომობილის მართვა და გაერთვლილი ბმენია

თ. ჩიხლაძე

მფრინავი აპარატის გასწვრივი მოძრაობის სტაბილიზაციის
შესახებ მმართველ ძალებში დაგვიანების არსებობისას

რ ე ზ ი მ ე

განხილულია მფრინავი აპარატის მოძრაობის ასიმპტოტური მდგრადობისათვის საკმარისი პირობის პოვნის საკითხი მმართველ ძალებში დაგვიანე-

ბის არსებობისას. მიღებულია მფრინავი აპარატის ვერტიკალურ სიბრტყეში აღშფოთებული მოძრაობის მე-3 რიგის განტოლებათა სისტემა მმართველ ძალებში დაგვიანების არსებობისას. ეს სისტემა შეცვლილია $3+n$ რიგის ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემით და ლიაპუნოვის ვექტორული ფუნქციის მეთოდის მეშვეობით. მიღებულია აღშფოთებული მოძრაობის წონასწორობის მდგომარეობის აბსოლუტური მდგომარეობისათვის საჭირო პირობა ალგებრული უტოლობის სახით.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

T. M. CHIKHLADZE

ON THE STABILIZATION OF THE LONGITUDINAL MOTION
OF A FLYING MACHINE WITH DELAY IN CONTROLLING
FORCES

Summary

The system of equations of disturbed motion of a flying machine with delay in the controlling forces is replaced by a system of ordinary differential equations. By the method of Ljapunov's vector-function sufficient conditions for an absolute stability of the equilibrium position of this system are obtained in the form of algebraic inequality.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. С. Шаталов, Ю. И. Топчешв, В. С. Кондратьев. Летательные аппараты как объекты управления. М., 1972.
2. А. М. Летов. Динамика полета и управление. М., 1969.
3. В. А. Боднер. Теория автоматического управления полетом. М., 1964.
4. А. А. Приятковский, Т. М. Чихладзе. Сообщения АН ГССР, 72, № 1, 1973.

Т. К. МАРДАЛИШВИЛИ, Г. С. КИКАВА

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ СКАЛ И ЩЕБНИСТО-ОСЫПНЫХ СКЛОНОВ ВЫСОКОГОРИЙ БАСЕЙНА РЕКИ АРАГВИ

(Представлено академиком Н. Н. Кецохели 10.3.1974)

Растительность скал, осыпей и щебнистых местообитаний, являющихся одним из ведущих элементов природных ландшафтов высокогорий бассейна р. Арагви, хорошо представлена в пределах 1900—3200 м н. у. м. Эти высоты соответствуют верхнелесному, субальпийскому, альпийскому и субнивальному поясам растительности. В пределах указанных высот распределение растений строго подчиняется высотным изменениям, что хорошо выражено в видовых и количественных показателях. По изменениям видового состава представляется возможным составить схему количественных показателей их вертикального и горизонтального распространения. Оптимальная полоса для данного типа местообитаний расположена в пределах 2300—2600 м н. у. моря. Выше 3100—3200 м формирование ценозов усложняется, снижаются количественные показатели и растения представлены единично или незначительными фрагментами среди скально-осыпных ландшафтов, в изученном нами районе часто сложенных вулканическими пеплами и андезито-базальтовыми (реже гранитовыми) каменными россыпями. Андезито-базальтовые россыпи большей частью обладают хорошо развитыми лишайниковыми ценозами из *Rhizocarpon geographicum*, *Gyrophora cylindrica*, *G. deusta*, *Lecanora atra*, *Cetraria islandica*, *C. nivalis*, *C. cucullata*, *Thamnolia vermicularis*, *Aspicilia sp. diversae* и др.

В распределении, формировании и флористическом составе скальной и щебнисто-осыпной растительности в поясе ее оптимального развития ведущую роль играет характер субстрата (подвижность, структура, химизм материнской породы, крутизна склона, экспозиция и т. д.). Субстрат в основном мергелистый, мергелисто-сланцевый с незначительными фрагментами примитивных горно-луговых почв.

На изученной нами территории скальная и щебнисто-осыпная растительность претерпевает разные фазы олуговения — от первичных открытых ценозов до типичных схистогенных лугов. В связи с сильной нагрузкой лугов под выпас скота растительный покров сильно нарушен и во многих местах представлен вторичными щебнисто-осыпными формациями. Вырубка лесов, интенсивный выпас, ранний пригон скота до полной вегетации, оползни — основные факторы, обуславливающие появление вторичных ценозов. В частности, вторичные скальные и щебнисто-осыпные группировки развиваются в верхнелесном и субальпийском поясах, на сильно эродированных местах при постоянном и мощном воздействии пасторального фактора. Бесспорно, что в настоящее время в изученном нами районе существование скальной и щебнисто-осыпной растительности в широком масштабе связано с антропогенными сукцессиями. Из характерных растений вторичных (зооген-

ных) ценозов отмечаются: *Rumex alpinus*, *Cirsium obvallatum*, *C. echinus*, *Euphorbia glaberrima*, *Urtica dioica*, *Galeopsis bifida*, *Cerastium caespitosum*, *Stellaria media*, *Capsella bursa—pastoris*, *Alchimilla sp. diversae* и др. Верхний предел распространения этих видов сопутствует скотопрогону выпасаемых животных.

По данным геоботанических списков, составленных нами на различных субстратах и в условиях различного покрытия растительности в указанном растительном комплексе представлены почти все фитоценоотические группы, встречающиеся выше верхнелесного пояса. Большое разнообразие жизненных условий дает приют видам различного экологического облика — от гигромезофитов (*Swertia iberica*, *Cardamine uliginosa*, *Primula auriculata*) до криофильных (*Alopecurus glacialis*, *Anthemis iberica*, *Antennaria caucasica* и др.). Из-за большой влажности субстрата и высокой относительной влажности воздуха в составе щебнисто-осыпной растительности преобладают мезофиты. Естественно, что по различным экспозициям, материнским породам и крутизне склонов отмечается разница во флористическом составе, но она не столь выражена, как в предгорье или в среднем горном поясе. Для влажных группировок, кроме вышеперечисленных растений, характерны: *Epilobium algidum*, *E. alpestre*, *Carex micropodioides*, *Polygonum carneum*, *Ligularia caucasica*, *L. renifolia*, *Saxifraga pseudolaevis*, *S. sibirica*, *Valeriana alpestris*, *V. saxicola*.

Группировки растительности в основном полидоминантные, реже фрагментарно встречаются и монодоминантные ценозы. Отмечены группировки, где с обилием $Sp^3—Cop^1$ по 9-балльной шкале Друде участвуют: *Dentaria microphylla*, *Veronica schistosa*, *Sibbaldia semiglabra*, *Alchimilla retinervis*, *A. sericea*, *Festuca varia*, *Saxifraga pseudolaevis*, *Corydalis alpestris*, *Potentilla crantzii*, *P. gelida*. Ряд эдификаторов и субэдификаторов высокогорной луговой растительности — *Festuca supina*, *Chaetmelum caasicum*, *Geranium ibericum*, *G. gymnocaulon*, *Veronica gentianoides* и др. также хорошо развиваются на подвижных субстратах, находящихся на разных стадиях олуговения. С поселением луговых растений субстрат задерняется, переходит в неподвижное состояние и принимает облик, характерный для формаций соответствующих высот. Из основных группировок скальной и щебнисто-осыпной растительности отмечаются: мелкотравно-осоковые (*Carex meinshauseniana*), мелкотравно-каменоломковые (*Saxifraga pseudolaevis*), мелкотравно-гераниевые (*Geranium gymnocaulon*), мелкотравно-манжетково-пестроовсяницевые (*Festuca varia* + *Alchimilla retinervis*), мелкотравно-манжетковые (*Alchimilla retinervis*), смешанные мелкотравные (*Alchimilla sericea* + *Potentilla gelida* + *P. crantzii* + *Veronica schistosa* + *Saxifraga moschata* и др.) манжетковые (*Alchimilla retinervis*), пестроовсяницевые (*Festuca varia*), зибальдиевые (*Sibbaldia semiglabra*), бодяковые (*Cirsium pugnax*, *C. balkharicum*). В экстремальных условиях близ предела распространения сомкнутых ценозов, где отливней разрушается дерн, интенсивно развивается монодоминантные микроассоциации из *Sibbaldia semiglabra* и *Alchimilla retinervis* на холодных, влажных субстратах северных и западных экспозиций и из *Festuca varia*

на сравнительно теплых экотопах южных и восточных экспозиций. Как видно, такие фитоценозы образуются без всяких предыдущих ступеней и на высотах выше 2700—2800 м в основном представлены монодоминантными чистыми климаценозами.

На данной территории состав флоры скальной и щебнисто-осыпной растительности представлен приблизительно 250 видами цветковых растений, но наиболее типичными можно считать следующие: *Achillea ptarmicifolia*, *Aetheopappus caucasicus*, *Agropyron buschianum*, *Alchimilla glabricaulis*, *A. laeta*, *A. sericata*, *A. sericea*, *A. stellulata*, *Alopecurus glacialis*, *Anthemis iberica*, *A. sosnowskyana*, *Antennaria caucasica*, *Androsace barbulata*, *Asperula albovii*, *A. cristata*, *Astragalus kazbeki*, *Campanula hypopolia*, *C. petrophila*, *C. sarmatica*, *C. saxifraga*, *Carex oreophila*, *Cerastium kasbek*, *C. multiflorum*, *Chaerophyllum humile*, *Chamaenerion caucasicum*, *Cicerbita racemosa*, *Cirsium balkharicum*, *Colpodium variegatum*, *Corydalis alpestris*, *Cystopteris regia*, *Dentaria microphylla*, *Draba bryoides*, *D. hypsida*, *D. siliquosa*, *D. supranivalis*, *Dryas caucasica*, *Epilobium algidum*, *E. alpestre*, *Heracleum roseum*, *Jurinea filicifolia*, *Jurinella depressa*, *Lamium tomentosum*, *Ligularia caucasica*, *L. renifolia*, *Minuartia biebersteinii*, *M. imbricata*, *M. inamoena*, *M. ruprechtiana*, *M. verna*, *Nepeta supina*, *Omphalodes rupestris*, *Oxyria elatior*, *Pentantherum balanse*, *Petasites fomini*, *Phrine huetii*, *Plantago saxatilis*, *Potentilla gelida*, *P. crantzii*, *Pseudovesicaria digitata*, *Pyrethrum chiliophyllum*, *Ranunculus lojkae*, *Rhamnus depressa*, *Rumex scutatus*, *Saxifraga adscendes*, *S. flagellaris*, *S. juniperifolia*, *S. kolenatiana*, *S. moschata*, *S. pseudolaevis*, *S. sibirica*, *Scrophularia olympica*, *Senecio sosnowskyi*, *Silene lacera*, *S. pygmaea*, *Symphyloma graveolens*, *Thlaspi pumilum*, *Tripleurosperum subnivale*, *Trisetum teberdense*, *Valeriana alpestris*, *V. saxicola*, *Veronica minuta*, *V. petraea*, *V. schistosa*, *Viola caucasica*.

Из общего количества более или менее типичных видов в комплексе скальной и щебнисто-осыпной флоры 44 (52%) — эндемы Кавказа, 5 (6%) — эндемы Грузии, остальные виды относятся к переднеазиатско-кавказским, средиземноморским и палеарктическим типам ареалов. Среди наиболее редких эндемов заслуживают внимания *Pseudovesicaria digitata*, *Symphyloma graveolens*, *Ranunculus lojkae*, *Petasites fomini*, *Minuartia ruprechtiana*, *Dentaria microphylla*, *Veronica schistosa*, *Campanula hypopolia*, *C. sarmatica*, *Silene pygmaea* и др.

Наши данные включают скальную и щебнисто-осыпную флору не только для субниваального пояса, относительно которого уже давно установлен максимальный процент эндемиков Кавказа. Из приводимого нами схематического флористического анализа также видно, что скальный и щебнисто-осыпный комплекс флоры высокогорий бассейна р. Арагви тесно связан с Кавказском и в общих чертах имеет много общего с высокогорными другими районами Кавказа ([1—4] и др.).

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники

(Поступило 14.3.1974)

თ. მარდალეიშვილი, გ. კიკავა

 მდინარე არაგვის აუზის მთამალაღის კლდის და
 ნაშალ-ლორლიანის მცენარეულობა

რეზიუმე

არაგვის აუზის მაღალ ჰიფსომეტრიულ ნაწილში (1900—3200 მ ზ. დ.) სუკცესიის სხვადასხვა საფეხურზე შესწავლილი იყო კლდის და ნაშალ-ლორლიანის მცენარეულობა. დადგინდა ფლორის ძირითადი ბირთვი, ძირითადი ასოციაციები და სინგენეზისის ზოგიერთი მომენტი. დამახასიათებელ სახეობებზე დაყრდნობით გამოიყო ცალკეული ეკო-ცენოზური ვარიანტი.

ნაშრომში აღნიშნულია, რომ მოცემული ტერიტორიის ფიტოლანდშაფტში აღნიშნული მცენარეულობის კომპლექსის ესოდენ დიდი მასშტაბით არსებობა ანთროპოგენურ სუკცესიებთანაა დაკავშირებული. კერძოდ, კლდის და ნაშალ-ლორლიანი მცენარეულობის მეორადი ცენოზები ვითარდებიან ძლიერ ეროზირებულ ადგილებზე, პასტორალური ფაქტორის მძლავრი მოქმედებისას.

BOTANY

T. K. MARDALEISHVILI, G. S. KIKAVA

 VEGETATION OF ROCKS AND DEBRIS-AND-TALUS HILLSIDES
 OF THE HIGHLANDS OF THE ARAGVI RIVER BASIN

Summary

Rock- and rock debris-and-talus plant groupings growing in the upper reaches of the Aragvi river basin on different substrates and under conditions of various degrees of covering are described. Vertical limits of this vegetation complex are indicated and eco-coenotic variants determined. It is shown that large-scale development of rock- and rock-and-talus vegetation in the given area, especially in the upper-mountainous-forest and subalpine belts is due to the intensive and long-term action of man. Secondary rock- and rock debris-and-talus plant groupings develop, in particular, in heavily eroded places under a constant and powerful influence of the pastoral factor. A list of the characteristic zoogenous cenoses are listed and the nucleus of the flora is presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. К. Макагьян. Этапы развития высокогорных лугов Закавказья. Ереван, 1947.
2. А. Л. Харадзе. Зам. по сист. и геогр. раст., вып. 25, 1965.
3. А. Г. Долуханов. Бот. ж., т. 54, № 11, 1969.
4. Л. С. Хинтибидзе. Зам. по сист. и геогр. раст., вып. 30, 1973.



И. И. ТУМАДЖАНОВ, Р. К. БЕРИДЗЕ, А. И. ПОГОСЯН

О 48-ХРОМОСОМНОМ ЦИТОТИПЕ ПОЛИПЛОИДНОГО
 КОМПЛЕКСА *VERONICA GENTIANOIDES* VAHL
 С МАЛОГО КАВКАЗА

(Представлено академиком Н. Н. Кецихели 18.2.1974)

Как известно, *Veronica gentianoides* Vahl впервые была описана Маргином Валем [1] в 1790 г. по материалам из Малой Азии (Каппадокии). В 1797 г. Вильденов со ссылкой на Валя привел этот вид в *Species plantarum* [2] с указанием на произрастание в Каппадокии и Армении. Последующие исследования показали большую полиморфность этого вида и широкое его распространение не только в Малой Азии, но и по всему Кавказу, а также изолированно и в горах Крыма.

В результате обширных комплексных исследований природных популяций, осуществленных нами в последние годы, все разнообразие форм, объединенных в этом виде, плохо поддающимся изучению обычными методами систематики, рассматривается ныне как сложный полиплоидный комплекс [3]. Установлено также, что в различных частях общего ареала полиплоидизация протекала вполне автономно, различными путями и естественно привела к различным конечным результатам [4].

Это прежде всего находит свое выражение в господстве в малоазиатской части ареала особого полиплоидного цитотипа высокогорной вероники с $2n=48$, распространенной в горах Малого Кавказа.

В настоящей статье мы приводим новые фактические данные сравнительно карноморфологического изучения этого цитотипа и распространенной в среднегорно-лесной зоне более влажных районов Малого Кавказа диплоидной вероники с $2n=24$.

Исследование мейоза у растений цитотипа с $2n=48$ из различных популяций показало сбалансированность всех фаз мейоза, при котором в метафазе I образуются только биваленты, расхождение хромосом в анафазе абсолютно синхронно, тетрады развиваются нормально и пыльца полностью фертильна. Как известно, подобное течение мейоза у полиплоидов является показателем полной уравниваемости организма, которая обычно сопутствует амфидиплоидии. В этой связи уместно подчеркнуть, что многие исследователи также приходят к выводу о большом значении амфидиплоидии в происхождении естественных полиплоидов для ряда таксонов флоры Европейских Альп [5].

Другим важным обстоятельством для установления природы данного цитотипа является сравнительное морфологическое изучение карготипа. В первую очередь подобное сравнение необходимо было осуществить с карготипом среднегорно-лесной вероники с $2n=24$. Для этой цели были выбраны растения из наиболее близких к высокогорьям Малого Кавказа лесных районов, в которых сохранились отдельные по-

пуляции диплоидной вероники (Хуло, Сакочави). Результаты анализа кариотипов показаны на рис. 1, 2, где приводятся хромосомы в метафазной пластинке и даны кариограммы в гаплоидном наборе.

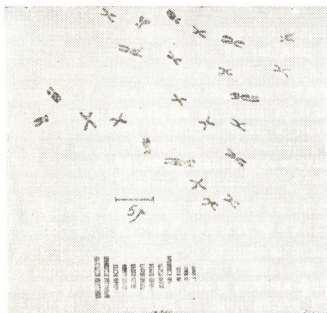


Рис. 1. Метафазная пластинка и кариограмма диплоидной вероники

Сравнительный кариоморфологический анализ этих двух цитотипов приведен в таблице.



Рис. 2. Метафазная пластинка и кариограмма гексаплоидной вероники

Таким образом, эти два цитотипа обнаруживают существенные расхождения по всем группам хромосом. Отсюда следует неизбежный вывод, что кариотип 48-хромосомной вероники Малого Кавказа не может быть непосредственно выведен из кариотипа 24-хромосомной вероники, хотя практически полиплоидизацию последней нельзя отрицать и для Малого Кавказа, особенно там, где он достигает субальпийского пояса гор.

Очевидно, 48-хромосомный высокогорный цитотип представляет собой результат аллополиплоидии. Происхождение его мы связываем с

древней полиплоидизацией на основе анцестральных предковых форм с основным числом $x=8$. Таким образом, подтверждаются данные Хубер [6] и Дарлингтона [7] о гексаплоидности высокогорной вероники малоазийского типа.

Группы хромосом	Цитотип	Количество хромосом	Размер, мк
Крупные метацентрические	$2n=24$	2	5,5
	$2n=48$	5	4,5
Средние метацентрические	$2n=24$	6	3,5
	$2n=48$	7	2,5
Крупные субметацентрические	$2n=24$	1	4
	$2n=48$	4	3
Короткие субметацентрические	$2n=24$	3	2
	$2n=48$	8	1,8

О древности происхождения этого цитотипа свидетельствует и характер его распространения. Дело в том, что в Южном Закавказье, как и по всей внутренней Малой Азии, ареал *Veronica gentianoides*, по существу, состоит из ряда изолированных островов. Здесь более или менее обширные популяции, состоящие исключительно из гексаплоидной вероники с очень редкой примесью древнего тетраплоида с $2n=32$ как бы «насажены» на отдельные вершины гор, нижние пояса которых до 2000—2200 м н. у. м. заняты степной и полупустынной растительностью. Таковы, например, вулканическая вершина Арагаца в южной Армении, Арарат, Бингельдаг, Сунхан, Немруд и др. на примыкающих территориях Восточной Анатолии (Каппадокии), а также самое западное в Малой Азии оторванное от общего ареала изолированное нахождение этого растения на северных склонах Уллудага (Вифинского Олимпа), описанное недавно Квезелем и турецким ботаником Памурчуоглу [8].

Учитывая палеогеографию вулканического Южного Закавказья и восточной части Малой Азии, время расселения здесь *V. gentianoides*, как и сам процесс полиплоидизации, следует признать очень древним. Зарождение этого процесса относится к верхнему плиоцену, когда и началось формирование современного высокогорного рельефа Малой Азии и, следовательно, происходило постепенное смещение ареала полиплоидной вероники в более высокие лучше увлажняемые пояса вздымающихся гор, подножия и склоны которых занимала степная и полупустынная растительность. Длительное действие стабилизирующего отбора в условиях континентального высокогорного климата привело к выработке узколистного малоазийского экотипа гексаплоидной вероники, послужившей «типом» для первоописания *Veronica gentianoides* Vahl.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт ботаники

Академия наук Армянской ССР
 Ботанический институт

(Поступило 22.2.1974)

ი. თუმაჯანოვი, რ. ბერიძე, ა. პოგოსიანი

VERONICA GENTIANOIDES VAHL კოლიპლოიდური
 კომპლექსის 48-ქრომოსომიანი მცირე-კავკასიონის
 ციტოტიპის შესახებ

რეზიუმე

შრომში მოცემულია *V. gentianoides* Vahl პოლიპლოიდური კომპლექსის მცირე აზიასა და სამხრეთ ამიერკავკასიის მაღალ მთაში გავრცელებული 48-ქრომოსომიანი ციტოტიპის შედარებითი ციტოლოგიური გამოკვლევის შედეგები.

დადგენილია ნორმული მეიოზი და მიკროსპოროგენეზი, ხოლო ამ ციტოტიპის და 24-ქრომოსომიანი ($x=12$) დიპლოიდის კარიოგრამების შედარების საფუძველზე — მათ შორის მკვეთრი სხვაობა.

გამოტანილია დასკვნა, რომ 48-ქრომოსომიანი ციტოტიპი უძველეს წინაპართან ($x=8$) ალოპოლიპლოიდის გზით წარმოშობილი ჰქვასპლოიდი.

BOTANY

I. I. TUMAJANOV, R. K. BERIDZE, A. I. POGOSYAN

ON THE 48 CHROMOSOMAL CYTOTYPE OF THE POLYPLOID
 COMPLEX *VERONICA GENTIANOIDES* VAHL IN THE
 LESSER CAUCASUS

Summary

The results of a comparative cytological investigation of the 48 chromosomal cytotype belonging to the polyploid complex of speedwell, *Veronica gentianoides* and distributed in the high mountains of Asia Minor and Southern Transcaucasus are presented.

The correct development of all the stages of meiosis and microsporogenesis has been established for this cytotype.

A comparison of caryograms with the diploid speedwells ($2n=24$; $x=12$) points to a substantial difference. The 48 chromosomal cytotype is assumed to be an allopolyploid hexaploid speedwell originated from ancient diploid forms with the basic number $x=8$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Vahl. *Symbolae botanicae etc.*, 1790.
2. C. L. Willdenow. *Species plantarum* 1. 1797. Linn. ed. Willd. 1.
3. И. И. Тумаджанов и Р. К. Беридзе. *Бот. ж.*, т. 54, 11, 1969.
4. И. И. Тумаджанов, Р. К. Беридзе, А. И. Погосян. *Бот. ж.*, т. 57, 12, 1972.
5. C. Favarger. *Biol. Rev. Cambridge. Phil. Soc.*, 42, 2, 1967.
6. E. Huber. *Jahrb. Wissenschaft. Botanic*, H. 3, 1927.
7. C. Darlington, C. Wylie. *Chromosome Atlas of Flowering Plants*, 1955.
8. P. Quesel, A. Pamurcuoglu. *Israel Journal of Botany*, v. 13, No. 2-3, 1970.



ა. ბრეგვაძე

1. ზოგიერთი მარადმწვანე მცენარის ფოთლების სუნთქვის ინტენსივობის ცვალებადობა გადაჯამირებასთან დაკავშირებით

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ვ. ვულისაშვილმა 4.4.1974)

სუნთქვა მცენარულ ორგანიზმში მიმდინარე ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი და რთული ფიზიოლოგიური პროცესია. იგი განსაზღვრავს ორგანიზმში მიმდინარე სხვა სასიცოცხლო პროცესთა მსვლელობის ხასიათს და განაპირობებს ორგანიზმის საერთო მდგომარეობას. თავის მხრივ სუნთქვის ინტენსივობა დამოკიდებულია მცენარის საერთო მდგომარეობაზე და სხვადასხვა ფიზიოლოგიურ პროცესზე — მაგალითად, ფოტოსინთეზის ინტენსივობაზე, წყალშემკვებობის დონეზე, ფერმენტთა აქტივობასა და ხარისხზე და სხვა. სუნთქვის ინტენსივობაზე დიდ გავლენას ახდენს გარემო პირობების ცვალებადობა, განსაკუთრებით ტემპერატურა. სუნთქვის ინტენსივობა გამოხატავს მცენარის ფიზიოლოგიური აქტივობის საერთო დონეს, ამიტომ, დიდი მნიშვნელობა აქვს ამ მოვლენის შესწავლას გარემო პირობებთან კავშირში. კერძოდ, ტემპერატურული რეჟიმის ცვლასთან დაკავშირებით. ეს საშუალებას მოგვცემს დავადგინოთ მცენარის საერთო აქტივობის დონე ამა თუ იმ გარემო პირობებში.

გარემო პირობებთან დაკავშირებით მცენარეთა სუნთქვის ინტენსივობას მრავალი მკვლევარი სწავლობდა. ზოგი მათგანი ტემპერატურის დაცემისას სუნთქვის ინტენსივობის შემცირებაზე მიუთითებს [1—4], ზამთარში ტემპერატურის მომატებისას აღინიშნება სუნთქვის ინტენსივობის გაძლიერება [3, 4].

ინტენსიური ზრდის პერიოდში მცენარე სუნთქვის მაღალი ენერგიით ხასიათდება, ქსოვილების დაბერებასა და გამერქნებასთან ერთად სუნთქვის ინტენსივობა სუსტდება, მინიმალურ დონეს ზამთარში აღწევს [5—7].

ყინვაგამძლეობის ერთ-ერთ დამახასიათებელ თვისებად, სხვა ფიზიოლოგიურ მაჩვენებლებთან ერთად, სუნთქვის ინტენსივობის დონე მიაჩნიათ [2, 3].

ჩვენს შრომაში განილულია სუნთქვის ინტენსივობის ცვალებადობა დაფხვისებრთა ოჯახის ზოგიერთი მარადმწვანე სახეობის მცენარეთა ფოთლებში. საცდელ ობიექტებად ავიღეთ ჩვეულებრივი ლინდერა (*Lindera communis* Thunb.), ქაფურის ხე (*Cinnamomum camphora* (L.) Nees et Eber.), იაპონური დარიჩინი (*Cinnamomum japonicum* Sieb.), ლურჯის დარიჩინი (*Cinnamomum loureirii* Nees.), თუნბერგის მახილუსი (*Machilus thunbergii* Sieb. et. Zuce.). ჩვენს პირობებში ჩვეულებრივი ლინდერა და ქაფურის ხე წაკლებ ყინვაგამძლეა.

სუნთქვის ინტენსივობას ვსაზღვრავდით ვარბურგის მანომეტრული მეთოდით. ცდის შედეგები დამუშავებულია სტატისტიკურად [8] და მოცემულია ცხრილში.

აღმოჩნდა, რომ ზაფხულში საცდელი მცენარეების ფოთლები სუნთქვის მაღალი ინტენსივობით ხასიათდება. ივლისში, ინტენსიური ზრდის პერიოდში, შედარებით მაღალი მაჩვენებლებით გამოირჩევა ჩვეულებრივი ლინდერა (1,33) და ქაფურის ხე (1,08). შემოდგომა-ზამთრისათვის სუნთქვის ინტენსი-

ვობა თანდათან კლებულობს და მინიმალურ დონეს (0,38; 0,37) ზამთრის ყველაზე ცივ პერიოდში, იანვარში აღწევს. გაზაფხულზე მოსვენების მდგომარეობიდან გამოსვლასთან დაკავშირებით სუნთქვის ინტენსივობა კვლავ ძლიერდება.

სუნთქვის ინტენსივობის ცვალებადობა (მგ O₂ 1 გ მშრალ ნივთიერებაზე)

თ ვ ე	ჩვეულებრივი ლინდერა	ქაფურის ხე	იაპონური დარიჩინი	ლოურერის დარიჩინი	მახილუსი
ივლისი	1,33±0,04	1,08±0,02	0,68±0,02	0,76±0,03	0,75±0,02
აგვისტო	0,86±0,03	0,73±0,01	0,39±0,02	0,46±0	0,80±0,02
ოქტომბერი	0,71±0,02	0,47±0,01	0,23±0,01	0,37±0,01	0,43±0,01
დეკემბერი	0,69±0,01	0,53±0	0,33±0,02	0,49±0	0,52±0,02
იანვარი	0,38±0,03	0,37±0,02	0,13±0	0,32±0	0,29±0,01
თებერვალი	0,44±0,02	0,48±0,03	0,22±0,01	0,38±0,01	0,45±0,03
მარტი	0,40±0,02	0,55±0,01	0,29±0	0,29±0,01	0,54±0,01
აპრილი	0,80±0,02	0,68±0,01	0,40±0,01	0,58±0,02	0,63±0,03

ანალოგიური სურათია შედარებით გამძლე მცენარეების — იაპონური დარიჩინის, ლოურერის დარიჩინისა და თუნბერგის მახილუსის მონაცემების განხილვისას. მხოლოდ ამ მცენარეთა სუნთქვის ინტენსივობის აბსოლუტური მაჩვენებლები როგორც ზაფხულში, ისე ზამთარში, შედარებით დაბალია. საცდელ მცენარეებს შორის სუნთქვის ნაკლები ინტენსივობით გამოირჩევა ყველაზე მეტად ყინვაგამძლე იაპონური დარიჩინი. აღსანიშნავია აგრეთვე ისიც, რომ უკანასკნელში დიდია სუნთქვის ინტენსივობის შემცირების ხარისხი — ამპლიტუდა, ზამთარში (იანვარში) ხუთჯერ ნაკლებია, ვიდრე ზაფხულში (ივნისში). სხვა მცენარეების შემთხვევაში კი სუნთქვის ინტენსივობა მხოლოდ სამჯერ მცირდება.

იანვრის თვის (ჰაერის ტემპერატურა — მინუს 2°) მონაცემების განხილვისას ირკვევა, რომ ნაკლებგამძლე მცენარეები — ჩვეულებრივი ლინდერა და ქაფურის ხე — ხასიათდება სუნთქვის მაღალი ინტენსივობით (0,38—0,37), მაშინ როცა გამძლე იაპონური დარიჩინისა და თუნბერგის მახილუსის სუნთქვის ინტენსივობა მხოლოდ 0,13—0,29 მგ O₂-ია.

მიღებული მონაცემები გვაფიქრებინებს, რომ ზამთრის პერიოდში სუნთქვის მაღალი ინტენსივობა შეიძლება ჩაითვალოს მცენარის დაბალი ყინვაგამძლეობის დამახასიათებელ ნიშნად. საგულისხმოა სუნთქვის ინტენსივობის შემცირების ხარისხიც, რასაც გარკვეული მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს მცენარეთა ყინვაგამძლეობისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ბათუმის ბოტანიკური ბაღი

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. А. БРЕГВАДЗЕ

ДЫХАНИЕ ЛИСТЬЕВ НЕКОТОРЫХ ВЕЧНОЗЕЛЕННЫХ РАСТЕНИЙ
В СВЯЗИ С ЗИМОСТОЙКОСТЬЮ

Резюме

Интенсивность дыхания листьев интродуцированных вечнозеленых растений из семейства лавровых: линдеры обыкновенной, коричника камфорного, коричника японского, коричника Лоурера и махла Тунберга, произрастающих в условиях Черноморского побережья (Батуми), определялась манометрическим методом Варбурга.

В период вегетации подопытные растения характеризуются высокой интенсивностью дыхания. В осенне-зимний период дыхание уменьшается. В январе сравнительно повышенной интенсивностью дыхания выделяются менее устойчивые виды: коричник камфорный и линдера обыкновенная.

Повышенную интенсивность дыхания можно считать признаком низкой морозостойкости растений.

PLANT PHYSIOLOGY

M. A. BREGVADZE

RESPIRATION OF LEAVES OF SOME EVERGREEN PLANTS
IN RELATION TO THEIR WINTER-HARDINESS

Summary

The intensity of respiration was determined by the manometric method of Warburg in the leaves of introduced evergreen plants of the *Lauraceae* family growing on the Black Sea shore near Batumi: *Machilus thunbergii* S. et Z., *Cinnamomum loureri* Nees., *Cinnamomum japonicum* Sieb., *Cinnamomum camphora* (L) Nees et Eberm., *Lindera communis* Thunb.

The period of vegetation of the experimental plants is characterized by a high intensity of respiration, but in the autumn-winter season the intensity of respiration decreases.

In January a comparatively heightened intensity of respiration was found in species that are not very winter-hardy: *Cinnamomum camphora* and *Lindera communis* L.

It may be assumed that a high intensity of respiration is a characteristic feature of plants of low winter-hardiness.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Максимов. Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений. М., 1952.
2. П. А. Генкель и Е. З. Окнина. Состояние покоя и морозоустойчивость плодовых растений. М., 1964.

3. И. Н. Моисеев. Сб. «Физиология устойчивости растений». М., 1960.
4. З. Г. Ракигина. Сб. «Физиология устойчивости растений», М., 1960.
5. Л. И. Сергеев, К. А. Сергеева, В. К. Мельников. Морфофизиологическая периодичность и зимостойкость древесных растений. Уфа, 1961.
6. Т. С. Сулакадзе. Физиологические основы морозоустойчивости цитрусовых растений. Тбилиси, 1967.
7. К. С. Погосян. ДАН АрмССР. Ереван, 1967.
8. Г. Ф. Лакин. Биометрия. М., 1968.



БИОФИЗИКА

Е. В. БУТ, К. М. КОЛХИДАШВИЛИ, К. Р. ДЖУЛАКИДЗЕ,
 М. М. ЗААЛИШВИЛИ

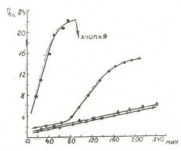
ИЗУЧЕНИЕ ТОРМОЖЕНИЯ ПРОЦЕССА ПОЛИМЕРИЗАЦИИ
 АКТИНА НАТИВНЫМ ТРОПОМИОЗИНОМ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 1.5.1974)

В последнее время исследователи все больше склоняются к мысли, что тропомиозин в мышце располагается в канавках двойной спирали Ф-актина [1—3]. В физиологических условиях тропомиозин находится в форме нативного тропомиозина, т. е. комплекса с тропонином. Длина отдельной актиновой нити в мышце лежит в пределах от 1 до 1,3 мк. *In vitro* получают спирали различной длины, в 2,3 раза превосходящие длину Ф-актина в мышце. В развивающейся мышце, видимо, происходит кодирование длины. Существуют предположения, что определенную роль при этом играет тропомиозин с тропонином [3]. Изменение свойств фибриллярного актина в процессе онтогенеза тоже приписывают взаимодействию актина с минорными белками миофибрилл [4].

Имеются данные о взаимодействии Ф-актина с тропомиозином и тропонином [5—7], при этом из очищенных друг от друга тропомина и тропомиозина реконструируется «нативный» тропомиозин. Многие исследователи изучали влияние тропомиозина Бейли на процесс полимеризации Г-актина [1, 8]. Представляет определенный интерес взаимодействие актина с нативным тропомиозином, выделенным непосредственно из мышцы в виде комплекса тропомина с тропомиозином. Нами показано, что нативный тропомиозин замедляет переход глобулярного актина в фибриллярный [9].

Рис. 1. Конкурентное воздействие нативного тропомиозина и α -актина на полимеризацию Г-актина в 0,1 М КСl при 25°C. 20mM трис-НСl рН 7,5, концентрация актина 0,3 мг/мл. Полимеризация: ●—Г-актина; ▲—Г-актина в присутствии: ▲—10% НТ (нативного тропомиозина); ■—5% α -актина; Х—10% НТ и 5% α -актина одновременно



В настоящей работе мы исследовали полимеризацию Г-актина в присутствии различных количеств нативного тропомиозина, влияние ионов Mg^{++} и ионной силы на этот процесс. Все эксперименты проводили на вискозиметрах со временем истечения буфера не более 100 сек и при концентрации актина не больше 0,05%. Концентрацию белков определяли по методу микробюрета. Актин и нативный тропомиозин получали по методикам, описанным ранее [9].

На рис. 1 изображено конкурентное воздействие α -актинина и нативного тропомиозина на полимеризацию Г-актина при 25°C. В то время как нативный тропомиозин затормаживает процесс полимеризации Г-актина, α -актинин ускоряет его. Однако при определенном соотношении нативного тропомиозина и α -актинина ускоряющее действие α -актинина на процесс полимеризации полностью снимается. Система актин + нативный тропомиозин + α -актинин ведет себя подобно системе актин + нативный тропомиозин.

Необходимо отметить, что при 20°C процесс полимеризации Г-актина, иницированный KCl, сильно затормаживается нативным тропомиозином, хотя спустя 10—14 часов вязкость достигает значения, полученного для актина, полимеризованного в отсутствие нативного тропомиозина.

Переход глобулярного актина в фибриллярный при 36°C ускорен по сравнению с полимеризацией актина при 20°C. В этом случае процесс Г—Ф-перехода в присутствии нативного тропомиозина удается проследить до конца (рис. 2).

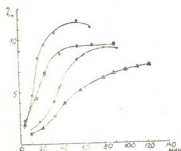


Рис. 2. Процесс торможения Г—Ф-перехода нативным тропомиозином в 0,1 М KCl при 36°C, 50mM трис-HCl, pH 7,5, концентрация актина 0,5 мг/мл. Полимеризация: —●—●— Г-актина; Г-актина в присутствии: —■—■— 2,5% НТ; —X—X— 5% НТ; —▲—▲— 20% НТ

Так как в мышце важную роль играют ионы Mg^{++} , то мы исследовали влияние ионов Mg^{++} на процесс торможения Г—Ф-перехода актина нативным тропомиозином. Измерения проводили при 20°C. Когда полимеризация иницировалась совместно 0,1 М KCl и 10^{-3} М $MgCl_2$, замедляющее действие нативного тропомиозина на полимеризацию актина несколько ослаблялось (рис. 3). Совершенно иной ха-

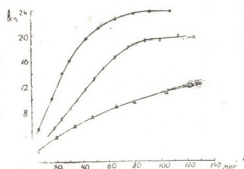


Рис. 3. Влияние нативного тропомиозина на Г—Ф-переход в 10^{-3} М $MgCl_2$ и 0,1 М KCl при 20°C, концентрация актина 0,5 мг/мл. Полимеризация: —●— Г-актина; Г-актина в присутствии: —X—X—X— 5% НТ; —▲—▲— 20% НТ

актер имеет воздействие нативного тропомиозина на полимеризацию Г-актина, иницируемую ионами Mg^{++} (рис.4). В этом случае последовательное добавление возрастающих количеств нативного тропомиозина к Г-актину вызывает ускорение полимеризации актина, т. е. в присутствии только ионов Mg^{++} нативный тропомиозин оказывает на полимеризацию ускоряющее действие.

По теории Оосава и Касаи [10], процесс полимеризации состоит из периода образования димеров и тримеров Г-актина, так называемого зародышеобразования, и роста — стадии довольно быстрого

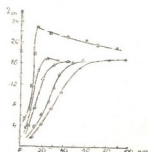
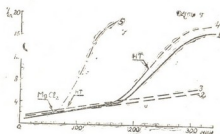


Рис. 4. Ускорение Г—Ф-перехода, инициированного 1mM $MgCl_2$ нативным тропомиозином. Условия те же, что на рис. 3. Полимеризация: — \odot — Г-актина; Δ — 5% HT; \blacktriangle — 10% HT; X — 15% HT \blacksquare — 25% HT

фибриллообразования. Чтобы выяснить, на какой стадии проявляет свое влияние нативный тропомиозин, мы добавляли его к актину на разных стадиях процесса полимеризации: до инициирования полимеризации, приблизительно в середине лаг-периода и в середине процесса роста (рис. 5). Оказалось, что присутствие нативного тропомиозина

Рис. 5. Влияние нативного тропомиозина, добавленного на разных стадиях Г—Ф-перехода, на полимеризацию Г-актина в 0,1 М KCl при 25°C, 20mM трис-HCl, pH 7,5, концентрация актина 0,3 мг/мл. Сплошной линией обозначен процесс Г—Ф-перехода без добавления нативного тропомиозина, пунктирной — с добавлением HT. Кривая 1 — Г—Ф-переход актина, 2 — торможение Г—Ф-перехода 10% HT, добавленного до инициирования полимеризации, 3 — 10% HT, добавленного в середине лаг-периода, 4 — 10% HT, добавленного в середине процесса роста фибрилла, 5 — торможение полимеризации Г-актина нативным тропомиозином снимается 1mM $MgCl_2$



до инициирования полимеризации необязательно. Для эффекта торможения полимеризации важно, чтобы нативный тропомиозин находился в системе незадолго до начала процесса роста. Добавление ионов Mg^{++} моментально снимает тормозящее действие нативного тропомиозина.

Изучение влияния различной ионной силы (0,05—0,6 М KCl) показало, что при 0,1 М KCl тормозящее действие нативного тропомиозина на процесс полимеризации актина проявляется наилучшим образом. Как видно, биологической активностью нативного тропомиозина является не только наделение «нечувствительного» актомиозина чувствительностью к ионам Ca^{++} , но и участие в регулировании роста тонких филаментов.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии

(Поступило 1.3.1974)

ბ. ზუბი, ძ. კოლხიდაშვილი, კ. ჯულაკიძე, მ. ჯაალიშვილი

ნატიური ტროპომიოზინის მიერ აქტინის პოლიმერიზაციის
 პროცესის დამუხრუშების შესწავლა

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ KCl-ით ინიცირებული გ-აქტინის პოლიმერიზაციის პროცესზე ნატიური ტროპომიოზინის დამუხრუშებელი გავლენა სუსტდება Mg^{++} თანამყოფობისას. თუ სისტემა შეიცავს მარტო Mg^{++} იონებს, მაშინ ნატიური ტროპომიოზინი აჩქარებს გ-აქტინის პოლიმერიზაციას.

აღმოჩნდა, რომ 0,1 მოლ. KCl-ში გ-აქტინის პოლიმერიზაციის დასამუხრუშებლად ნატიური ტროპომიოზინის თანამყოფობა გ—ფ გადასვლის ინიცირებამდე არ არის აუცილებელი, ვინაიდან მისი მოქმედება ვლინდება არა პოლიმერიზაციის საწყის პროცესზე, რომელსაც პირობითად „ჩანასახწარმოქმნა“ ვუწოდეთ, არამედ ფიბრილების წარმოქმნაზე.

BIOPHYSICS

E. V. BUT, K. M. KOLKHIDASHVILI, K. R. JULAKIDZE, M. M. ZAALISHVILI

A STUDY OF THE INHIBITORY ACTION OF NATIVE
 TROPOMYOSIN ON THE POLYMERIZATION OF ACTIN

Summary

It is shown that Mg^{++} ions decrease the inhibitory action of native tropomyosin on the G-F transition in the presence of 0.1 M KCl. Only Mg^{++} ions accelerate the polymerization of actin in the presence of N. T.

N. T. proved to have no effect on nucleof ormation, but it does act on the growth of fibrils.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. Drabikowski, E. Nowak. Eur. J. Biochem., 5, 3, 1968.
2. S. Ebashi. Nature, 5, 24, 1972.
3. Дж. Бендол. Мышцы, молекулы и движение. М., 1970.
4. Г. П. Пинаев, С. Ю. Хайтлина. «Биофизические основы и регуляция процесса мышечного сокращения». (Материалы симпозиума). Пушкино-на Оке, 1972.
5. K. Mihashi. J. Biochem., 71, 1, 1972.
6. S. Ebashi, A. Kodama. J. Biochem., 59, 4, 1966.
7. H. Tanaka. Biochim. Biophys. Acta, 285, 2, 1972.
8. D. A. Pragai, J. Gergely. Arch. Biochem. Biophys., 125, 3, 1968.
9. E. V. But, M. Sh. Simoniidze, H. N. Bokochadze, M. M. Zaalishvili. Сообщения АН ГССР, 69, № 1, 1973.
10. F. Oosawa, M. Kasai. Actin in: "Subunits in Biological Systems" ed. by S. N. Tamaskefi & G. D. Fasman. New York, 1971.

С. Д. РЫЖКОВ, Г. И. МОКРОУСОВА

НЕКОТОРЫЕ БИОФИЗИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЛОВОГО ДИМОРФИЗМА У ДВУДОМНЫХ РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 21.5.1974)

Вопросы, связанные с полом и половым размножением, составляют одну из центральных проблем генетики, так как указанные процессы лежат в основе создания новых и дальнейшего совершенствования уже существующих форм растений и животных.

Как отмечает Л. И. Джапаридзе [1], «половость накладывает отпечаток на всю организацию живого существа и обычно даже определяет эту организацию». Несомненно, она определяет и неодинаковую хозяйственно-биологическую ценность имеющихся в культуре видов двудомных растений.

К настоящему времени в литературе накоплен обширный материал относительно взаимозависимости между морфологическими, физиолого-биохимическими и биофизическими признаками полового диморфизма [1—5]. И хотя, как указывает Л. И. Джапаридзе [1], «жизнь давно определила насущную потребность» в подобных исследованиях, проблема диагностики пола у двудомных растений еще далека от своего разрешения. Это создает большие затруднения при размещении разнополюх особей в необходимом численном соотношении, когда идет речь об эффективном и целесообразном использовании их в производстве, медицине и эстетике.

Проводя исследования в этом плане, мы руководствовались необходимостью найти отправную точку к разработке новых методов, отличающихся от ранее известных простотой, чувствительностью, доступностью широкому кругу специалистов-биологов и возможностью использования их на протяжении годичного цикла развития растений. В данной статье рассматривается возможность использования рефрактометрического метода для изучения половых различий у двудомных растений.

Методика предусматривает измерение величины показателя преломления клеточного сока из тканей побегов и листьев разнополюх особей и определение содержания сухих веществ в них.

Для анализа брали однолетние побеги и 2—3 листа их апикальной части с периферии центральной части кроны (с южной стороны) однолетних и растущих в одинаковых агрометеорологических условиях растений.

Материал в количестве, необходимом для приготовления 10—15 капель сока, предварительно измельчали с помощью микроразмельчителя тканей и растирали (без стекла) в фарфоровой ступке. Из полученной средней пробы отжимали сок с помощью пресса из полевой лаборатории Магницкого.



Отжатый сок перемешивали и отфильтровывали через складчатый бумажный фильтр в колбочку. Перед анализом фильтрат разбавляли дистиллированной водой в отношении 1:2. Показатель преломления полученного раствора определяли на рефрактометре типа ИРФ-22. Измерения проводили при температуре 20°C, постоянство которой поддерживали с помощью универсального термостата типа Вобсера.

Содержание сухих веществ в побегах и листьях определяли по полученным экспериментальным значениям показателя преломления, пользуясь таблицей зависимости между указанными показателями [6]. Десятые доли процента вычисляли интерполяцией. Повторность измерений в опыте была 3—5-кратной. Экспериментальные данные обрабатывали статистическим методом [7].

В качестве объектов исследования использовали плодовые (*Adiantum arguta* (Sieb) et Planch, *Hypophae rhamnoides* L.), технические (*Canabis sativa* L. K.) и лесные (*Populus nigra* L.) двудомные растения.

Анализ полученных экспериментальных данных, представленных в таблице, показал, что в период вегетации разнополосексуализированные особи различаются по величине показателя преломления раствора клеточного сока из тканей их побегов и листьев.

Как можно видеть из приведенной таблицы, характер половых различий по обсуждаемому показателю в принципе одинаков для всех изучавшихся нами видов двудомных растений. В частности, у мужских экземпляров показатель преломления выше, чем у женских.

Содержание сухих веществ и показатель преломления клеточного сока из тканей побегов и листьев разнополых особей двудомных растений (август 1973 г.)

Объекты исследования	Пол	Показатель преломления		Содержание сухих веществ, % сахарозы	
		Листья	Побеги	Листья	Побеги
		$M \pm m \cdot 10^{-4}$	$M \pm m \cdot 10^{-5}$	$M \pm m$	$M \pm m$
Актинидия аргута	♀	$1,3420 \pm 0,25$	$1,3396 \pm 0,00$	$6,11 \pm 0,01$	$4,51 \pm 0,00$
	♂	$1,3430 \pm 0,63$	$1,3415 \pm 0,00$	$6,73 \pm 0,01$	$5,76 \pm 0,00$
Облепиха	♀	$1,3420 \pm 0,00$	$1,3383 \pm 59$	$6,10 \pm 0,00$	$3,79 \pm 0,01$
	♂	$1,3441 \pm 0,00$	$1,3302 \pm 2,5$	$4,90 \pm 0,00$	$4,89 \pm 0,02$
Конопля	♀	$1,3442 \pm 0,41$	—	$7,56 \pm 0,02$	—
	♂	$1,3464 \pm 1,93$	—	$8,97 \pm 0,10$	—
Тополь черный	♀	$1,3432 \pm 0,00$	$1,3361 \pm 2,5$	$6,9 \pm 0,00$	$2,21 \pm 0,02$
	♂	$1,3445 \pm 1,44$	$1,3387 \pm 8,7$	$7,74 \pm 0,00$	$3,95 \pm 0,06$

Статистически достоверная разнокачественность побегов и листьев у разнополых особей была обнаружена нами и по содержанию в них сухих веществ (см. таблицу). В этом случае закономерность половых различий оказалась аналогичной: для женских особей характерно меньшее содержание сухих веществ, чем для мужских.

Как известно, величина показателя преломления зависит при всех прочих одинаковых условиях от состава компонентов веществ и их концентрации в исследуемом растворе. Чем выше концентрация веществ в нем, тем больше показатель преломления.

Что же касается разнополых особей двудомных растений, то они физиологически и биохимически различны. Более того, мужские экземпляры ввиду отсутствия необходимости в формировании семян, как

правило, заканчивают период вегетации раньше, чем женские особи. Особенно ярко эти различия проявляются у конопли.

В силу этого у мужских особей значительно раньше, чем у женских, снижается активность ассимиляционных процессов и уменьшается оводненность их клеток и тканей. На большее содержание воды у женских растений указывает Л. И. Джапаридзе [1]. Н. В. Первухина [8] также отмечает, что у покрытосемянных растений в процессе их эволюции выработалась требовательность к большому уровню водосодержания в женском организме и женских тканях.

Отмеченные факты, безусловно, влияют на концентрацию веществ в живой протоплазме, что подтверждается и нашими данными (см. таблицу), и это, на наш взгляд, является одной из причин, обуславливающих различия разнополых особей двудомных растений по величине показателя преломления клеточного сока из тканей их листьев и побегов.

Полученные нами экспериментальные данные позволили расширить биофизические представления о глубине и характере половой дифференциации у двудомных растений. Кроме того, они могут быть использованы при ранней диагностике пола у семян двудомных растений. При этом контролем их половой принадлежности должна служить величина показателя преломления клеточного сока из тканей (листьев) их исходных форм. Это открывает новые перспективы в решении важнейшей проблемы сельского хозяйства — повышения продуктивности двудомных растений.

Центральная генетическая лаборатория
 им. И. В. Мичурина

(Поступило 24.5.1974)

ბიოფიზიკა

ს. რიჟკოვი, გ. მოკროუსოვა

ორსახლიანი მცენარეების სქესობრივი დიმორფიზმის
 ზოგიერთი ბიოფიზიკური და ბიოქიმიური მაჩვენებელი

რეზიუმე

ვეგეტაციის პერიოდში ზოგიერთი მამრობითი სქესის მცენარე *Actinidia arguta* (Sieb) et Planch, *Hyppophae rhamnoides* L., *Canabis sativa* L. K., *Populus nigra* L. მდელობითი სქესის მცენარეებსაგან განსხვავდება უკრედის წველის რეფრაქციის მაღალი მაჩვენებლებით, რომლებიც აღებულია ყლორტებისა და ფოთლების ქსოვილებსაგან, და მშრალ ნივთიერებათა უფრო მაღალი შემცველობით.

BIOPHYSICS

S. D. RYZHKOV, G. I. MOKROUSOVA

SOME BIOPHYSICAL AND BIOCHEMICAL INDICES OF SEXUAL DIMORPHISM IN DIOECIOUS PLANTS

Summary

During the vegetation period male plants: *Actinidia arguta* (Sieb) et Planch, *Hyppophae rhamnoides* L., *Canabis sativa* L. K., *Populus nigra* L. differ from female ones in greater values of the refraction index of cellular sap taken from sprouts and leaves as well as in a higher content of dry substances in the sap.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. И. Джапаридзе. Пол у растений, т. 2. Тбилиси, 1965.
2. В. И. Остапенко, С. Д. Рыжков. Генетика, № 12, 1967.
3. С. Д. Рыжков, В. И. Остапенко. Бюлл. науч. информ. ЦГЛ им. И. В. Мичурина, вып. 17, 1971.
4. В. И. Остапенко, С. Д. Рыжков. Труды ЦГЛ им. И. В. Мичурина, т. 12, 1971.
5. Г. А. Кузьмин, С. Д. Рыжков. Бюлл. ЦГЛ им. И. В. Мичурина, вып. 20, 1973.
6. А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, М. И. Смирнова-Иконникова, Н. П. Ярок, Г. А. Луковникова. Методы биохимического исследования растений. Л., 1972.
7. Б. А. Доспехов. Методика полевого опыта. М., 1968.
8. Н. В. Первухина. Бот. ж., 40, 1955.



К. А. ГИГИНЕИШВИЛИ, И. Н. ГУДКОВ, Н. В. ЗЕЗИНА

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОТИВОЛУЧЕВОГО ДЕЙСТВИЯ ЦИСТЕИНА
И β -МЕРКАПТОЭТИЛАМИНА ОТ НАКОПЛЕНИЯ
СУЛЬФИДРИЛЬНЫХ ГРУПП В МЕРИСТЕМАТИЧЕСКИХ
ТКАНЯХ ПРОРОСТКОВ ГОРОХА

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 12.4.1974)

Противолучевая эффективность радиопротекторов определяется их количеством и состоянием в клетках и тканях организма. В опытах с высшими растениями, в которые радиопротекторы в основном вводятся через корень, количество защитного вещества, накапливаемого в клетках, зависит от концентрации протектора в питательной среде, от экспозиции и способности растения усваивать данное соединение [1].

В настоящее время большинство радиобиологов разделяет мнение о том, что радиозащитные свойства наиболее эффективной группы радиопротекторов — сульфгидрильных соединений в основном определяются действием высокоактивных SH-групп, входящих в состав молекул этих веществ [2]. Поэтому изменение количества этих групп в ткани при обработке сульфгидрильными протекторами может отражать кинетику накопления этих соединений, хотя и не исключается возможность изменения уровня нативных сульфгидрильных соединений под влиянием проникающих в клетки экзогенных веществ [3].

В связи с вышесказанным мы изучали содержание SH-групп в меристеме корней проростков гороха — образовательной ткани, ответственной за лучевое поражение корня, при выдерживании последних в течение различных промежутков времени — в 10^{-2} и 10^{-3} М растворах цистеина и β -меркаптоэтиламина (МЭА, цистеамин). Как нами было ранее показано, именно в диапазоне этих концентраций в наибольшей степени проявляется радиозащитный эффект [4].

Двухсуточные проростки гороха сорта Рамонский 77 с длиной корешка $1,6 \pm 0,2$ см, выращенные в темноте при 22° , помещали на 1—36 часов в питательный раствор Хоглэнда—Арнона, содержащий протекторы в указанных концентрациях.

Количество SH-групп в растворах радиопротекторов и в ткани меристемы, представляющей собой двухмиллиметровый кончик корня, определяли с помощью метода амперометрического титрования по общепринятым методикам, разработанным для их определения в меркаптанах [5] и различных тканях растений [6]. Метод позволяет регистрировать SH-группы используемых в работе сульфгидрильных радиопротекторов и SH-группы свободных нативных аминокислот клетки.

Все опыты проводили в четырехкратной повторности. При определении SH-групп в меристематической ткани для каждого измерения использовали по 200—300 корней, гомогенизированных в сахарозно-фосфатной буферной смеси с pH 7,2. Титрование SH-групп осуществляли 10^{-3} М раствором азотнокислого серебра.

На рис. 1 приведены усредненные результаты трех идентичных опытов по исследованию накопления SH-групп в меристеме в зависимости от экспозиции проростков в растворах радиопротекторов. Как видим, при концентрации протекторов 10^{-3} М количество титруемых SH-групп резко возрастало уже через 1 час, достигало максимума ко 2—3-му часу и затем снижалось. Следует отметить, что максимумы накопления SH-групп при этой концентрации были не слишком велики, всего в 1,4—1,5 раза превышая норму.

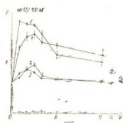


Рис. 1. Накопление SH-групп в меристеме корней проростков гороха при выдерживании их на растворах цистеина и МЭА: по оси абсцисс — экспозиция в протекторах, по оси ординат — количество SH-групп, 1 — цистеин, 10^{-2} М, 2 — МЭА 10^{-2} М, 3 — цистеин, 10^{-3} М, 4 — МЭА, 10^{-3} М

При выдерживании проростков в более концентрированных растворах радиопротекторов (10^{-2} М), которые оказывались уже токсичными и проявили менее выраженный защитный эффект [4], кинетика накопления SH-групп во времени совпадала с наблюдаемой при концентрации 10^{-3} М. Но максимальные значения количества SH-групп при этом превышали эндогенный уровень их содержания почти в 3 раза.

При увеличении времени выдерживания проростков в протекторах свыше 3 часов при обеих концентрациях наблюдали резкое уменьшение содержания SH-групп, и через 12 часов при концентрации 10^{-3} М и через 24—36 часа при 10^{-2} М их количество не превышало нормы.

Таким образом, с увеличением концентрации радиопротекторов в среде в 10 раз, хотя и наблюдали существенное возрастание количества SH-групп в ткани, полной пропорциональности, т. е. десятикратного их увеличения, не отмечали. По всей вероятности, это обусловлено существованием пороговых значений насыщения клеток токсическими экзогенными сульфгидрильными соединениями либо быстрым их окислением в ткани и метаболическими превращениями.

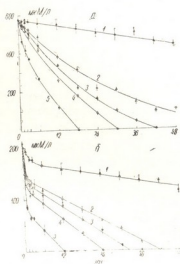
Последними двумя обстоятельствами может быть объяснено и уменьшение SH-групп в ткани при увеличении экспозиции выдерживания проростков растворах радиопротекторов. Как показали наши опыты по изучению зависимости скорости распада SH-групп в растворах радиопротекторов от реакции среды (рис. 2) при pH 7, при которой проводились все наши опыты, количество SH-групп в растворе через 30—36 часов после растворения уменьшалось практически до нуля. Не исключено, что в клетках меристемы эти процессы осуществляются с большей скоростью.

Следует отметить, что при сдвиге реакции среды в сторону подкисления скорость распада SH-групп в растворе радиопротекторов резко снижалась, а при подщелачивании, наоборот, существенно возрастала. Это указывает на то, что при использовании данных препаратов следует применять только свежеприготовленные растворы. Тот факт, что в кислой среде скорость распада SH-групп резко снижается, подсказывает вероятный путь хранения радиопротекторов этого типа в растворах.

Таким образом, в первые часы после помещения проростков в растворе цистеина и цистеина (МЭА) количество SH-групп в мери-

стематической ткани быстро возрастает до максимального значения и затем начинает уменьшаться. Как свидетельствуют данные, приведенные на рис. 3, максимум защитного эффекта обоих радиопротекторов

Рис. 2. Кинетика распада SH-групп в $10^{-3}M$ растворах цистеина (а) и МЭА (б) в зависимости от реакции среды: по оси абсцисс — время после растворения протекторов, по оси ординат — количество SH-групп, 1 — pH 4, 2 — pH 6, 3 — pH 7, 4 — pH 8, 5 — pH 10



при облучении проростков γ -радиацией Co^{60} , оцениваемый по выживаемости меристемы через 10 дней, в основном совпадал с максимумами накопления SH-групп в меристематической ткани.

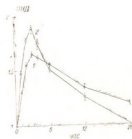


Рис. 3. Зависимость радиозащитного действия цистеина (1) и МЭА (2) от времени выдерживания в них проростков гороха перед γ -облучением: по оси абсцисс — экспозиция в протекторах, по оси ординат — фактор уменьшения дозы (ФУД), рассчитанный по кривым доза-эффект (дозы 500—2000 рад)

Следует, однако, отметить, что, хотя растворы радиопротекторов использовались в одинаковых молярных концентрациях, при их растворении начальное содержание SH-групп в растворе цистеина почти в 3 раза превышало таковое в растворе цистеамина (МЭА). Тем не менее, количество SH-групп в меристеме и степень радиозащитного действия при использовании цистеамина (МЭА) были значительно выше. Не исключено, что именно с более высокой проникающей способностью этого соединения и его свойствами легко окисляться до цистамина и подвергаться быстрым метаболическим превращениям может быть связана более высокая противолучевая эффективность. Следует, конечно, также помнить, что в состав молекулы цистеамина (МЭА) в отличие от цистеина, входит аминная группа, которая также играет существенную роль в радиозащитном эффекте.

Институт физиологии растений
АН УССР

(Поступило 12.4.1974)

ბ. ზიგინეიშვილი, ი. გუდკოვი, ნ. ზეზინა

ციისტეინისა და β -მერკაპტომეთილამინის რადიოპროტექტორული მოქმედების დამოკიდებულება სულფჰიდრული ჯგუფების დაბროვებასთან ბარდის ნაზარდების მერისტემულ ქსოვილებში

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ბარდის ღივების 2—3 საათის განმავლობაში 10^{-2} და 10^{-3} მოლ. სულფჰიდრულ რადიოპროტექტორთა ხსნარში მოთავსებისას ადგილი აქვს SH-ჯგუფების მაქსიმალურ დაგროვებას ფესვის მერისტემულ ქსოვილებში. დროის ამავე მონაკვეთში გამოცდილი ნაერთები ავლენენ რადიოპროტექტორული მოქმედების მაქსიმუმს.

დადგენილია, რომ ექსპოზიციის შემდგომი ზრდა იწვევს SH-ჯგუფების რაოდენობის შემცირებას მერისტემულ ქსოვილებში, რაც დაკავშირებულია პროტექტორთა მეტაბოლიტურ გარდაქმნებთან. SH-ჯგუფების რაოდენობის შემცირება იწვევდა ორივე შენაერთის რადიოპროტექტორული თვისებების შესუსტებას.

BIOPHYSICS

K. A. GIGINEISHVILI, I. N. GUDKOV, N. V. ZEZINA

DEPENDENCE OF RADIOPROTECTOR ACTION OF CYSTEINE
 AND β -MERCAPTOETHYLAMINE ON ACCUMULATION OF
 SULPHYDRYL GROUPS IN MERISTEMATIC TISSUES
 OF PEA SPROUTS

Summary

When pea sprouts were kept in 10^{-2} and 10^{-3} M solutions of sulphuryl radioprotectors of cysteine and β -mercaptoethylamine maximum accumulation of SH-groups was noted in the meristematic tissues of the roots during 2-3 hour exposures. It was precisely in this period that the radioprotective properties of both compounds were maximally in evidence: the factor of dose decrease with the use of 10^{-3} M solutions was 1.65 and 1.9 respectively. With a subsequent increase of sprout exposure to the protectors, the number of SH-groups in the meristem diminished, being related to their oxidation and metabolic transformations of the protectors. The decrease of the number of SH-groups was accompanied by a weakening of the protective properties of both compounds.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Гродзинский, И. Н. Гудков. Защита растений от лучевого поражения. М., 1973.
2. Radiation Damage and Sulphydryl Compounds (Proc. Panel. Vienna, 21—25 oct. 1968). IAEA. Vienna, 1969.
3. Э. Я. Граевский. Сульфгидрильные группы и радиоустойчивость. М., 1969.
4. К. А. Гигинейшвили, И. Н. Гудков, Н. В. Зезина. Сообщения АН ГССР, 73, № 1, 1974, 185.
5. I. M. Kolthoff, W. E. Harris. Industr. and Eng. Chem., 18, 1946, 161.
6. C. A. Price, M. R. Taylor. Plant Physiol., 32, 1957, 525.

Э. А. УТУРАШВИЛИ

ДИНАМИКА ФАРНЕЗЕНА В ЯБЛОКАХ, ОТЛИЧАЮЩИХСЯ ПО СТОЙКОСТИ К «ЗАГАРУ»

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. А. Бокучава 18.2.1974)

Кожица многих ценных сортов яблок покрывается при хранении бурыми пятнами, так называемым «загаром». Изучение причин «загара» проводится в течение многих лет, однако биохимические механизмы этого заболевания далеко еще не ясны.

Лабораторией иммунитета растений Института биохимии им. А. Н. Баха АН СССР совместно с отделом сырьевых ресурсов Грузинского научно-исследовательского института пищевой промышленности начато исследование особенностей терпеноидного обмена у яблок, подверженных заболеванию, поскольку именно это звено обмена веществ характерно для кожицы. В частности, изучается роль фарнезена, сесквитерпенового углеводорода, входящего в состав кутикулярного воска, в развитии «загара».

Предположение, что сесквитерпеновый углеводород фарнезен может играть роль инициатора «загара» на поверхности плодов, высказано австралийскими исследователями Хьюлином и Коджиола [1] в 1968 г. Авторы основывались на результатах собственных экспериментов, показывающих, что содержание фарнезена в подверженном «загару» сорте яблок вдвое выше, чем в стойком к этому заболеванию.

Это предположение послужило отправным пунктом для постановки исследования в сравнительном плане на яблоках отечественных сортов, различающихся по стойкости к «загару». Нами была поставлена задача изучить динамику фарнезена в яблоках разных сортов и проследить за изменением содержания липидов и тритерпеновых кислот на поверхности плода.

Для изучения были выбраны сорта яблок Антоновка и Розмарин, сильно поражаемые «загаром», Грузинский синап, слабо поражаемый им, и три сорта — Славянка, Ренет шампанский и Пепин лондонский, стойкие к заболеванию. Кроме того, исследование указанных сортов позволяет сопоставить характер динамики фарнезена у яблок средней (Антоновка, Славянка) и южной зон.

Экстракция и определение фарнезена проводились, как описано ранее [2]. Составлялись две пробы из пяти яблок каждая. Яблоки по одному погружались на 3 мин в сосуд с гексаном и затем на 3 мин в другой сосуд. После обработки всей пробы экстракты объединялись и доводились до объема 500 мл. Экстракт просматривался на спектрофотометре СФ-4 в диапазоне от 220 до 290 мкм или регистрировался на спектрофотометре Specord. Содержание рассчитывалось с использованием коэффициента молярной экстракции, равным 28000 [3].

100 мл гексанового экстракта упаривались в токе азота, и осадок взвешивался. Этот осадок представлял собой липиды покрытия яблок. Яблоки после экстракции гексаном погружались в серный эфир

на 5 мин для удаления тритерпеновых кислот. Эфир отгонялся и, полученный кристаллический осадок взвешивался.

Содержание фарнезена, липидов и тритерпеновых кислот определялось с 2-недельным интервалом до конца хранения каждого сорта.

Поверхность плода рассчитывалась по формуле Pd^2 , d определялся штангенциркулем. Все расчеты отнесены к 100 см² поверхности плода.

Динамика фарнезена представлена на рис. 1 (А, Б, В). Сопоставление полученных данных показывает, что характер количественных изменений фарнезена одинаков у всех сортов: содержание его быстро увеличивается до максимального уровня в течение первых двух месяцев хранения, а затем постепенно падает.

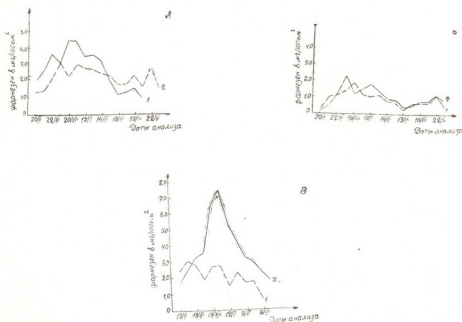


Рис. 1. Динамика фарнезена в покровном воске яблок разных сортов А—1—Розмарин, 2—Грузинский синап; Б—1—Ренет шампанский, 2—Пепин лондонский; В—1—Антоновка, 2—Славянка

Уровень содержания фарнезена у подверженных «загару» сортов Розмарин и Грузинский синап (рис. 1, А) выше, чем в стойких к забелеванию сортах Ренет шампанский и Пепин лондонский (рис. 1, Б). Эти данные согласуются с предположением Хьюлина и Коджиола о взаимосвязи между уровнем фарнезена и стойкостью к забелеванию. Однако для сортов средней полосы (рис. 1, В) получено обратное соотношение: в подверженном «загару» сорте Антоновка содержание фарнезена ниже, чем в стойком сорте Славянка. Интересно отметить, что Мей и Филмер [4] на английских сортах яблок не смогли выявить корреляции между количеством фарнезена в воске и подверженностью сорта «загару».

На рис. 2 представлена динамика покровных липидов яблок. У яблок средней полосы, а также у сортов Пепин лондонский и Ренет шампанский эта фракция увеличена, что указывает на биосинтез липидов в послеуборочный период. Накопление липидов более интенсивно в первые месяцы хранения, т. е. в период, когда наблюдается

и накопление фарнезена. В таблице приведены данные о содержании фарнезена в липидной фракции. Как следует из таблицы, фарнезен в поражаемых «загаром» сортах южной зоны составляет значительно большую долю в липидах, нежели в стойких сортах.

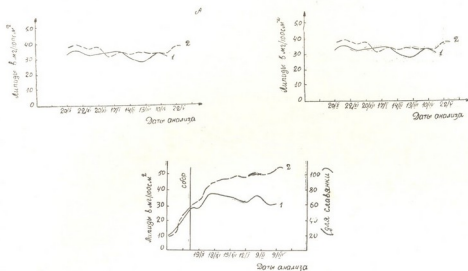


Рис. 2 Динамика липидов покровного воска у яблок разных сортов. Обозначения те же, что на рис. 1

Из таблицы следует также, что доля фарнезена в липидах яблок средней полосы находится в обратной зависимости от стойкости к заболеванию.

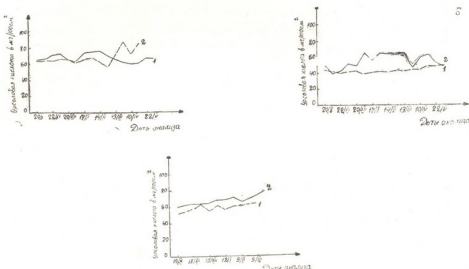
Содержание фарнезена в покровном воске, %

Сорт	19.X	18.XI	15.XII	12.I	9.II	9.III	6.IV	22.V
Антоновка	8,6	7,9	7,7	4,4	4,4	1,8	—	—
Розмарин	6,1	10,6	13,5	9,6	10,7	4,3	4,6	—
Грузинский синап	3,5	5,8	6,0	8,5	7,5	5,2	7,2	7,5
Славянка	10,1	14,2	27,0	21,9	12,6	7,9	—	—
Ренет шампанский	0,7	3,7	3,3	5,2	2,7	0,9	1,9	2,9
Пепин лондонский	0,8	3,2	5,3	3,3	2,1	0,7	1,8	2,7

Динамика тритерпеновых кислот показана на рис. 3. У всех изученных сортов содержание тритерпеновых кислот увеличивается незначительно. Это свидетельствует о том, что их биосинтез протекает очень слабо. На рис. 3 видно, что уровень тритерпеновых кислот варьирует у разных сортов, но какой-либо корреляции между их уровнем и стойкостью яблок к «загару» не выявляется.

Полученные в работе данные расширяют сведения о динамике фарнезена в покровном воске яблок. Одновременно они показывают, что прямая зависимость между уровнем фарнезена и подверженностью яблок «загару» проявляется не всегда.

Все это указывает, что вопрос о роли фарнезена в развитии «загара» не может быть решен только на основании изучения его содержания в воске различных сортов яблок. Для этого необходимы



რის. 2. დინამიკა ტრიტერპენოვთა კისლთა ვა პოკროვთა ვოსკთა ვაბოკთა. ობოვნიკათა თე თე, ჭო თა რის. 1.

დალთეშთა უღბუბლთა ისსლეთათა თერპენოიდთა ობოვთა ვა კო-
 ვიჯთა ვაბოკთა.

აკადემია თათა ოსსსრ
 ინსთთუთ ბოიქთა იმ. ა. ნ. ბათა

გურთაინთა ინსთთუთ
 თთეოვთა თრომთაშლთაინთა

(თოსუთა თ. 1.3.1974)

ბოკოვთა

ბ. თოთარათვილი

ფარნეზენის დინამიკა „სიღამწვრისადმი“ სხვადასხვა
 ბამბლეოგის ვაშლის ნაყოფში

რ ე ზ ი მ ე

შესწავლითა სესქვიტერპენული ნახშირწყალბადის — ფარნეზენის, ლი-
 პიდებისა და ტრიტერპენული მეჯებების დინამიკა სხვადასხვა ჯიშის ვაშლის
 ნაყოფის კანში, ნაყოფის „სიღამწვრის“ ბიოქიმიური მექანიზმის ახსნათან
 დაკავშირებით.

BIOCHEMISTRY

E. A. UTURASHVILI

THE DYNAMICS OF FARNESENE IN THE APPLE SKIN OF
 SOME VARIETIES NOTABLE FOR THEIR RESISTANCE TO SCALD

Summary

The dynamics of sesquiterpenic hydrocarbons, farnesene, lipids and tri-
 terpenic acids of natural surface wax of some apple varieties has been stud-
 ied with a view to elucidating the biochemical mechanism of scald.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. E. Huelin, I. M. Coggiola. J. Sci. Fd. Agric., 19, 1968, 297.
2. Н. П. Морозова, Е. Г. Салькова. Прикладная биохимия и микробиология, 9, № 5, 1973.
3. K. E. Murray. Austr. J. Chem., 22, № 1, 1969, 197.
4. D. F. Meigh, A. A. E. Filmer. J. Sci. Food and Agric., 10, 1969, 139.



Е. А. БОБОХИДЗЕ, М. Ш. ГОРДЕЗИАНИ

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ГЛЮКОЗЫ И ГЛЮТАМАТА В ВИДЕ *VITIS VINIFERA*

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 6.3.1974)

Опытами, проведенными нами ранее на срезах листьев виноградной лозы сорта Ркацители, было установлено, что под влиянием глюкозы стимулируется аэробный окислительный обмен глутамата (по выходу $C^{14}O_2$ из 5— C^{14} -глутамата), в то время как глутамат в определенной мере понижает интенсивность окисления глюкозы по основному гликолитическому пути [1]. Было высказано предположение, что конкуренция между этими двумя субстратами происходит на уровне цикла Кребса и что глутамат способствует переключению глюкозы в гексозомонофосфатный цикл, в результате чего достигается оптимальное энергообеспечение клетки [2].

Как известно, Ркацители принадлежит к европейскому сорту. Целью настоящей работы являлось выяснение вопроса, насколько универсально распространение отмеченного эффекта для вида *Vitis Vinifera*. Поэтому мы изучили взаимосвязь окислительных превращений глюкозы и глутамата в листьях американского гибрида Берландиери риппария 5 ВВ и азиатского сорта Амурензис.

В опытах использовали специфично меченные радиоактивные изотопы глюкозы и глутамата. Дыхание срезов листьев изучалось манометрическим методом в аппарате Варбурга. Реакционной средой служил фосфатный буфер, рН 6,5. Весь ход работы, а также концентрации применяемых субстратов дыхания описаны ранее [1, 3]. Идентификацию окси- и оксокислот проводили с помощью бумажной хроматографии [4, 5]. Радиоактивности отдельных пятен кислот измеряли на счетчике типа БФЛ Т-25, эффективность которого составляла 20%.

Полученные нами статистически достоверные результаты приведены в табл. 1 и 2.

Из табл. 1 следует, что дыхание (поглощение кислорода) листьев обеих виноградных лоз во всех случаях интенсивное, когда глутамат служит единственным субстратом окисления. Добавление глюкозы в определенной степени замедляет интенсивность процесса дыхания, вызванную глутаматом, а окисление глюкозы в отдельности вызывает сравнительно меньшее поглощение кислорода, чем глутамат. Ввиду того что опыты проводились в разное время, между параллельными опытами отмечалась разница по поглощению кислорода, но общая картина вышеотмеченной закономерности внутри отдельных опытов оставалась одинаковой.

Стимуляция окисления глутамата (по выходу $C^{14}O_2$) под влиянием глюкозы в листьях американского гибрида достигает примерно

Таблица 1

Интенсивность окисления глюкозы и глутамата в листьях Берландиери и Амурензиса при их отдельном и совместном использовании

№	Варианты опыта	Берландиери рипария 5 ВВ			Амурензис				
		ΔO_2 mk M (M \pm m)	Разница, %	$\Delta C^{14}O_2$ 10^3 имп/мин (M \pm m)	Разница, %	ΔO_2 mk M (M \pm m)	Разница, %	$\Delta C^{14}O_2$ 10^3 имп/мин (M \pm m)	Разница, %
I	5C ¹⁴ -глутамат	55,0 \pm 0,283	8,4	5,40 \pm 0,33	50	33,80 \pm 0,231	0,6	23,76 \pm 0,351	15
	5C ¹⁴ -глутамат+ +глюкоза	44,0 \pm 0,184		8,10 \pm 0,271		33,60 \pm 0,271		28,35 \pm 0,401	
II	1C ¹⁴ -глюкоза	47,65 \pm 910	20	2,21 \pm 1,170	17	28,2 \pm 0,19	2,5	2,18 \pm 0,799	26
	1C ¹⁴ -глюкоза+ +глутамат	44,63 \pm 0,235		1,92 \pm 494		27,2 \pm 0,219		1,39 \pm 0,043	
III	6C ¹⁴ -глюкоза	53,60 \pm 0,141	2,3	33,0 \pm 0,262	14	45,2 \pm 0,241	1,1	10,9 \pm 0,255	—
	6C ¹⁴ -глюкоза+ +глутамат	52,40 \pm 0,156		37,80 \pm 0,658		44,7 \pm 0,077		11,9 \pm 0,350	

P = 0,80; t_{α} = 0,270

n = 6

Таблица 2

Распределение радиоактивной метки глюкозы и глутамата в продуктах цикла Кребса

Сорта винограда	Варианты опыта	Общая радиоактивность кислот, 10^5 имп/мин (M \pm m)	Радиоактивность кислот на 1 г сухого веса растительного материала, %							
			α -оксоголютарат	Пируват	Оксалоацетат	Цитрат	Аконитат	Сукцинат	Фумарат	Малат
Берландиери рипария 5 ВВ	5C ¹⁴ -глутамат	5,60 \pm 0,283	30,3	4,3	8,0	7,1	7,5	12,5	10,7	20,9
	5C ¹⁴ -глутамат+ +глюкоза	8,60 \pm 0,184	21,6	12,7	6,3	3,2	4,7	15,9	13,0	21,6
	1C ¹⁴ -глюкоза	6,0 \pm 0,910	6,6	1,66	1,66	3,3	20,0	17,0	19,1	30,0
	1C ¹⁴ -глюкоза+ +глутамат	2,50 \pm 0,235	10,0	8,0	4,0	4,0	4,0	24,0	18,0	28,0
	6C ¹⁴ -глюкоза	3,70 \pm 0,149	17,5	8,5	9,1	5,4	7,8	10,7	16,2	24,7
	6C ¹⁴ -глюкоза+ +глутамат	2,40 \pm 0,144	15,8	5,0	6,25	5,0	5,0	16,7	25,9	19,8
Амурензис	5C ¹⁴ -глутамат	8,10 \pm 0,271	18,5	8,9	5,2	7,65	7,40	18,5	14,8	18,5
	5C ¹⁴ -глутамат+ +глюкоза	9,10 \pm 0,231	17,0	7,6	4,6	7,1	6,0	20,8	17,7	19
	1C ¹⁴ -глюкоза	3,10 \pm 0,194	9,05	0,65	1,62	3,21	13,60	21,60	19,40	29,8
	1C ¹⁴ -глюкоза+ +глутамат	1,14 \pm 0,219	11,6	2,90	5,8	5,8	2,9	18,6	25,6	26,8
	6C ¹⁴ -глюкоза	1,70 \pm 0,079	17,6	1,7	8,8	4,4	1,7	17,6	3,52	45,0
	6C ¹⁴ -глюкоза+ +глутамат	1,70 \pm 0,244	10,5	5,8	5,8	5,8	5,8	20,5	23,4	23,4

n = 6; P = 0,80; t_{α} = 0,270

50%, а в Амурензисе — 15%. Нерадиоактивный глутамат по-разному действует на специфично меченную глюкозу; в частности, в американском гибриде он примерно на 17% подавляет и на 14% стимулирует выделение $C^{14}O_2$ из $1C^{14}$ и $6C^{14}$ -глюкозы соответственно.

Изучение распределения радиоактивной метки глюкозы и глутамата в органических кислотах (табл. 2) показало, что глутамат в листьях обеих изученных виноградных лоз дает из оксокислот высоко-радиоактивный α -оксоглутарат, а из оксикислот — сукцинат, фумарат и малат. Сравнительно слабо метятся оксалоацетат, пируват, цитрат и аконитат, что можно объяснить высокой метаболической активностью и быстрым превращением этих кислот. По-видимому, при окислении глутамата создаются условия накопления продуктов левой стороны (α -оксоглутарат—малат) цикла трикарбоновых кислот. Примерно также распределяется радиоактивная метка $1C^{14}$ и $6C^{14}$ -глюкозы в органических кислотах. Разница заключается в том, что общая радиоактивность кислот, образованных из специфично меченной глюкозы, в листьях Амурензиса сравнительно ниже, чем в американском гибриде. Последний использует глюкозу в качестве основного продукта дыхания более эффективно.

В листьях обеих изученных виноградных лоз первый углеродный атом глюкозы гораздо интенсивнее используется на синтез ди- и трикарбоновых кислот, чем шестой углеродный атом. Кроме того, из данных таблицы явно видно, что стимуляция окисления шестого углеродного атома глюкозы под влиянием глутамата происходит параллельно с резким снижением общей радиоактивности изученных оксо- и оксикислот. Это наводит на мысль о том, что данная стимуляция не является результатом активации окислительного распада глюкозы через цикл трикарбоновых кислот.

Разное влияние глутамата на первый и шестой углеродный атом глюкозы и их различное включение листьями в органические кислоты указывают на существование разных путей окислительного катаболизма глюкозы в листьях изученных виноградных лоз. По-видимому, при совместном использовании глюкозы и глутамата в качестве субстратов дыхания, глутамат ингибирует процесс аэробного распада глюкозы и ее определенная часть окисляется в гексозомонофосфатном цикле.

Исходя из вышеизложенного можно заключить, что в основе окислительных превращений глюкозы и глутамата лежит не простая конкуренция, а более глубокая взаимосвязь и взаимообусловленность. Это соображение находится в полном соответствии с результатами, полученными нами на листьях сорта Ркацители и, по-видимому, является общей закономерностью для вида *Vitis vinifera*.

Академия наук Грузинской ССР

Институт биохимии растений

(Поступило 7.3.1974)

ბიოქიმია

ა. ბობოხიძე, ა. ზორდუზიანი

გლუკოზისა და გლუტამატის ქანავითი ბარდაქმნების
 ურთიერთკავშირის ხასიათი *VITIS VINIFERA*-ს სახეობაში

რეზიუმე

გლუკოზისა და გლუტამატის ქანავის ურთიერთკავშირი ვაზის აზიურ და ამერიკულ ჯიშებში ისეთივეა, როგორც ევროპულ ჯიშში — რქაწითელში. გლუკოზის გავლენით ძლიერდება გლუტამატის აერობული ქანავი, მაშინ

როდესაც გლუტამატი გლუკოზის პირველ და მეექვსე ნახშირბად-ატომების ქანგვაზე განსხვავებულად მოქმედებს. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ამ ორი ნივთიერების ერთდროული თანამყოფობისას გლუკოზის ქანგვის გზის შენტირება ხდება.

 BIOCHEMISTRY

E. A. BOBOKHIDZE, M. Sh. GORDEZIANI

 ON THE NATURE OF THE OXIDATIVE TRANSFORMATION OF
 GLUCOSE AND GLUTAMATE IN *VITIS VINIFERA*

Summary

Glucose and glutamate oxidative relationship in Asian and American varieties of grapevine is the same as in the European *Rkatsiteli* variety. Aerobic oxidation of glutamate increases under the action of glucose, while glutamate acts differentially on the oxidation of the first and sixth carbon atoms. It is suggested that the glucose oxidation pathway is shunted in the presence of these two substances.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Sh. Gordeziani. Сообщения АН ГССР, XLIX, № 2, 1968.
2. M. Sh. Gordeziani, H. A. Kaliaeva, M. N. Machavariani. Сообщения АН ГССР, 61, № 2, 1971.
3. M. Sh. Gordeziani. Сообщения АН ГССР, 55, № 3, 1969.
4. P. Я. Школьник, Н. Т. Доман, В. Н. Костылев. Биохимия, 26, вып. 4, 1961.
5. Н. С. Гейко, В. Л. Кретович, Б. Д. Полковников, А. А. Баландин. ДАН СССР, 153, I, 1963



Н. И. ЛЕКВЕИШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ АНАТОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЛИСТЬЕВ
 ЦИТРУСОВЫХ НА ДЕЙСТВИЕ НЕКОТОРЫХ ФОСФОР-
 ОРГАНИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

(Представлено академиком Л. А. Качавели 13.3.1974)

Для изучения характера проникновения химических препаратов в листья растений большое значение имеет их анатомическое строение.

Из анатомических признаков К. А. Страцицкий [1], Т. М. Петрова и К. В. Новожилов [2] решающее значение придают толщине кутикулы; а З. М. Эйдельман [3] — характеру строения тканей.

Для выявления микроскопических признаков повреждения листьев цитрусовых фосфорорганическими препаратами (50% концентрат Би-58 и 30% концентрат карбофоса) и выяснения влияния анатомических особенностей цитрусовых на интенсивность препаратов фосфорорганического действия брались поперечные срезы.

Из фиксированного материала под микроскопом МБИ-1 (×600) определялись величина клеток нижнего и верхнего эпидермиса, толщина листа (μ), характер строения губчатой ткани — признаки, обуславливающие различную фитотоксичность различных видов цитрусовых.

Среднее выводилось из 100 срезов.

Из литературных источников известно, что различное строение покровных тканей листьев у отдельных видов растений определяет пути проникновения токсических веществ [2, 3].

Значительная роль в изменении интенсивности фитотоксического действия инсектицидов отводится характеру строения губчатой ткани, особенно той, которая расположена ближе к нижней поверхности, так как установлено, что проявление действия фосфорорганических препаратов начинается именно с нижней части.

Благодаря наличию межклеточных пространств в губчатой паренхиме, препарат, проникнувший через кожу, получает возможность сравнительно быстрого и легкого доступа в ткань.

Поэтому чем больше межклеточные пространства, тем больше возможность ожога у таких растений.

Эпидермис листьев лимона (табл. 1) состоит из неплотно прилегающих друг к другу крупных клеток размером 1,2×1,0 μ (нижний) и 1,7×1,0 μ (верхний).

Клетки эпидермиса апельсина характеризуются меньшими размерами (нижний эпидермис — 1,2×0,8 μ, верхний — 1,4×0,9 μ); клетки эпидермиса мандарина соответственно равны 1,2×0,8 и 1,2×0,9 μ.

Чем меньше клетки по размеру, тем компактнее они располагаются. Благодаря тому что эпидермальные клетки мандарина и апельсина плотно прилегают друг к другу, создается препятствие проникно-

Таблица 1
 Размеры клеток верхнего и нижнего эпидермиса листьев цитрусовых, μ

Исследуемый объект	Верхний эпидермис						Нижний эпидермис					
	Длина			Ширина			Длина			Ширина		
	мин.	макс.	сред.	мин.	макс.	сред.	мин.	макс.	сред.	мин.	макс.	сред.
Мандарин	1,0	1,8	1,2	0,6	1,0	0,9	1,0	1,4	1,2	0,6	1,0	0,8
Апельсин	1,0	2,0	1,4	0,6	1,0	0,9	1,0	2,0	1,2	0,6	1,0	0,8
Лимон	0,8	2,2	1,7	0,6	1,2	1,0	1,2	1,6	1,2	0,5	1,2	1,0

вению и распространению препарата. Напротив, эпидермиальные клетки лимона сравнительно крупные и имеют рыхлое строение.

В связи с тем что проникновение водной эмульсии препаратов происходит преимущественно через эпидермиальную ткань, большое значение для устойчивости листьев к повреждению приобретает толщина листа. Поэтому нами проводилось измерение толщины листа всех опытных растений, а затем определялась часть, занимаемая губчатой и палисадной паренхимой (табл. 2). Выяснилось, что толщина листьев мандарина в среднем равнялась 4,9 μ , апельсина — 4,4 μ , а лимона — 4,0 μ .

 Таблица 2
 Толщина листа и отдельных тканей цитрусовых, μ

Исследуемый объект	Толщина листа			Палисадная паренхима			Губчатая паренхима		
	мин.	макс.	сред.	мин.	макс.	сред.	мин.	макс.	сред.
Мандарин	4,6	5,2	4,9	1,0	1,2	1,2	2,8	3,6	3,1
Апельсин	4,2	5,0	4,4	1,0	1,2	1,0	2,6	2,8	2,8
Лимон	3,6	4,8	4,0	0,8	1,0	1,0	2,4	2,6	2,2

Таким образом, мандарины характеризуются самой большой толщиной листьев, палисадная и губчатая паренхима занимает более 2/3 (4,3 из 4,9 μ); в апельсинах — столько же (3,8 из 4,4 μ), а в лимонах — 3/4 толщины листа (3,0 из 4,0 μ).

На основании полученных данных можно дать объяснение различной интенсивности фитотоксического действия указанных фосфорорганических препаратов.

Наиболее рыхлое строение губчатой ткани имеет лимон, а чем крупнее межклеточные пространства в губчатой ткани, тем больше возможность ожога у растения.

Наибольшим размером эпидермиальных клеток характеризуются лимоны, а наименьшим — мандарины, а чем меньше размеры клеток, тем компактнее они располагаются, и это препятствует проникновению и распространению препарата.

Наибольшей толщиной листа характеризуются мандарины и апельсины. Следовательно, возможность ожога наименьшая у мандарина, наибольшая у лимона. Этим частично и объясняются различия в фитотоксическом действии химических препаратов при опрыскивании

разных видов цитрусовых одними и теми же концентрациями. А именно, фитотоксичность препаратов наиболее выражена у лимонов, наименее — у мандаринов.

Грузинский институт защиты растений

(Поступило 14.3.1974)

ანატომიოლოგია

6. ლეკვიშვილი

ციტრუსოვანთა ფოთლების ანატომიური სტრუქტურის გავლენა
 ზოგიერთი ფოსფორობანული პრეპარატის მოქმედებაზე

რეზიუმე

ფოსფორობანული პრეპარატების შესუბრებისას ციტრუსების ნარგავებში (ლიმონი, ფორთოხალი, მანდარინი), მათი ფიტოტოქსიკური მოქმედება დამოკიდებულია მცენარეთა ფოთლების ანატომიურ სტრუქტურაზე.

ჩვენს მიერ დადგენილია, რომ ანატომიური მაჩვენებლებიდან დიდი მნიშვნელობა ეხიჭება ღრუბლისებური პარენქიმის აგებულებას, ეპიდერმალური უჯრედების სიდიდეს და ფოთლის სისქეს.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე ფიტოტოქსიკურობის გაზრდილ მაჩვენებლებს, სხვა საცდელ მცენარეებთან შედარებით, ლიმონის შემთხვევაში ვხსნით მისი ანატომიური სტრუქტურის თავისებურებით.

ENTOMOLOGY

N. I. LEKVEISHVILI

THE INFLUENCE OF THE ANATOMIC STRUCTURE OF CITRUS LEAVES ON THE ACTION OF SOME PHOSPHORUS ORGANIC PREPARATIONS

Summary

The anatomical features of leaves of citrus plants (lemon, orange, tangerin) have been found to influence the intensity of phytotoxic action of phosphorus organic preparations. The most important anatomic features are the structural character of the spongy tissue (the porous structure increases the possibility of appearance of burns) and the size of epidermic cells (the smaller the size of the cells the more compact they are, impeding the penetration and spread of a preparation; the thicker the cuticle the smaller the effect of insecticides). The obtained data account for the highest towards lemon, and the lowest towards tangerin, phytotoxicity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. А. Страцицкий. Труды по защите растений, вып. 2. Л., 1931, 51—59.
2. Т. М. Петрова, К. В. Новожилов. Бюлл. ВИЗРа. Л., 1973, 19—22.
3. З. М. Эйдельман. Изменение основных физиологических функций при повреждении растений в связи с применением для их защиты ядовитых веществ. Автореферат, Л., 1950.



Г. Ш. КАДЖАЯ

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРЕИМАГИНАЛЬНОЙ СИСТЕМАТИКИ НЕКОТОРЫХ КЛЕЩЕЙ-АКАРИД (РОДЫ *ACARUS* L. И *TYROPHAGUS* OUDS.)

(Представлено академиком Н. Н. Кецохели 25.4.1974)

Сопоставление популяций ряда кавказских видов клещей-акарид показало, что многие таксономические признаки и, в первую очередь, соотношения (индексы) размеров органов тела подвержены значительной изменчивости. В отдельных случаях популяции одних и тех же видов по некоторым индексам настолько сильно отличаются друг от друга, что при отсутствии промежуточных форм они могут быть признаны как самостоятельные виды или подвиды [1].

Однако наши данные свидетельствуют о том, что изучавшиеся виды по отдельным признакам сохраняют значительные морфологические разрывы. Естественно, их видовая самостоятельность может находить дополнительное обоснование в выявлении разрывов и у преимагинальных фаз развития.

Установление межвидовых морфологических разрывов по неполовозрелым фазам (личинкам, нимфам) у кавказских видов родов *Acarus* L. и *Tyrophagus* Ouds. сталкивается со значительными затруднениями в связи с тем, что многие признаки, используемые в имагинальной таксономии этих клещей, являются вторичнополовыми, не имеющимися или недоразвитыми у неполовозрелых особей. Кроме того, некоторые преимагинальные морфологические признаки у представителей упомянутых родов подвержены значительной изменчивости, сильно осложняющей их таксономическое использование. К таким признакам относятся степень опушенности латерококсального органа (ЛКО), форма соленидия $\omega 1$, соотношение длины лапок I и IV, анальной щели (An), щетинок pa и др. в ранних фазах *A. siro* и *A. farris*; соотношение размеров лапок I и IV, хелицер (Ch) и An у *A. tyrophagoides*; строение ЛКО, $\omega 1$, соотношение d_1/d_2 у *T. putrescentiae*; ЛКО, d_2/d_1 , pa/An у *T. perniciosus*; pa/An, hi/he, sci/sce у *T. silvester*; $\omega 1$, соотношение размеров лапки IV и голени и колена IV, вместе взятых (Л IV/Г+К IV), hi/Ch у *T. longior* и т. д.⁽¹⁾

Некоторые виды *p. Tyrophagus* по длине отдельных органов и индексам (например, щетинок d_2 и соответственно соотношение размеров d_2 и d_1) в ранних фазах почти не отличаются друг от друга. Так, у личинок и протонимф *T. longior*, *T. silvester*, *T. molitor*, *T. mixtus*,

(1 Из-за ограниченности объема статьи мы лишены возможности остановиться здесь более подробно на степени изменчивости перечисленных признаков. Обозначение морфологических деталей дается по А. А. Захваткину [2].



а также у личинок *T. perniciosus* и *T. zachvatkini* соотношение d_2/d_1 близко к единице и только у личинок и протонимф *T. putrescentiae* оно колеблется от 1,5 до 2. Что касается неразмерных признаков, то ЛКО и соленидий ω 1 у личинок перечисленных видов также почти одинаковы по форме и строению: первый щетинковидный, второй к свободному концу заметно утолщающийся; вместе с тем, в имагинальной систематике *p. Tyrophagus* не только соотношение d_2/d_1 , но и строение названных органов имеют первостепенное значение.

Однако некоторые видовые признаки личинок и нимф устойчиво сохраняют свою специфичность и поэтому могут иметь важное значение в преимагинальной таксономии. Поэтому оказалось возможным использовать такие признаки при составлении приведенных ниже определительных таблиц по неполовозрелым фазам кавказских видов.

Определительная таблица видов рода *Acarus* L. (по преимагинальным фазам).

1 (4). Щетинки *sci* у всех неполовозрелых фаз примерно такой же длины, как *sce*; ЛКО в базальной части заметно утолщен; соотношения размеров *pa* и *Ap* у разных фаз развития различны.

2 (3). Вентральный шип лапок I и II довольно крупный, почти такой же длины, как соответствующий коготок; ЛКО имеет более или менее булавовидную форму *A. siro* L.

3 (2). Вентральный шип на лапках I и II мелкий, заметно короче соответствующего коготка; ЛКО кинжаловидный *A. farris* (Cuds).

4 (1). Щетинки *sci* у личинок заметно, а у нимф в несколько раз длиннее *sce*; ЛКО щетинковидный; *pa* у всех неполовозрелых фаз длиннее *Ap* *A. Tyrophagoides* (A. Z.).

Определительная таблица видов рода *Tyrophagus* Ouds. (по преимагинальным фазам)

1 (6). Щетинки d_2 у прото- и тритонимф заметно длиннее d_1 .

2 (3). У личинок d_2 в 1,4—1,5, а d_3 в 3—4 раза длиннее d_1 ; апикальных щетинок на лапках II по 2, явственных шипов на всех лапках по 1 *T. putrescentiae* (Schrk.).

3 (2). У личинок d_2 такой же длины, как d_1 , а d_3 в 6—10 раз длиннее d_1 .

4 (5). Щетинки d_3 у личинок в 6—7,7, у протонимф в 7—10, у тритонимф в 10—12 раз длиннее d_1 ; у нимф Л IV почти одной длины с Г+К IV, а ЛКО ланцетовидный; апикальных щетинок на лапке II по 1, явственных шипов на всех лапках по 3 *T. perniciosus* A. Z.

5 (4). Щетинки d_3 у личинок в 10, у протонимф в 13, у тритонимф в 9 раз длиннее d_1 ; у обеих нимф Л IV заметно длиннее Г+К IV, а ЛКО щетинковидный *T. zachvatkini* Volg.

6 (1). Щетинки d_2 у прото- и тритонимф такой же длины, как d_1 .

7 (8). Щетинки d_3 у личинок и обеих нимф в 4—6 раз длиннее d_1 ; у нимф ЛКО ланцетовидный; у личинок *sae* примерно в 5 раз короче *sai* *T. molitor* A. Z.

8 (7). Щетинки d_3 у личинок и обеих нимф более чем в 4—6 раз длиннее d_1 ; у нимф ЛКО не ланцетовидный или даже щетинковидный; у личинок *sae* более чем в 5 раз короче *sai*.

9 (10). У обеих нимф $\omega 1$ к вершине не утолщается или даже немного утончается; у личинок грудные палочки утолщенно-грушевидные
 *T. longior* (Gerv.).

10 (9). У нимф $\omega 1$ к вершине заметно утолщается; у личинок грудные палочки иной формы.

11 (12). У нимф ЛКО в виде утолщенной щетинки, с явственными отростками; у тритонимф щетинки sae короче sai... *T. silvester* A. Z.

12 (11). У нимф ЛКО имеет вид обычной щетинки, с едва заметными отростками; у тритонимф sae длиннее sai... *T. mixtus* Volg.

Как это следует из приведенных определительных таблиц, ключевые признаки преимагинальных фаз видов родов *Acarus* и *Tyrophagus* в некоторых случаях совпадают с признаками половозрелых особей (соотношение размеров sc1 и sce, коготка и вентрального шипа на лапках I и II, строение ЛКО у видов *p. Acarus*; соотношение размеров d_2 и d_1 , строение ЛКО и $\omega 1$ у видов рода *Tyrophagus*). Тем не менее, для распознавания ряда видов рода *Tyrophagus* по неполовозрелым фазам перечисленные признаки явно недостаточны, и поэтому в определительной таблице используются также и некоторые другие.

Допускаем, что возможность таксономического использования некоторых из признаков преимагинальных фаз в будущем потребует дополнительного подтверждения. Однако не приходится сомневаться, что у рассматриваемых здесь видов преимагинальные фазы, вопреки их значительной изменчивости, все же сохраняют свои специфические видовые особенности. В этом отношении следует упомянуть *A. siro* и *A. farris*, личинки и нимфы которых отличаются друг от друга величиной вентрального шипа на лапках I и II по отношению к соответствующему коготку. Это один из немногих признаков, по которым названные виды отличаются друг от друга и в половозрелом состоянии [3]. Следовательно, видовую самостоятельность *A. siro* и *A. farris* благодаря выявленным отличиям в фазах личинок и нимф, можно считать еще более очевидной.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.4.1974)

ზოოლოგია

ბ. ჰაჯაია

ზოგიერთი აკარიდის პრეიმადინალური სისტემატიკის
 მორფოლოგიური დასაბუთება (გვარები ACARUS L. და
 TYROPHAGUS OUDS.)

რეზიუმე

შესწავლილია *Acarus* და *Tyrophagus* სახეობათა არაზრდასრული ფაზების მორფოლოგიური ნიშნების ცვალებადობა და სხვა თავისებურებანი და ამის საფუძველზე შედგენილია ამ სახეობათა სარკვევი ტაბულები მატლები-სა და ჭუპრების მიხედვით.

G. Sh. KADZHAIA

MORPHOLOGICAL GROUND FOR PREIMAGINAL TAXONOMY
OF SOME ACARIDAE (GENERA *ACARUS* L. AND *TYROPHAGUS*
OUDS.)

Summary

Some evidence is presented on the variability of the morphological properties of preimaginal stages of *Acarus* and *Tyrophagus* species. The keys to the species on larvae, proto- and tritonymphs are drawn.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Ш. Каджая. Конфер. по вопр. теорет. и эксл. биологии. Тезисы докладов. Тбилиси, 1972.
2. А. А. Захваткин. Тироглифидные клещи. Фауна СССР, Паукообразные, 6 (1). М., 1941.
3. D. A. Griffiths. Bull. Brit. Museum (Nat. Hist.) Zool., II (6), 1964.

Т. К. ЖОРДАНИЯ

ВЗАИМООТНОШЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЯДРА И КОЛИЧЕСТВА ДНК *BALANTIDIUM COLI* В ЧАС ПЕРЕСЕВА И СПУСТЯ 20 ЧАСОВ ПОСЛЕ ПЕРЕСЕВА

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 10.3.1974)

Некоторыми авторами сделана попытка количественного определения ДНК в балантидиях [1, 2].

З. С. Исаакян [2] установил, что макронуклеус *B. coli* является высокополиплоидным ядром и вся масса его ДНК заключена в хромосомах.

Однако до сих пор в литературе мы не встретили данных о взаимоотношении показателей площадей и количества ДНК *B. coli*. Установление таких параметров чрезвычайно важно, поскольку по показателям площадей и количеству ДНК отдельно и по взаимоотношению названных показателей можно судить о функциональном состоянии *B. coli*, в частности о наличии или об отсутствии их готовности к размножению в момент исследования. Указанное будет иметь большое значение для совершенствования диагноза названных простейших с указанием степени потенции размножения протозоа в момент исследования больных балантидиозом, а также для решения вопросов эпидемиологии.

Исходя из сказанного мы поставили задачу определить в культурах площадь ядер этих простейших, количество ДНК с последующим сопоставлением указанных параметров. Определение площади ядер и количества ДНК в них проводилось в препаратах, окрашенных по Фельгену, путем прямой цитофотометрии на цитофотометре, сконструированном по принципу цитофотометра МФ-4 Александровым, Грибановским и Чернухом. Объектом исследования служили балантидии человека в час пересева и по истечении 20 часов после пересева. В предыдущей нашей работе [3] было показано, что на 21—26-й час после пересева начинается готовность конъюгации, выявляющаяся в группировании особей, а к 26 часам происходит завершение процесса конъюгации. В этой работе были установлены морфологические особенности до, в период и после конъюгации. Результатам этих исследований мы придали диагностическое и эпидемиологическое значение.

Однако в упомянутой работе нами не были даны имеющие значение для диагностики и эпидемиологии морфологические особенности *B. coli* предпредконъюгации. Следовательно, появилась необходимость проведения карнометрии и определения количества ДНК спустя 20 часов после пересева, т. е. в предпредконъюгационный период.

По данным настоящих исследований, в час пересева и по истечении 20 часов после пересева площадь ядер *B. coli* представлена пятью классами: I класс — 0,8 мк², II класс — 1,3—1,6 мк², III класс — 2,4 мк², IV класс — 2,6—2,8 мк², V класс — 3,1—3,8 мк².

В час пересева площадь ядер *B. coli* представлена тремя классами: I класс — 0,8 мк², II класс — 1,3—1,6 мк², III класс — 2,4 мк². I класс состоит из 4 особей, II класс — из 32 особей, III класс — из 20 особей. Следовательно, в час пересева показатели площадей ядер *B. coli* находятся в пределах 0,8—2,4 мк². Средние показатели составляют $1,5 \pm 0,5$ мк².

По истечении 20 часов после пересева площадь ядер *B. coli* представлена двумя классами: IV класс — 2,6—2,8 мк², V класс — 3,1—3,8 мк². IV класс состоит из 20 особей, V класс — из 40 особей. Следовательно, по истечении 20 часов после пересева показатели площадей ядер *B. coli* находятся в пределах 2,6—3,8 мк². Средние показатели составляют $3,2 \pm 0,4$ мк².

Приведенные данные показывают, что после пересева уже к 20 часам резко увеличена площадь ядер *B. coli*. Средние показатели площади ядер *B. coli* по истечении 20 часов после пересева в 2 раза превышают соответствующие показатели *B. coli*, имеющиеся в час пересева. Наряду с этим, минимальные показатели площадей ядер *B. coli* по истечении 20 часов более чем в 3 раза превышают соответствующие показатели *B. coli* в час пересева. Максимальные показатели площадей ядер *B. coli* спустя 20 часов после пересева более чем в 1,5 раза больше, чем соответствующие показатели в час пересева. Все сказанное дает основание считать, что площадь ядер *B. coli* по истечении 20 часов после пересева достигает больших размеров и значительно превышает размеры ядер, имеющиеся в час пересева.

При определении путем прямой цитофотометрии количества ДНК у *B. coli* в час пересева и спустя 20 часов после него можно выделить шесть классов ядер *B. coli*: I класс — 0,5—0,7 у. е., II класс — 1,0—1,8 у. е., III класс — 2,0—2,6 у. е., IV класс — 3,5—3,9 у. е., V класс — 4,4—4,8 у. е., VI класс — 5,4 у. е.

В час пересева по количеству ДНК выделяются три класса: I класс — 0,5—0,7 у. е., II класс — 1,0—1,8 у. е., III класс — 2,0—2,6 у. е., I класс состоит из 12 особей, II класс — из 40 особей, III класс — из 8 особей. Следовательно, в час пересева количество ДНК ядер *B. coli* находится в пределах 0,5—2,6 у. е. Средние показатели количества ДНК составляют $1,4 \pm 0,4$ у. е.

Спустя 20 часов после пересева по количеству ДНК выделяются три класса ядер: V класс — 3,5—3,9 у. е., VI класс — 4,4—4,8 у. е., VII класс — 5,4 у. е. V класс состоит из 24 особей, VI класс — из 32 особей, VII класс — из 4 особей. Следовательно, спустя 20 часов после пересева количество ДНК ядер *B. coli* находится в пределах 3,5—5,4 у. е. Средние показатели количества ДНК равняются $4,5 \pm 0,5$ у. е.

Таким образом, после пересева уже к 20 часам резко увеличено количество ДНК в ядрах *B. coli*. Спустя 20 часов после пересева средние показатели количества ДНК почти в 3 раза превышают соответствующие показатели, имеющиеся в час пересева. Минимальные показатели количества ДНК в 7 раз больше соответствующих показателей, регистрируемого в час пересева. Максимальные показатели количества ДНК в *B. coli* спустя 20 часов после пересева более чем в 2 раза превышают соответствующие показатели в час пересева. Все это позволяет считать, что к 20 часам после пересева в *B. coli* происходит увеличение количества ДНК.

Поскольку площадь ядер *B. coli* в час пересева находится в пределах 0,8—2,4 мк², а спустя 20 часов после пересева ядра всех особей увеличены, можно полагать, что, судя по количеству ДНК, обнаруженному в час пересева в ядрах с неизменными размерами, последние являются диплоидными, ядра же характеризующиеся большей площадью по истечении 20 часов после пересева, содержащие значительно большее, чем в час пересева, количество ДНК, следует считать гиперплоидными.

На основе проведенных исследований можно сделать заключение, что после пересева в культурах *B. coli* происходит увеличение объема ядер и содержания в них ДНК и, следовательно, 20 часов после пересева представляет собой предпредкониюгационный период, т. е. период, в котором особи готовятся к размножению.

В результате исследований выясняется, что если у *B. coli* имеются ядра с площадью 2,6—3,8 мк² и количеством ДНК 3,5—5,4 у. е., то можно полагать, что они находятся в определенном функциональном состоянии, т. е. в стадии готовности к размножению. В качестве диагностического теста можно принять соотношение площади ядер и количество ДНК, равное у *B. coli* в час пересева $1,5 \pm 0,5; 1,4 \pm 0,4$, а по истечении 20 часов после пересева — $3,2 \pm 0,4; 4,5 \pm 0,5$.

Тбилисский государственный
медицинский институт

(Поступило 12.4.1974)

ციტოლოგია

თ. შორაღანი

ადამიანის ბალანტიდიუმის (*BALANTIDIUM COLI*)
ბირთვის ფართის და ღწმ-ის ურთიერთდამოკიდებულების
შესახებ ბალანტიდიუმის დროს და ბალანტიდიუმის
20 საათის შემდეგ

რეზიუმე

კონიუგაციის წინა პერიოდში ადამიანის ბალანტიდიუმების კულტურაში, დასახელებულ პროტოზოათა ბირთვის ფართისა და ღწმ-ის რაოდენობის ურთიერთდამოკიდებულებათა დადგენის საფუძველზე გამოირკვა, რომ გადათესვის დროს ბირთვის ფართის შეფარდება ღწმ-ის რაოდენობასთან გამოიხატება $1,5 \pm 0,5; 1,4 \pm 0,4$; გადათესვიდან 20 საათის გავლის შემდეგ — $3,2 \pm 0,4; 4,5 \pm 0,5$. აღნიშნული მაჩვენებლების გამოყენება შეიძლება პრაქტიკული მუშაობის დროს ბალანტიდიუმების გამრავლების პოტენციის ხარისხის განსაზღვრისათვის.

Т. К. ZHORDANIA

RELATIONSHIP OF THE NUCLEAR AREA AND THE
QUANTITY OF DNA OF THE *BALANTIDIUM COLI*
DURING THE HOUR OF CULTIVATION AND 20
HOURS AFTER RECULTIVATION

Summary

Correlation of the protozoan nuclear area in question and the quantity of DNA of the *Balantidium coli* shows that the ratio of nuclear area and the DNA quantity is 1.6:1.4 during the hour of cultivation and 3.1:4.2 within 20 hours of recultivation. These indices can be used in the practice of determining the potency of *B. coli* for multiplication just at the time of investigation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. К. Жордания. Успехи протозоологии. III Международный конгресс протозологов. Л., 1969.
2. З. С. Исаакян. Успехи протозоологии. III Международный конгресс протозологов. Л., 1969.
3. Т. К. Жордания. Сообщения АН ГССР, 68, № 1, 1972.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

ЗИГ. А. ЗУРАБАШВИЛИ, Т. А. ЧУРАДЗЕ

УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЦНС ПРИ ПНЕВМОНИИ В РАННЕМ ДЕТСКОМ ВОЗРАСТЕ

(Представлено академиком А. Д. Зурабашвили 4.4.1974)

В данной статье описаны ультраструктурные сдвиги в ЦНС детей, умерших от пневмонии. Возраст детей от 2 до 8 месяцев. Продолжительность заболевания от 1 до 4 дней. Клинический материал представлен пятью случаями. Во всех случаях имели место тяжелые формы бронхопневмонии (диффузно-интерстициальная, очагово-катаральная, гнойная). Диагноз подтвержден клинико-лабораторными и морфологическими исследованиями. Вскрытие произведено спустя 2 часа после смерти. Вырезывались следующие участки мозга: корковые поля 4,17, гипоталамус (передний, средний и задний отделы), зрительные бугры. Вырезанные кусочки переносились в свежую каплю охлажденной из льду фиксирующей жидкости и измельчались. Фиксация производилась в 2% растворе четырехокси осмия при рН 7,6—7,8 на С-коллидиновом буфере. После обезвоживания материала кусочки заливались в эпон и резались на ультратоме «Райхерт» (Австрия). Толщина срезов в подавляющем большинстве случаев составляла 300—400 А°. После контрастирования и высушивания срезы просматривались в электронном микроскопе типа УЭМВ-100В при ускоряющем напряжении 75 кв.

Изучение секционного материала показывает, что матрикс цитоплазмы довольно низкой электронной плотности и органеллы вырисовываются четко. Между органеллами отмечаются «пустоты». Особенно низкая электронная плотность матрикса наблюдается в 4-м поле коры мозга. Цистерны эндоплазматического ретикулума уменьшены, каналцы резко извиты, диаметр их неоднородный. Местами каналцы эндоплазматической сети собраны в плотные пакеты. В основном наблюдаются агранулярная эндоплазматическая сеть, резкое уменьшение количества рибосом, агглютинация рибосом. Небезынтересно отметить, что на препаратах отмечаются также рибосомы со светлым центром, крупные по величине. Особенно много таких рибосом в переднем отделе гипоталамической области. Изменение эндоплазматической сети в 4-м поле представлено сильнее, чем в гипоталамусе.

Канальцы аппарата Гольджи численно уменьшены, извиты, неравномерно расширены. Цистерны аппарата Гольджи резко уменьшены, по величине небольшие. Митохондрии в основном крупные, набухшие, разрушены, кристы единичные, короткие, матрикс митохондрий светлый, мембраны носят осмиофильный характер. Местами отсутствует контурность листков мембраны митохондрий. Особенно интенсивные изменения со стороны митохондрий наблюдаются в 4-м поле и в переднем отделе гипоталамической области.

Лизосомы крупные, края их частично разрушены. Содержимое лизосом высокой электронной плотности. Особенно много разрушенных

лизосом в коре мозга и в переднем отделе гипоталамуса. В заднем отделе гипоталамической области лизосомы мелкие и хорошо контурированы.



Рис. 1. Электронограмма. Средний отдел гипоталамуса. Олигодендроглия. Хроматин перераспределен, крупноглыбчатый, нуклеоплазма светлая. Ядерная мембрана осмиофобна. На фоне осмиофобного матрикса цитоплазмы отмечаются осмиофильные лизосомы. Аппарат Гольджи уменьшен. Митохондрии разрушены ($\times 18000$)

Ядерный хроматин перераспределен, крупноглыбчатый, часто крупные глыбки хроматина образуют скопления. Особенно много скоплений крупноглыбчатого хроматина около края ядра. Нуклеоплазма низкой электронной плотности, и поэтому зернышки хроматина вырисовыва-



Рис. 2. Электронограмма. Передний отдел гипоталамуса. Пресинаптическая терминаль, мембрана неоднородной электронной плотности. Матрикс светлый, пузырьки образуют скопления, слипшиеся, содержимое слабо осмиофильное. Края слабо контурированы. Митохондрии набухшие, кристы разрушены, матрикс митохондрий темный

ются четко. Мембрана огрубевшая, извитая. Особенно резко огрубевший внутренний листок ядерной мембраны. Между листками мембраны часто наблюдаются полости различной формы и величины. Местами листки мембраны склеены, отмечается большое число мест со стертой контурностью. Изменения четко представлены в 4-м поле и в переднем

отделе гипоталамической области. В заднем отделе гипоталамуса изменения умереннее. Большой периваскулярный ореол наблюдается при изучении нейронов 4-го поля и переднего отдела гипоталамической области. Ядерные поры уменьшены. Форма ядра изменена, ядро приобретает лапчатость. Ядрышки высокой электронной плотности, компактные. Слоистость миелина отсутствует, аксоплазма резко обеднена фибриллярными элементами. Разволокнение миелиновых волокон на электронограммах встречается редко.

Пресинаптическая терминаль резко огрубевшая. Матрикс низкой электронной плотности. Митохондрии разрушены, синаптические пузырьки мелкие, скопления их небольшие и расположены в основном около пресинаптической щели.

Мембрана дендритных отростков извита, особенно наружная, осинофильна, местами листки мембраны носят склеенный характер, часто контур мембраны отсутствует. Митохондрии разрушены, лизосомы низкой электронной плотности, слабо контурируются. Особенно четкие сдвиги наблюдаются в 4-м поле.

Со стороны капилляров отмечаются огрубение и извитость базальной мембраны.

В клетках астроцитарной глии хроматин перераспределен, крупноглыбчатый (особенно много хроматина около края ядра). Ядерная мембрана неоднородной электронной плотности, извита. Местами листки мембран слипшиеся. Отмечается небольшой перинуклеарный ореол. Митохондрии разрушены. Аппарат Гольджи резко уменьшен. Отмеченные изменения касаются в основном 4-го поля и переднего отдела гипоталамуса, значительно слабее изменения представлены в заднем отделе гипоталамуса и зрительного бугра.

Изучение олигодендроглии показывает, что изменения имеют место как со стороны ядра, так и со стороны цитоплазмы. Митохондрии разрушены, эндоплазматическая сеть изменена, уменьшена, аппарат Гольджи также уменьшен.

Изучение секционного материала приводит нас к выводу, что при пневмонии раннего детского возраста в нейронах головного мозга (особенно в 4-м поле) развиваются тяжелые структурные изменения.

НИИ психиатрии
им. М. М. Асатиани
МЗ ГССР

НИИ педиатрии
МЗ ГССР

(Поступило 5.4.1974)

მასპარეზობს შირაზის უნივერსიტეტი

ფიზ. ზურაბაშვილი, თ. ზურაბი

ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში ულტრასტრუქტურული ცვლილებები ადრეული ასაკის ბავშვთა პნევმონიის დროს

რეზიუმე

შესწავლილია ცენტრალური ნერვული სისტემის ულტრასტრუქტურული ცვლილებები პნევმონიისაგან გარდაცვლილ 2—8 თვის ასაკის ბავშვებში. დაავადების ხანგრძლივობა 2—4 დღეს უდრიდა. კლინიკურ-პათო-მორფოლოგიური მასალა 5 შემთხვევითაა წარმოდგენილი. ყველა შემთხვევაში აღვლილი ჰქონდა ბრონქოპნევმონიის მძიმე შემთხვევებს. შესწავლილია მე-4, მე-17 ქერქული ველები, ჰიპოთალამუსი (წინა, შუა და უკანა მილა-

მოები), მხედველობის ბორცვი. მასალის ულტრასტრუქტურული შესწავლით დადგინდა, რომ აღრეული ასაკის ბავშვთა პნევმონიის დროს თავის ტვინის ნეირონებში (განსაკუთრებით მე-4 ველში) მძიმე სტრუქტურული ცვლილებები ვითარდება.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

Zig. A. ZURABASHVILI, T. A. CHURADZE

ULTRASTRUCTURAL CHANGES IN THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM DURING PNEUMONIA IN INFANTS

Summary

The present paper describes the ultrastructural changes in the CNS of babies aged from two to eight months who died of pneumonia. The disease lasted from two to four days. The authors describe five cases, all of them being severe forms of bronchopneumonia. Cortical fields have been studied; 4,17 hypothalamus (the anterior, the medial and the posterior portions), and optic thalami. Ultrastructural examination of the post mortem material leads the authors to the conclusion that during pneumonia in infancy grave structural changes develop in the neurons of the brain, particularly in the fourth field.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Т. А. ЧУРАДZE

СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ГИПОТАЛАМИЧЕСКОЙ
ОБЛАСТИ ПРИ ПНЕВМОНИИ У ДЕТЕЙ ГРУДНОГО
ВОЗРАСТА (СЕКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ)

(Представлено академиком А. Д. Зурабашвили 4.4.1974)

Клиническими и экспериментальными исследованиями ([1—3] и др.) было показано важное значение состояния нервной системы в патогенетических механизмах пневмонии.

В специальной литературе имеются работы по изучению структурных изменений в ЦНС при пневмонии ([4,5] и др.) Однако вопрос патоморфологии гипоталамической области при пневмонии изучен недостаточно и требует дальнейшего уточнения.

В настоящем сообщении излагаются результаты изучения гипоталамической области (передний, средний и задний отделы) при пневмонии у детей грудного возраста.

Материал представлен пятью случаями пневмонии у детей в возрасте от 1,5 до 8 месяцев (секционный материал). Во всех случаях имела место тяжелая бронхопневмония (диффузно-интерстициальная, очагово-катаральная, гнойная). Диагноз подтверждался клинико-лабораторными и морфологическими исследованиями.

Для микроскопического исследования брались передняя, средняя и задняя гипоталамические области [6]. Материал фиксировался в 96% спирте и 70% пиридине, окрашивался по методу Ниссля и гематоксилин-эозином, импрегнировался серебром по Кахалу. Одновременно подсчитывалось число как свободно лежащих клеток глии, так и перинейрональных сателлитов. За сателлиты принимались ядра тех глиальных клеток, которые непосредственно прилегают к телу нейрона или к дендриту или же удалены от тела нейрона на расстояние, не превышающее диаметра глиального ядра. Сателлиты подсчитывались лишь вокруг тех нейронов, у которых в плоскости среза имеется ядрышко. Подсчет клеток глии велся при увеличении ок. 10×, об. 40×. Числовые показатели усреднялись.

Изучение переднего отдела гипоталамической области показывает наличие большого количества сморщенных, перекрашенных нейронов. Дендриты извиты и прослеживаются на большом расстоянии. В набухших нейронах тигроид перераспределен, собран в глыбки, между которыми наблюдаются «пустые», неокрашенные места, тела их вакуолизированы. Ядра дислоцированы, светлые, хроматин перераспределен. Ядрышки несколько набухшие, местами отмечается двуядрышковая структура. Со стороны глии имеет место интенсивная реакция. Число свободно лежащих клеток глии составляет в среднем 66, число перинейрональных сателлитов, удаленных на расстояние одного глиального ядра, — 20, число непосредственно прилегающих к телу клеток глии — 14. Со стороны сосудов отмечаются стаз, извитость, сильный отек. Методом

импрегнации нейронов выявляется сильная аргентофильность нервных клеток и их дендритных отростков. Дендритные отростки извиты, местами наблюдаются их вздутия, а также «окна». Особенно в апикальных частях дендритов отмечается большое количество мест с неправильной дихотомизацией. Тонкая межклеточная сеть волоконцев огрубевшая, извитая.

Что касается среднего отдела гипоталамической области, то количество сморщенных нейронов здесь единичное, нейроны претерпевают в основном набухание, цитоплазма их сильно вакуолизирована. Ядра набухшие, дислоцированы, ядрышки мелкие, окрашены интенсивно. Хроматин светлый. Тигроид перераспределен. Дендриты прослеживаются на большом расстоянии, местами набухшие. Число свободно лежащих клеток глии равно в среднем 76, число перинейрональных сателлитов, удаленных на расстояние не более одного глиального ядра, — 21, число перинейрональных связанных сателлитов — 3. Сосудистая стенка извита, отмечаются стаз и небольшой периваскулярный отек. Методом Кахала выявляется переимпрегнация дендритных отростков. Тела нервных клеток местами слабо переимпрегнированы. В дендритных отростках наблюдаются потеря нейрофибрилярной исчерченности, небольшие вздутия на дендритах. Тонкая межклеточная сеть волоконцев носит огрубевший характер, извита.

Со стороны заднего отдела гипоталамуса отмечаются набухание тел нейронов, небольшая вакуолизация, тигроид перераспределен. Ядра набухшие. Хроматин крупноглыбчатый. Число свободно лежащих клеток глии составляет в среднем 77, число перинейрональных сателлитов, удаленных на расстояние одного глиального ядра, — 12, число перинейрональных сателлитов, непосредственно прилегающих к телу нервной клетки, — 11. Сосуды извиты, имеют место слабый отек, небольшой стаз. Методом Кахала выявляется небольшая извитость дендритов, нейрофибрилярная исчерченность стерта. На дендритах единичные «окна». Дихотомизация местами нарушена (особенно в верхушечном отделе дендрита). Тела нервных клеток переимпрегнированы довольно слабо. Тонкая межклеточная сеть волоконцев извита, огрубевшая, переимпрегнирована.

Изучение материала показывает, что наиболее интенсивные изменения отмечаются при пневмонии в переднем отделе гипоталамической области.

Институт психиатрии
 им. М. М. Асатиани
 МЗ ГССР

Институт педиатрии
 МЗ ГССР

(Поступило 5.4.1974)

მასპარეზობს მორფოლოგია

თ. ზურაბიძე

პიკოტალამუსის მიდამოს სტრუქტურული ცვლილებები
 აღრეული ასაკის ბავშვთა პნევმონიის დროს

რ ე ზ ი მ ე

შესწავლილია პიკოტალამუსის მიდამო აღრეული ასაკის ბავშვთა პნევმონიის დროს.

სექციური მასალის მონაცემებით დადგენილ იქნა ინტენსიური სტრუქტურული ცვლილებები პიკოტალამუსის წინა მიდამოში.

T. A. CHURADZE

STRUCTURAL CHANGES OF THE HYPOTHALAMUS OCCURRING
IN INFANTS SUFFERING FROM PNEUMONIA

Summary

The findings of a study of the hypothalamus of infants suffering from pneumonia are presented. A study of post-mortem material has shown that the most intensive pathoarchitectonic changes are observable in the anterior portion of the hypothalamus.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ц. Ф. Домбровская. Вестник АМН СССР, № 3, 1960, 9.
2. Б. Б. Кречмер. Педиатрия, № 1, 1947, 13.
3. А. М. Чернух. ДАН СССР, нов. сер., т. IXXI, № 5, 1950, 1001.
4. Б. Р. Нанейшвили, Т. А. Чурадзе. Вопросы психиатрии, 1965, 120.
5. М. С. Бокерия, Б. Р. Нанейшвили и Г. И. Нижарадзе. Сообщения АН ГССР, 26, № 5, 1961, 619.
6. А. Л. Поленов. Гипоталамическая нейросекреция. Л., 1968.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

И. К. ПАГАВА (член-корреспондент АН ГССР), Г. И. ЦИНЦАДZE,
 М. А. ИЛУРИДZE-СТУРUA

ФАЗОВАЯ СТРУКТУРА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТОЛЫ У
 ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТНОМ АСПЕКТЕ ОТ 1 ДНЯ
 ДО 16 ЛЕТ ВКЛЮЧИТЕЛЬНО

Анатомо-физиологические особенности сердечно-сосудистой системы детей в различные периоды их роста и развития, естественно, находят отражение на электрокардиограмме ребенка, которая значительно изменяется соответственно возрасту.

Исходя из этого нами получены показатели электрической систолы и ее отдельных фаз в возрастном аспекте у 380 детей от 1 дня до 16 лет включительно.

Анализ структуры электрической систолы у здоровых новорожденных детей в возрасте 1—5 дней привел к заключению, что фаза возбуждения почти в 2 раза больше, чем фаза прекращения возбуждения.

У здоровых детей в возрасте 6—10 дней фазовая структура электрической систолы в основном та же, что и у детей в возрасте 1—5 дней, с тем лишь незначительным отличием, что время возбуждения уменьшается и соответственно изменяется соотношение с временем прекращения возбуждения, наблюдавшееся у детей в возрасте 1—5 дней.

Таким образом, с возрастом ребенка в периоде новорожденности время возбуждения миокарда несколько уменьшается при одновременном увеличении времени прекращения возбуждения.

В табл. 1 приведены показатели фазовой структуры электрической систолы сердца у здоровых детей в возрастном аспекте.

Таблица 1

Показатели фазовой структуры электрической систолы сердца у здоровых детей в возрастном аспекте от 1 дня до 16 лет включительно (сек)

Возраст	RR	Ритм	QT	QT ₁	T ₁ T
1—5 дней	0,42	142	0,22	0,13	0,08
5—10 дней	0,40	150	0,22	0,13	0,09
1—3 года	0,55	109	0,283	0,16	0,12
4—7 лет	0,615	98	0,30	0,18	0,12
8—11 лет	0,65	92	0,32	0,20	0,12
12—16 лет	0,73	82	0,34	0,21	0,12

Электрическая систола QT состоит из фазы возбуждения QT₁ (фаза деполяризации QRS и фаза нивелирования разницы потенциалов — сегмент ST) и фазы прекращения возбуждения (реполяризация) T₁T.

Показатели фазовой структуры электрической систолы сердца у
 здоровых детей в возрастном аспекте по годам

Возраст	Параметры	RR	QT	QT ₁	T ₁ T	Ритм
1—5 дней	Min—Max	0,35—0,50	0,17—0,31	0,10—0,21	0,04—0,10	142
	M±m ±σ	0,42±0,007 ±0,04	0,22±0,002 ±0,01	0,14±0,005 ±0,03	0,08±0,007 ±0,04	
6—10 дней	Min—Max	0,35—0,45	0,16—0,32	0,10—0,14	0,06—0,10	150
	M±m ±σ	0,41±0,007 ±0,04	0,22±0,007 ±0,04	0,13±0,002 ±0,01	0,09±0,005 ±0,03	
1 год	Min—Max	0,50—0,70	0,22—0,34	0,14—0,20	0,08—0,14	97
	M±m ±σ	0,62±0,013 ±0,06	0,30±0,002 ±0,01	0,18±0,009 ±0,04	0,12±0,009 ±0,04	
2 года	Min—Max	0,58—0,50	0,25—0,30	0,14—0,17	0,09—0,14	125
	M±m ±σ	0,48±0,004 ±0,02	0,27±0,004 ±0,02	0,16±0,009 ±0,04	0,12±0,002 ±0,01	
3 года	Min—Max	0,50—0,60	0,25—0,32	0,15—0,18	0,10—0,14	112
	M±m ±σ	0,55±0,007 ±0,03	0,29±0,011 ±0,05	0,16±0,008 ±0,04	0,12±0,008 ±0,04	
4 года	Min—Max	0,50—0,65	0,27—0,32	0,15—0,20	0,11—0,14	103
	M±m ±σ	0,58±0,009 ±0,04	0,29±0,002 ±0,01	0,17±0,009 ±0,04	0,12±0,002 ±0,01	
5 лет	Min—Max	0,50—0,60	0,30—0,34	0,16—0,20	0,12—0,15	105
	M±m ±σ	0,57±0,02 ±0,01	0,32±0,002 ±0,01	0,18±0,013 ±0,06	0,14±0,002 ±0,01	
6 лет	Min—Max	0,50—0,75	0,27—0,16	0,16—0,20	0,10—0,16	95
	M±m ±σ	0,63±0,016 ±0,07	0,31±0,007 ±0,03	0,19±0,004 ±0,02	0,13±0,007 ±0,03	
7 лет	Min—Max	0,60—0,80	0,30—0,36	0,19—0,22	0,10—0,14	87
	M±m ±σ	0,69±0,016 ±0,07	0,33±0,004 ±0,02	0,20±0,004 ±0,02	0,12±0,004 ±0,02	
8 лет	Min—Max	0,55—0,75	0,30—0,36	0,19—0,23	0,11—0,16	94
	M±m ±σ	0,64±0,020 ±0,09	0,32±0,007 ±0,03	0,20±0,009 ±0,04	0,12±0,002 ±0,01	
9 лет	Min—Max	0,55—0,75	0,30—0,34	0,18—0,22	0,11—0,14	92
	M±m ±σ	0,65±0,013 ±0,05	0,32±0,013 ±0,06	0,20±0,004 ±0,02	0,12±0,002 ±0,01	
10 лет	Min—Max	0,60—0,75	0,27—0,34	0,18—0,22	0,11—0,14	92
	M±m ±σ	0,65±0,001 ±0,05	0,32±0,004 ±0,02	0,20±0,004 ±0,02	0,12±0,002 ±0,01	
11 лет	Min—Max	0,50—0,90	0,28—0,35	0,18—0,32	0,10—0,13	87
	M±m ±σ	0,69±0,025 ±0,11	0,32±0,004 ±0,02	0,20±0,002 ±0,01	0,12±0,001 ±0,007	
12 лет	Min—Max	0,60—0,90	0,30—0,38	0,18—0,24	0,11—0,15	82
	M±m ±σ	0,73±0,022 ±0,10	0,34±0,007 ±0,03	0,21±0,004 ±0,02	0,13±0,002 ±0,01	
13 лет	Min—Max	0,70—0,85	0,30—0,35	0,19—0,22	0,10—0,12	79
	M±m ±σ	0,76±0,004 ±0,02	0,33±0,002 ±0,01	0,21±0,002 ±0,01	0,11±0,004 ±0,002	

Продолжение 2-й таблицы

Возраст	Параметры	RR	QT	QT ₁	TT ₁	Ритм
14 лет	Min—Max	0,64—0,90	0,33—0,36	0,20—0,24	0,10—0,14	79
	M±m ±σ	0,76±0,0020 ±0,09	0,34±0,004 ±0,02	0,22±0,0004 ±0,002	0,12±0,002 ±0,01	
15 лет	Min—Max	0,55—0,80	0,32—0,36	0,20—0,24	0,10—0,14	86
	M±m ±σ	0,70±0,036 ±0,16	0,34±0,018 ±0,08	0,22±0,005 ±0,024	0,12±0,004 ±0,02	
16 лет	Min—Max	0,58—1,10	0,32—0,37	0,18—0,24	0,12—0,14	
	M±m ±σ	0,76±0,040 ±0,18	0,35±0,004 ±0,02	0,22±0,04 ±0,019	0,13±0,002 ±0,01	

Результаты анализа фазовой структуры электрической систолы сердца позволяют заключить следующее: времена электрической систолы сердца и фазы возбуждения параллельно со временем полной инволюции сердца увеличиваются с определенной закономерностью в процессе возрастного развития ребенка, за исключением продолжительности фазы прекращения возбуждения, которая увеличивается в периоде раннего детства (1—5 дней, 5—10 дней и 1—3 лет), а затем стабилизируется и остается неизменной до конца детства.

Необходимо также отметить, что фаза прекращения возбуждения у новорожденных детей почти вдвое короче, чем фаза возбуждения. С возрастом (1—3 и 4—7 лет) это соотношение уменьшается, а в школьном возрасте (8—11 и 12—15 лет) фаза прекращения возбуждения вновь вдвое укорачивается по сравнению с фазой возбуждения.

Нами изучены также показатели фазовой структуры электрической систолы сердца у здоровых детей в возрастном аспекте по годам (табл. 2).

Согласно приведенным данным, времена полной инволюции сердца, электрической систолы и ее фаз с возрастом в основном увеличиваются. Рассмотрение показателей электрической систолы сердца у здоровых детей по годам дает следующую картину: показатель электрической систолы сердца в возрасте от 1 дня до 2 лет растет, в 2—3 года он меньше установленного в годовалом возрасте, затем вновь увеличивается (4, 5 и 6 лет), но к возрасту 7 лет обнаруживает укорочение по сравнению с установленным в каждой из групп трех предшествующих возрастов.

Таким образом, время электрической систолы у детей дошкольного возраста делает два спада: в 2—3 года и в 7 лет.

В школьном возрасте, начиная с 8 лет, время электрической систолы закономерно увеличивается.

Анализируя один из показателей фазовой структуры сердца — показатель времени возбуждения, делаем вывод, что от новорожденности до 1 года включительно он явно увеличивается, а в 2—3 года меньше, чем в 1 и 4 года, и достигает своего максимума к дошкольному возрасту.

Время фазы возбуждения в школьном периоде по годам закономерно увеличивается.

Время фазы прекращения возбуждения с возрастом каких-либо наглядных закономерных изменений не претерпевает.

В заключение можно сказать, что выявленные изменения изученных показателей деятельности сердца происходят в основном в дошкольном возрасте и претерпевают явные сдвиги в возрасте 2—3 и 7 лет.

НИИ педиатрии МЗ ГССР

(Поступило 28.3.1974)

მეცნიერებათა აკადემია

ივ. ჯალაღა, ბ. ცინცაძე, მ. ილურიძე-სტურა

ელექტრული სისტოლის ფაზური სტრუქტურა ჯანმრთელ
 ბავშვებში 1 დღიდან 16 წლამდე

რეზიუმე

ბავშვის განვითარების პროცესში გულის ელექტრული სისტოლის და მისი აგზნების ფაზის ხანგრძლივობა მატულობს გარკვეული კანონზომიერებით.

აგზნების ჩათავეების ფაზის ხანგრძლივობა მატულობს მხოლოდ ადრეული პერიოდის ბავშვთა ასაკში: 1—5 დღე, 5—10 დღე და 1—3 წ., შემდეგ ეს მაჩვენებელი სტაბილიზაციას განიცდის და რჩება უცვლელი ბოლომდე.

გამოვლინებულ ცვლილებებს ადგილი აქვს სკოლამდელი ასაკის ბავშვებში, განსაკუთრებით 2, 3 და 7 წლის ასაკში.

EXPERIMENTAL MEDICINE

I. K. PAGAVA, G. I. TSINTSADZE, M. A. ILURIDZE-STURUA

PHASE STRUCTURE OF THE ELECTRIC SYSTOLE IN HEALTHY
 CHILDREN AGED FROM 1 DAY TO 16 YEARS INCLUDING

Summary

The duration of the electric systole of the heart and that of the excitement phase increases with a certain regularity with age except the duration of the phase of ceasing of excitement. The length of the phase of cessation of excitement increases only during early childhood: 1-5 days, 5-10 days, 1-3 years. Then this index becomes established, remaining unchanged to the end of childhood.

These changes take place mainly at pre-school age, 2,3 and 7 years being crucial periods.

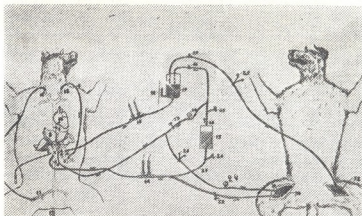
რ. ბოკირია, ზ. დუბაძე, დ. დუბაძე, ა. ბაბუა, ა. კირია, თ. ჯორბანაძე,
 ა. ბაბრატიონი, ლ. თევდორაძე, ც. ციციშვილი, მ. მახავარიანი

იზოლირებული ალო- და ქსენოლოგიკლის მასტრაკოროკორალური
 პერფუზია ღვიძლის მწვავე უკმარისობის დროს

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე. ფიფია 26.4.1974)

იზოლირებული ღვიძლის ექსტრაკორპორალური პერფუზია წარმოადგენს ორგანიზმის დეზინტოქსიკაციის მეტად პერსპექტიულ მეთოდს, რომელიც უკანასკნელ წლებში მკურნალობის მიზნით ფართოდ გამოიყენება ღვიძლის მწვავე უკმარისობის დროს [1—5].

ღვიძლის მწვავე უკმარისობის მკურნალობის მიზნით იზოლირებული ღვიძლის პერფუზიის ეფექტურობის შესასწავლად ჩავატარეთ 15 ექსპერიმენტი 25 ძაღლზე და 5 ღორზე. 10 შემთხვევაში იზოლირებული ალოლოგიკლი და 5 შემთხვევაში იზოლირებული ქსენოლოგიკლი (ღორის) მივუდგით ძაღლებს, რომელთაც წინასწარ გამოწვეული ჰქონდათ ღვიძლის მწვავე უკმარისობა.



სურ. 1. იზოლირებული ღვიძლის in situ მიდგმა რეციპიენტთან: 1) პორტო-კავალური ანასტომოზი; 2) კავა-კავალური ანასტომოზი; 3) კარის ვენა; 4) ღვიძლის არტერია; 5, 9) ქვემო ღრუ ვენა; 6) ხოლდოხუსი; 7) ნაღვლის ბუშტი; 8) ღვიძლი; 10) გული; 11) მხრის ვენა; 12) გარეთა საუღლე ვენა; 13) ბარძაყის ვენა; 14, 19) სისხლის ნაკადში pH-ის გამოომი ანალიტიკური მოწყობილობა; 15) ხელოვნური სისხლმიმოქცევის აპარატი ИСЛ-3; 26, 29) მორის მომჭერები; 17) სისხლის რეზერვუარი კარის ვენის ზემოთ; 18) ვენური წნევის აპარატი; 20, 24) ვერცხლის წყლის მანომეტრები; 21, 22, 23, 25, 26, 33) მომჭერები; 27, 28) შუნტები; 30) რეციპიენტის ბარძაყის ვენა; 31, 32) რეციპიენტის ბარძაყის არტერიები.

იზოლირებული ღვიძლის რეციპიენტის სისხლის მიმოქცევაში ჩართვამდე ვახდენდით მის სპეციალურ მომზადებას და ფუნქციური აქტივობის დადგენას შემდეგი ეტაპების მიხედვით: 1) ღვიძლის გამოყოფა ღონორის სისხლის მიმოქცევიდან; 2) ღვიძლის გამორეცხვა ერთიორციტებისაგან; 3) იზოლირებული ღვიძლის პერფუზია ხელოვნური სისხლმიმოქცევის აპარატის საშუალებით (ИСЛ-3); 4) იზოლირებული ღვიძლის მიდგმა რეციპიენტთან.



ჩვენს მიერ შემუშავებული ნეიროლეტნარკოზის ფონზე [6] ვახდენდი ღვიძლის გამოყოფას დონორის ორგანიზმში. საკუთარი ერთროციტებისაგან ნორმოთერმიული ხსნარით გამორეცხვის შემდეგ ვიწყებდით ღვიძლის პერფუზიას in situ.

იზოლირებული ღვიძლის ფუნქციური აქტივობის სრულყოფილი გამოვლინებისათვის საჭირო იყო პერფუზია 30 წუთის განმავლობაში, რის შემდეგ ვახდენდით მის ჩართვას რეციპიენტის სისხლის მიმოქცევაში.

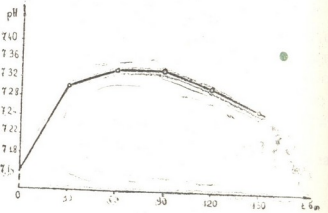
მიღმა წარმოებდა სისტემით „არტერია — ვენა“, ე. წ. „მართვითი პერფუზიის“ სქემის მიხედვით (სურ 1). მიღგმის ხანგრძლივობა შეადგენდა 2—2,5 საათს. დონორი შეირჩეოდა რეციპიენტზე 1,5—2-ჯერ ნაკლები წონის. პატარა ზომის ღვიძლი საშუალებას გვაძლევდა გვეწარმოებინა მისი პერფუზია რეციპიენტის სისხლით, მექანიკური ტუმბოს გარეშე.

მიღგმის დროს ვსწავლობდით პერფუზიის პარამეტრებს (წნევა კარის ვენაში და ღვიძლის არტერიაში, სისხლის მოცულობითი სიჩქარე, ღვიძლის ტემპერატურა, არტერიულ-ვენური სხვაობა ჟანგბადზე, სისხლის pH), ხოლო რეციპიენტის მდგომარეობის შეფასების მიზნით — მის საერთო კლინიკურ მდგომარეობას და სისხლის ბიოქიმიურ სურათს.

იზოლირებული ღვიძლის ექსტრაკორპორალური პერფუზიის ეფექტურობის შესასწავლად 3 დღით ადრე ცხოველებში ვიწვევდით ღვიძლის მწვავე უკმარისობას — ღვიძლის არტერიის, ნაღვლის ბუშტის და ნაღვლის საერთო სადინარის გადაკვანძვით და ამ უკანასკნელში CCl_4 -ის 0,1 მლ კგ წონაზე რეტროგრადულად შეყვანით. შხამის შეყვანიდან 3 დღის შემდეგ ვითარდებოდა ღვიძლის უკმარისობის სრული სიმპტომოკომპლექსი: ცხოველები ხდებოდნენ აღინამიურნი, გაღიზიანებაზე თითქმის არ პასუხობდნენ, სკლერებზე და ლორწოვან გარსებზე აღნიშნებოდათ მკვეთრად გამოხატული სიყვითლე. ღვიძლის ქსოვილის მორფოლოგია და სისხლის ბიოქიმიური სურათი მიუთითებდა მისი პარენქიმის მძიმე დაზიანებაზე.

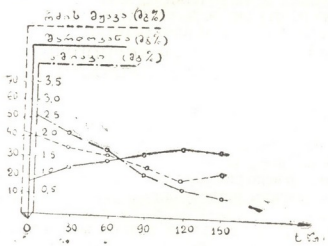
იზოლირებული ალო- და ქსენოღვიძლის მიღმა ასეთ ცხოველებში იწვევდა კლინიკური მდგომარეობის გაუმჯობესებას და ბიოქიმიური მაჩვენებლების ნორმალიზაციას. ერთდროულად ვიყენებდით სხვადასხვა სამკურნალო საშუალებას, რომლებიც აგრეთვე აღუმჯობესებდნენ იზოლირებულ ღვიძლში მიკროცირკულაციას (40%-იანი გლუკოზა ინსულინთან ერთად, ატფ, კოკარბოქსილაზა, B და C ჯგუფის ვიტამინები, დიმედროლი, ჰიდროკორტიზონი და სხვა).

სურ. 2. pH-ის ცვლილებები რეციპიენტის არტერიულ სისხლში იზოლირებული ღვიძლის რეციპიენტთან მიღგმის დროს



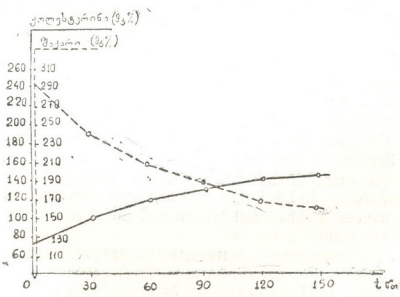
მიღგმიდან 0,5 საათის შემდეგ აღინიშნებოდა აციდოზის ლიკვიდაცია. 1,5 საათის შემდეგ კი პერფუზიის გაგრძელება იწვევდა აციდოზის გაღრმავებას (სურ. 2). 0,5 საათის შემდეგ მნიშვნელოვნად კლებულობდა ამიაკის კონცენტრაცია (სურ. 3). იზოლირებული ღვიძლი აქტიურად ახდენდა 1,5—2 საათის განმავლობაში შარდოვანის, გლიკოგენის, ქოლესტერინის სინთეზს, შემდეგ კი აღნიშნული ფუნქციები ქვეითდებოდა (სურ. 3, 4). ამავე პერიოდში რეციპიენტის არტერიულ სისხლში რძის მჟავის კონცენტრაცია ფიზიოლო-

გიურ მაჩვენებლებს უახლოვდებოდა. პერფუზიის გაგრძელება იწვევდა მისი კონცენტრაციის ზრდას (სურ. 3). ანალოგიურად იცვლებოდა პიროყურძნის მჟავის და კალიუმის იონის კონცენტრაციები. პიროყურძნის მჟავის კონცენტრაცია თუ პერფუზიამდე რეციპიენტის არტერიულ სისხლში იყო $3,26 \pm 0,16$ მგ%, 1,5 საათის შემდეგ აღწევდა $1 \pm 0,8$ მგ%, ხოლო შემდეგ შეინიშნებოდა მისი მომატება და პერფუზიის ბოლოს შეადგენდა $1,7 \pm 0,06$ მგ%. კალიუმის იონის კონცენტრაცია პერფუზიამდე შეადგენდა $3,3 \pm 0,2$ მექვ/ლ, ხოლო 1,5 საათის შემდეგ $4,9 \pm 0,8$ მექვ/ლ. პერფუზიის ბოლოს აღინიშნებოდა კალიუმის იონის კონცენტრაციის მაქსიმალური მომატება — $6,1 \pm 0,4$ მექვ/ლ.



სურ. 3. ამიაკის, შარდვანის და რძის მჟავის ცვლილებები რეციპიენტის არტერიულ სისხლში, იზოლირებული ღვიძლის რეციპიენტთან მიღმის დროს

პერფუზიის ბოლოსათვის აღნიშნული მაჩვენებლების მატება უნდა აიხსნას იზოლირებული ღვიძლის ფუნქციური აქტივობის დაქვეითებით და მასში ანაერობული გლიკოლიზის პროცესების ინტენსივობით, რომლებსაც აგრეთვე შესაძლებელია ხელს უწყობდეს რეციპიენტის ღვიძლის აუტოლიზის პროცესები.



სურ. 4. ქოლესტერინის სინთეზი და შაქრის უტილიზაცია, იზოლირებული ღვიძლის რეციპიენტთან მიღმის დროს

აღნიშნული მეთოდით მკურნალობის შედეგად, ცხოველების სიცოცხლის ხანგრძლივობა საშუალოდ გაიზარდა 10 დღემდე. მკურნალობის გარეშე ისინი იღუპებოდნენ მე-3—5 დღეზე.



ამრიგად, ღვიძლის მწვავე უკმარისობის მკურნალობის მიზნით ალო- და ქსენოღვიძლის ექსტრაკორპორალური პერფუზია უზრუნველყოფს რეციპიენტის ორგანიზმში ბიოქიმიური მაჩვენებლების ნორმალიზაციას, ინტოქსიკაციის მნიშვნელოვან შემცირებას და სიცოცხლის გახანგრძლივებას.

საქართველოს სსრ ჯანდაცვის სამინისტროს
ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიის
ინსტიტუტი

(შემოვიდა 26.5.1974)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Р. И. БОКЕРИЯ, Г. Г. ДУМБАДЗЕ, Д. И. ДУГЛАДЗЕ, А. М. ГАГУА,
А. О. КЕРДЗАЯ, Т. А. ДЖОРБЕНАДЗЕ, Э. Л. БАГРАТИОНИ,
Л. Ш. ТЕВДОРАДЗЕ, Ц. Д. ЦИЦИШВИЛИ, М. И. МАЧАВАРИАНИ
ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНАЯ ПЕРФУЗИЯ АЛЛО- И КСЕНОПЕЧЕНИ
ПРИ ОСТРОЙ ПЕЧЕНОЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

Резюме

Опыты проводились на 25 собаках и 5 свиньях.

Подсадка *in situ* производилась так называемой схемой «управляемой перфузии» по системе «артерия-вена» в течение 2—2,5 часов.

За 3 дня до перфузии у животных вызывалась острая печеночная недостаточность путем перевязки печеночной артерии, пузырного и общего желчного протока с последующим ретроградным введением CCl_4 в количестве 0,1 мл на кг веса.

Экстракорпоральная перфузия изолированной алло- и ксенопечени у таких животных обеспечивала нормализацию биохимических показателей, значительное уменьшение интоксикации и повышение продолжительности жизни.

EXPERIMENTAL MEDICINE

R. I. BOKERIA, G. G. DUMBADZE, D. I. DUGLADZE, A. M. GAGUA,
A. O. KERDZAIA, T. A. JORBENADZE, E. L. BAGRATIONI,
L. Sh. TEVDORADZE, Ts. D. TSITSISHVILI, M. I. MACHAVARIANI
EXTRACORPORAL PERFUSION OF ALLO- AND XENOLIVER
DURING ACUTE HEPATIC FAILURE

Summary

The experiments involved 25 dogs and 5 pigs. Temporary liver substitution *in situ* was performed by means of the so-called "controlled perfusion" scheme along the arteriovenous system for 2-2.5 hours. Three days before the perfusion an acute liver insufficiency was caused in the animals by ligating the liver artery, the urinary and common bile ducts, followed by retrograde administration of 0.1 ml CCl_4 per kg weight. Extracorporeal perfusion of isolated allo- and xenoliver ensured normalization of biochemical indices, a substantial lowering of intoxication- and an increase of the duration of life.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. А. Петров, Э. И. Гальперин и др. Хирургия, № 12, 1967, 84.
2. М. О. Стернин, В. И. Скорик и др. Хирургия, № 10, 1971, 8.
3. Э. И. Гальперин. Сб. «Печеночная недостаточность и вопросы трансплантации печени». М., 1972, 14.
4. В. Eiseman, Wyk J. Van, W. O. Grifen. Surg., Gynec. Obstet., 1966, v. 123, p. 523.
5. A. Alichniewicz, H. Zalech *et al.* Хирургия, 1971, № 10, 11.
6. რ. ბოკერია, ა. გაგუა. „საბჭოთა მედიცინა“, 1973, № 6.



УДК 616.988

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

А. Л. САГРАДЯН

ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ ИОНОВ НАТРИЯ, КАЛИЯ И ХЛОРА В СЕКРЕТЕ СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ У БОЛЬНЫХ ВИРУСНЫМ ГЕПАТИТОМ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 5.4.1974)

Как известно, обмен веществ между системами целостного организма осуществляется посредством ионов неорганических электролитов или органических веществ. Среди электрохимических явлений в организме важное значение имеют процессы, связанные с переносом ионов без изменения их зарядов и с образованием биоэлектрических потенциалов. Классическим исследованием многих авторов установлена определяющая роль ионов в электрической активности живых тканей [1]. Определение электролитов в биологических жидкостях и тканях представляет большой интерес при клинических и экспериментальных исследованиях [2].

За последние 10—15 лет заметное место в клинике лабораторных исследований заняли стеклянные электроды. Благодаря этому появилась возможность измерять активность одновалентных катионов в жидкостях и тканях, чего нельзя добиться пламенной фотометрией, а также методом радиоактивных изотопов, так как последний дает представление о динамике электролитных ионов лишь в ограниченных интервалах времени, а метод пламенной фотометрии позволяет измерять лишь общую концентрацию ионов, тогда как для оценки ионного транспорта представляет интерес измерение термодинамической концентрации ионов, т. е. их активности.

По мнению многих авторов [3, 4], патология влечет за собой изменения термодинамической концентрации ионов как в крови, так и в тканях. В литературе нет сведений об измерении активности ионов Na, K и Cl в секрете слюнных желез как в норме, так и при патологии. Нами была поставлена задача изучить при помощи стеклянных электродов на высокоомном патенциометре — рН-милливольтметре термодинамическую концентрацию ионов в секрете слюнных желез.

Для измерения активности рNa использовался электрод с натриевой функцией марки ЭСЛ-51—04, калия — с калиевой функцией марки ЭСЛ-96—10, хлора — с хлорной функцией марки ЭМ-Cl—01.

Термодинамическая концентрация ионов измерялась по способу [2]. Полученные данные оценивались по калибровочной кривой.

Термодинамическая активность ионов Na, K и Cl была изучена у 192 больных вирусным гепатитом. Из них легкая форма болезни была у 128 человек, среднетяжелая — у 25, тяжелая — у 3, вирусный гепатит с сопутствующими заболеваниями — у 9, постгепатитный цирроз печени — у 4, цирроз-рак — у 8, холецистит — у 4. Из общего числа больных мужчин было 120, женщин — 76. По возрасту: до 16 лет — 125.

человек, от 16 до 50 лет — 56, от 50 лет и выше — 15. Общее число 2617. Для установления исходных величин активности электролитов слюны были обследованы 32 донора (см. таблицу).

Активность потенциалов К, Na и Cl здоровых лиц

Потенциалы	Средняя величина потенциалов	Статистические показатели		Коэффициенты
		$\pm\sigma$	$\pm m$	
pK	1,50	0,12	0,02	pNa/pK = 1,32 pNa/pCl = 6,56
pNa	1,97	0,11	0,02	
pCl	0,30	0,07	0,01	

Измерение термодинамической концентрации ионов К, Na и Cl в слюне больных вирусным гепатитом при различных формах болезни в зависимости от степени тяжести заболевания и возраста представлено на рис. 1 и 2.

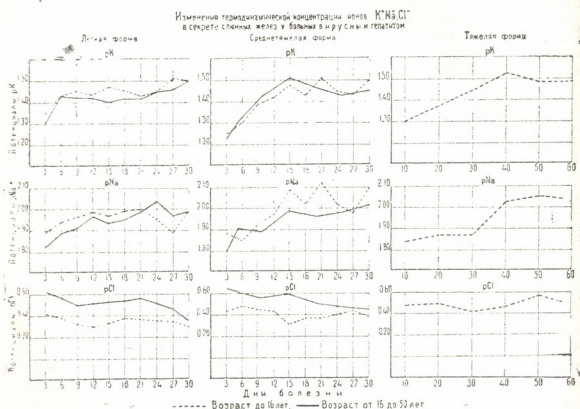


Рис. 1

Как видно из рис. 1, потенциалы К и Na в начальный период болезни и в период разгара понижены, в периодах угасания и выздоровления наблюдается волнообразное повышение потенциалов, величина которых при легкой форме болезни нормализуется, а при среднетяжелой и тяжелой формах не доходит до нормы. Эта закономерность видна во всех возрастных группах, но у лиц до 16 лет исследованный потенциал несколько выше.

Наблюдается взаимосвязь между степенью тяжести заболевания и величиной потенциала: чем тяжелее форма болезни, тем меньше величина потенциала.

Изменения термодинамической концентрации ионов K, Na, Cl

Рис. 2

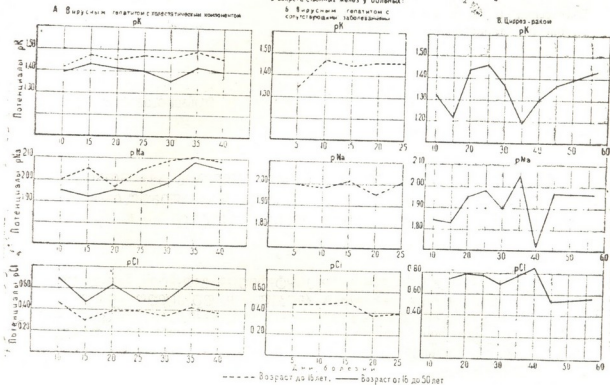


Рис. 2

Потенциалы Cl, в отличие от потенциалов K и Na, в начальный период и в период разгара достоверно повышены, а при выздоровлении при легкой форме нормализуются, при среднетяжелой и тяжелой формах находятся в верхних пределах зоны нормализации. С тяжестью болезни величина потенциалов возрастает. Показатели потенциалов у детей несколько ниже.

Так как потенциал представляет собой отрицательный логарифм ионов этих величин, то величины снижения потенциалов будут соответствовать повышению активности ионов и, наоборот, повышение потенциалов будет соответствовать понижению активности.

На основании приведенных данных можно заключить, что активность ионов в начальном и в остром периоде болезни у K и Na повышена, у Cl понижена, а в период выздоровления почти нормализуется. У детей изменения K и Na выражены в меньшей степени, а Cl — в большей.

Представляет некоторый интерес коэффициент pNa/pK . У здоровых людей он довольно постоянен (по нашим данным, в среднем равняется 1,32), а у больных вирусным гепатитом в остром периоде болезни повышен (1,52—1,65).

Коэффициент pNa/pCl колеблется в пределах 3,13—4,80 (при норме 6,56), что лишний раз подтверждает значительные сдвиги электролитного обмена при вирусном гепатите, имеющие большое диагностическое и прогностическое значение.

На основании вышесказанного заключаем, что изучение электролитного баланса в секрете слюнных желез у больных вирусным ге-

патитом может служить критерием оценки обменных процессов в организме, так же как и в крови. Исползованная методика очень проста и наиболее точна, что позволяет рекомендовать ее для широкого применения в клинической практике, как одного из критериев оценки тяжести заболевания и показателя выздоровления.

Тбилисский государственный институт
 усовершенствования врачей МЗ ГССР

(Поступило 20.4.1974)

ექსპერიმენტული მედიცინა

ა. საგრადიანი

ნატრიუმის, კალიუმის და ქლორის იონების აქტივობის
 ცვლილება ვირუსული ჰეპატიტით დაავადებულების
 სანერწყვე ჯირკვლის სეკრეტში

რეზიუმე

ვირუსული ჰეპატიტის დროს ჰომეოსტატიური გადახრის პარალელურად ორგანიზმში ადგილი აქვს სანერწყვე ჯირკვლების ფუნქციურ მოშლას, რაც გამოწვეულია კალიუმის და ნატრიუმის თერმოდინამიკური კონცენტრაციის მომატებით და ქლორის იონების აქტიურობის დაქვეითებით, რომლებიც მონაწილეობენ ნერწყვის დაქანგვა-აღდგენით პოტენციალში, აგრეთვე pH-ის ბალანსში.

EXPERIMENTAL MEDICINE

A. L. SAGRADYAN

VARIATION OF SODIUM-, POTASSIUM- AND CHLORINE ION
 ACTIVITY IN THE SALIVARY GLAND SECRETION OF
 PATIENTS WITH INFECTIOUS HEPATITIS

Summary

In patients with infectious hepatitis with homeostatic alterations the secretory function of salivary glands also changes due to increased thermodynamic concentration of potassium and sodium ions and decreased chlorine ion activity, contributing to the maintenance of redox potential of saliva as well as acid-base equilibrium.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Я. А. Эпштейн Труды Сталинабад. мед. ин-та им. Авиценны, т. 22, 1957.
2. Н. А. Онищенко и др. Биофизика, т. 10, вып. 4, 1965, 645—651.
3. J. A. M. Hinke. Nature, 184, 1959, 1257.
4. S. M. Friedman, E. D. Jamieson, J. A. M. Hinke, C. L. Friedman. Proc. Soc. Exptl. Biol. and Med., 69, 1958, 727.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Н. В. ГОГЕБАШВИЛИ, Е. Н. АХВЛЕДИАНИ,
 Г. А. ВАРАЗНАШВИЛИ

ТОКСИЧЕСКИЙ ФАКТОР В ОРГАНИЗМЕ КРЫС В РАННИЕ
 СРОКИ ТРАВМАТИЧЕСКОГО ШОКА

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 1.3.1974)

В патогенезе различных видов шока и в период выздоровления все большее внимание уделяется изучению роли аутоинфекции, аутоинтоксикации и в связи с этим механизмов детоксикации организма. Некоторые авторы считают, что аутоинфекция и аутоинтоксикация организма могут играть немаловажную роль в развитии необратимых изменений при шоке ([1, 2] и др.).

Исходя из этого, выяснение роли аутоэндотоксического фактора в развитии шока и необратимых изменений, наряду с изучением иммунологических сдвигов в организме, имеет большое теоретическое и практическое значение.

Задачей наших исследований было выявление в крови и органах крыс, подвергшихся травматическому шоку, токсического фактора, степени его токсичности и динамики локализации в зависимости от тяжести и продолжительности шока.

Опыты были проведены на 154 белых крысах весом 180—200 г и на 205 белых мышах весом 15—18 г.

Травматический шок разной степени тяжести воспроизводили у крыс на барабане, сконструированном по Ноблю и Коллипу [5], путем варьирования количества (200, 400, 600, 800, 1000) оборотов. Скорость вращения барабана составляла 43 об/мин. Тяжесть шока определяли по выживаемости животных в течение 7 суток с учетом продолжительности жизни, по клинической картине (общий вид и поведение, изменение частоты дыхания и ректальной температуры и т. д.), а также по патологоанатомическим изменениям внутренних органов. Процент летальности вычисляли по Риду и Минчу.

Токсический фактор определяли в динамике: сразу и через 1, 2 и 3 часа после воспроизведения шока разной степени тяжести.

Для выделения токсического фактора у крыс под эфирным наркозом стерильно забирали кровь и органы (легкое, селезенку, печень, почки), гомогенизировали и обрабатывали по Вестфалю [6]. Токсичность полученных фракций определяли на белых мышах, резистентность которых искусственно понижали ацетатом свинца. О токсичности судили по смертности мышей в течение 48 часов. Всех павших мышей подвергали патологоанатомическим исследованиям.

Максимально переносимую дозу ацетата свинца, в сочетании с которой минимальное количество токсина вызвало 100% гибель белых мышей, определяли экспериментально. Было установлено, что введение 1/20 части летальной дозы токсина (0,1 мг) в сочетании с 5 мг ацетата свинца вызывает 100% гибель белых мышей. В дальнейшем

для выявления минимального количества токсического фактора резистентность белых мышей снижали указанной дозой ацетата свинца (5 мг на одну особь).

При проведении исследований было обнаружено, что из всех испытанных вариантов шок не наступал при вращении крыс в течение 4,6 мин (200 оборотов). При вращении крыс в течение 23,2 мин (1000 оборотов) и 19 мин (800 оборотов) у всех животных развивался тяжелый шок. Смертность их составляла соответственно 100 и 81,1% при средней продолжительности жизни 5,8 и 10,3 часа. Состояние животных характеризовалось резким падением ректальной температуры до $32,5^{\circ}$, остававшейся на низком уровне вплоть до их гибели. В период шока животные были адинамичны, дыхание их было аритмичным, зачастую агональным. Наблюдались кровавая рвота, самопроизвольные дефекации (кровавый понос) и моченпускания, абсолютная ареактивность, бледность и синюшность покровов.

Патологоанатомическое исследование показало гиперемию и вздутие кишечника, кровоизлияние в печени, селезенке, мозгу и под диафрагмой, частичный некроз, разрывы органов, переломы костей.

По мере уменьшения числа оборотов до 600 (смертность 42,9%, средняя продолжительность жизни 24,5 часа) клиническая картина несколько изменялась. В частности, ректальная температура в первые 5 мин. после воспроизведения шока возрастала, затем снижалась до $33,5^{\circ}$, оставаясь на низком уровне первые 3 часа после шока, после чего медленно нормализовалась. В наиболее легкой форме животные переносили шок после вращении их в течение 9,3 мин (400 оборотов).

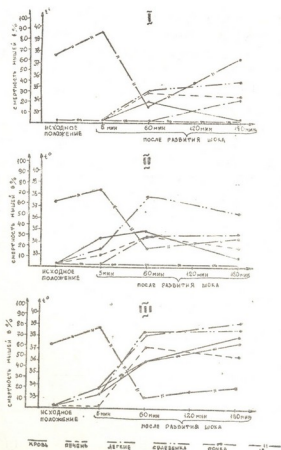


Рис. 1. Степень токсичности крови и гомогенатов органов крыс, подвергшихся травматическому шоку различной степени тяжести: I — сублетальный шок (400 об/9,3 мин); II — шок средней тяжести (605 об/14 мин); III — тяжелый шок (800 об/19 мин)

В первые 5 мин. после вращении ректальная температура резко возрастала (до $39,4^{\circ}$), затем падала до $33,8^{\circ}$, но уже к 2 часам почти нормализовалась. К животным возвращалась способность передвижения.

Согласно логарифмической кривой летальности крыс, необходимое число оборотов барабана для воспроизведения шока средней тяжести (DI_{50}) составляло 605.

Исходя из полученных данных, в последующих исследованиях при определении токсического фактора воспроизводили шок разной степени тяжести с использованием 400, 605 и 800 оборотов.

Как видно из рис. 1, после воспроизведения травматического шока разной степени тяжести в крови и органах у крыс появляется токсический фактор, который не обнаруживался у контрольных животных.

При сублетальном шоке (400 оборотов) токсический фактор был выявлен в крови к часу после воспроизведения шока (летальность мышей — 20%) но к 3 часам его в крови не обнаруживалось. В печени и селезенке к часу токсический фактор был несколько выше, чем в крови (25%), затем к 3 часам количество токсического фактора в селезенке возросло (33,3%), а в печени несколько уменьшалось (16,6%). К этому периоду токсический фактор появлялся в легких (12,2%) (рис. 1—I).

При шоке средней тяжести (605 оборотов) уже через 5 минут после воспроизведения шока токсический фактор обнаруживался в крови (25%), в селезенке (15%) и печени, к часу он увеличился в селезенке (до 66,6%) и обнаруживался в легких (30%), но к 3 часам заметно снижался во всех органах и особенно в крови (10%). В почках токсический фактор не был обнаружен (рис. 1—II).

После воспроизведения тяжелого шока (800 оборотов) имело место резкое увеличение токсичности всех фракций уже к часу после шока: в крови — 50%, в печени — 60,0%, в легких — 70% и в селезенке — 71,4%. Токсический фактор обнаруживался и в почках (50%). К 3 часам токсичность всех фракций, в отличие от предыдущих серий, еще более возрастала и только несколько снижалась в печени (рис. 1—III).

Таким образом, результаты проведенных исследований дают основание предполагать, что при травматическом шоке в организме происходят серьезные нарушения иммунной реактивности, вследствие чего в кровь и органы поступают токсические вещества.

Частота и интенсивность обнаружения токсического фактора в крови и органах находится в прямой корреляции от степени тяжести шока. Так, высокая концентрация его обнаружена при тяжелой форме шока, тогда как при более легких формах шока токсичность крови и органов выражена в меньшей степени и в сравнительно короткий период, а иногда токсин отсутствует вовсе. Эти изменения в некоторой степени могут иметь прогностическое значение. При неуклонном нарастании токсичности крови и гомогенатов органов наблюдается гибель крыс, тогда как при легких формах шока, заканчивающихся выздоровлением, токсический фактор снижается в органах и исчезает в крови.

Особый интерес представляет динамика обнаружения токсического фактора в почках. При легких формах шока в почках токсический фактор не появлялся, по-видимому за счет усиления выделительной функции, а при тяжелом шоке к часу отмечалась токсичность почечных гомогенатов, которая затем неуклонно увеличивалась. По всей вероятности, с этого периода выделительная функция почек уже не обеспечивала выделения нарастающих концентраций токсического фактора и он в массе фиксировался в почечной ткани, так же как и в других органах.

Факт обнаружения токсического фактора в легких при травматическом шоке, а также литературные данные по обнаружению бактериальных антигенов подтверждают выдвинутое рядом авторов [7, 8] предположение, что легкие являются иммунокомпетентным органом и принимают участие как в поглощении из крови бактериальных антигенов, так и в их интенсивном разрушении.

В заключение следует подчеркнуть, что появление токсического фактора в организме при травматическом шоке свидетельствует о глубоких нарушениях физиологических механизмов естественного иммунитета. Для предотвращения токсемии и интоксикации организма, а также для целенаправленного изменения его иммунной реактивности необходимо изучение тех тончайших механизмов, которые играют существенную роль в этих процессах.

Институт экспериментальной
и клинической хирургии
МЗ ГССР

(Поступило 3.3.1974)

მაკაბრინებულნი მიღწივისა

ბ. გოგობაშვილი, ე. ახვლედიანი, გ. ვარაზანაშვილი

ტოქსიკური ფაქტორის გამომავალი ვირთაგვის ორგანიზმში
ტრავმული შოკის ადრეულ პერიოდებში

რეზიუმე

ტრავმული შოკის სხვადასხვა სიმძიმის დროს თეთრი ვირთაგვების სისხლიდან და შინაგანი ორგანოებიდან გამოყოფილ იქნა ტოქსიკური ფაქტორი. მისი დინამიკა, რაოდენობა და ლოკალიზაცია პირდაპირპროპორციულ დამოკიდებულებაშია შოკის სიმძიმის ხარისხზე. მიღებულ მონაცემებს აქვთ გარკვეული პროგნოსტიკული მნიშვნელობა.

EXPERIMENTAL MEDICINE

N. V. GOGEBASHVILI, E. N. AKHVLEDIANI, G. A. VARAZANASHVILI
TOXIC FACTOR IN THE RAT'S ORGANISM IN EARLY PERIODS
OF TRAUMATIC SHOCK

Summary

The findings of a study of toxic factors in the blood and organs of rats subjected to traumatic shock of different degrees of severity are presented. The dynamics of localization and degree of toxicity are in direct dependence on shock severity and duration of the after-shock period. The toxic factor was found in the kidneys. The present data may be of some prognostic value.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. T. Liu. *Aerospace Med.*, 42 (4), 1971.
2. K. Markley, E. Smallman, G. Ewans. *Am. J. Physiol.*, 212, № 3, 1967.
3. A. Gesse, J. Karady und G. B. West. *G. Kiserletes Orvostudomány*, 21, 1969.
4. J. Barnes, G. Pace, S. Trump, H. Ellison. *Arch. Surg.*, 79, 2, 1959.
5. R. L. Noble, J. B. Collip. *Quart. J. Exp. Physiol.*, 31, 187, 1942.
6. O. Westphal *et al.* *Z. Naturforschung.*, 136, 9., 1958.
7. Л. Н. Фонталин. Иммунологическая реактивность лимфоидных органов и клеток. Л., 1967.
8. М. М. Авербах, Н. В. Гогобашвили, В. И. Литвинов. *Бюлл. экспер. биол. и мед.*, 8, 1970.

Л. К. ГАБУНИЯ (академик АН ГССР), Д. ДАШЗЭВЭГ

ОБ ОЛИГОЦЕНОВОМ ПРЕДСТАВИТЕЛЕ *FORSTERCOOPERIA*
(*HYRACODONTIDAE*) ИЗ МОНГОЛИИ

Науке пока еще мало известно об эоценовых и раннеолигоценых носорогообразных Азии, представляющих значительный интерес не только для палеонтологии, но и для биостратиграфии. Поэтому заслуживают внимания результаты исследования ископаемых остатков крупного гиеракодонта, обнаруженных одним из нас (Д. Д.) в нижнем олигоцене Монголии (Эргилийн-Дзо, Восточная Гоби). Речь идет о самом позднем из известных в настоящее время представителей *Forstercooperia*, выделенном в особый вид *F. ergiliinensis* sp. nov. Однако, прежде чем коснуться значения этой находки, следует ее вкратце охарактеризовать.

Hyracodontidae Cope, 1879

Forstercooperia Wood, 1939

Forstercooperia ergiliinensis Gabunia et Dashzeveg, sp. nov.

Рис. 1

Голотип. Обломок правой верхней челюсти со среднестертыми С и P^1-M^2 (коллекция Геологического института АН МНР, 17—1); Восточная Гоби, Эргилийн-Дзо, обрыв Баян-Цав; верхняя часть свиты Эргилийн-Дзо, низы олигоцена.

Диагноз. Размеры крупные (длина ряда P^1-P^4 97 мм, длина M^1-M^2 73 мм). Премоляры немольаризованные, задний поперечный гребень (металоф) P^2-P^4 слит с эктолофом. Имеется отчетливый антекроше на M^1 , парастиль моляров относительно слабо развит.

Описание (см. рис. 1 и таблицу). Клык небольшой, с заостренной вершинкой, округлого сечения. P^1 имеет удлиненной формы коронку (детали его строения не видны). P^2 , P^3 и P^4 приблизительно треугольной формы, не мольаризованы; эктолоф несколько наклонен внутрь, парастиль выражен относительно слабо (более отчетлив он на P^4); протолоф широко соединен с эктолофом и изогнут, его лингвальный конец почти достигает уровня метакона. Металоф гораздо короче протолофа и также слит с эктолофом. Его внутренний конец примыкает к протолофу, а при более значительном стирании, очевидно, сливается с ним, полностью замыкая среднюю долинку. Размеры премоляров увеличиваются от P^1 к P^4 . Воротничок сильно развит.

Форма M^1 и M^2 четырехугольная, длина несколько больше ширины. Эктолоф заметно скошен внутрь, особенно на втором моляре. Па-
32. „მეცნიერება“, ტ. 75, № 2, 1974

растиль M^1 отчетливо выражен, отделен от паракона узкой бороздой, достигающей середины высоты коронки. Протолоф несколько меньше выступает внутрь, чем металоф. Антекроше явствен, кроше едва наметчен. На M^2 отсутствуют и антекроше, и кроше. Парастиль слабо выражен. Паракон сильно развит, соответствующее ему наружное ребро достигает основания коронки. Металоф намного сильнее скошен к продольной оси зуба, чем протолоф. Хорошо развитый метастиль заметно отогнут наружу. Воротничок ограничивает основание эктолофа и переднюю и заднюю стороны коронки моляров.

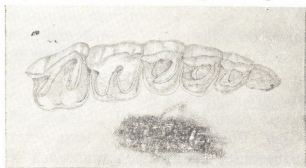


Рис. 1. *Forstercooperia ergiliinensis* Gab. et Dash., sp. nov.
 Верхние крениные зубы
 (P^1-M^2); кслл. Гесл. ин-та
 АН МНР, 17—1

Сравнение и общие замечания. Помимо описанного *F. ergiliinensis* к роду *Forstercooperia* с уверенностью могут быть отнесены лишь два позднеоценовых вида из Внутренней Монголии: *F. totadentata* Wood, [1] и *F. confluens* Wood [2]. Довольно значи-

Промеры (мм) и индексы			<i>Forstercooperia ergiliinensis</i> sp. nov. (голотип, № 17—1)
C	1	Длина	16,0
	2	Ширина	12,0
P^1	1	Длина	20,0
	2	Ширина	14,0
P^2	1	Длина	22,0
	2	Ширина	31,0
P^3	1	Длина	26,5
	2	Ширина	37,0
P^4	1	Длина	28,0
	2	Ширина	37,0
M^1	1	Длина	33,0
	2	Ширина	42,5
		1:2	76,7
M^2	1	Длина	40,5
	2	Ширина	45,5
		1:2	89,1

тельные отличия эргилииндзойского вида от первого из них хорошо выражены на премолярах. Это большая относительная длина и трапециевидная форма P^2 , сильно развитый воротничок, окружающий всю коронку премоляров, большая степень развития парастиля, косо распо-

ложенный металоф, сливающийся с эктолофом на уровне переднего края метакона (а не на уровне самого метакона, как у *F. totadentata*) и некоторые другие. От сравнительно близкого *F. confluens* его отличают, кроме трапецевидной формы P^2 , более косое положение поперечных гребней M^1 и M^2 , больший наклон внутрь эктолофа этих зубов, менее развитый антекроше на M^2 и большие размеры. Можно предположить, что с этим видом *F. ergiliinense* был связан непосредственным родством.

Более значительны отличия эргилииндзоевского вида от шарамурунского *Juxia sharamurense* (Chow a. Chiu) [3] и дальневосточного „*Eotrigonias*“ *borissiaki* Bel [4], отнесение которых к роду *Forstercooperia* [5] не представляется нам достаточно обоснованным.

Значение изученной находки форстеркуперии в известной мере определяется ее относительно молодым геологическим возрастом, на что указывают как стратиграфическое положение гравелистых костеносных отложений Эргилиин-Дзо (верхняя часть свиты Эргилиин-Дзо, датируемая нижним олигоценом), так и встреченные в них *Cadurcodon ardynensis*, *Gigantamynodon cessator* и *Ardynia praecox*. Если до сих пор род *Forstercooperia* рассматривался в качестве позднеэоценового члена предковой для индрикотериев группы гиракодонтид, то наша новая находка с несомненностью указывает на его присутствие также в раннем олигоцене и, следовательно, на возможное сосуществование форстеркуперий и древнейшего из представителей индрикотерид — *Urtinotherium* [5], отмечаемого в раннем олигоцене Внутренней Монголии. Не исключено, однако, что *F. ergiliinense*, относящийся, по-видимому, не к самым верхам нижнего олигодена, несколько предшествовал во времени уртинотерию, о стратиграфическом положении которого у нас нет пока достаточно точных сведений.

Сравнение *F. ergiliinense* с индрикотериидами указывает на его довольно значительную близость к гигантским носорогам. Следует отметить, в частности, сходство между *F. ergiliinense* и *Indricotherium transouralicum* M. Pavl. [6] в строении премоляров и в особенности P^2 , который характеризуется у обоих видов почти одинаковыми очертаниями коронки, степенью развития пара- и метакона и скошенностью поперечных гребней (отличают их лишь несколько большая у индрикотерии степень моляризации этого зуба и большие размеры). Обращает на себя внимание также одинаковая скошенность поперечных гребней M^1 и M^2 и некоторые другие признаки сходства описанной форстеркуперии с индрикотериями.

Таким образом, особенности нового представителя *Forstercooperia* подтверждают существующее мнение о происхождении гигантских носорогов от форстеркуперий.

Академия наук Грузинской ССР
Институт палеобиологии

Академия наук МНР
Геологический институт

(Поступило 4.4.1974)



Р. С. ШЕЛЕГИЯ, Ц. О. АЛТУНАШВИЛИ

ОБ ОДНОЙ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
 ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕНЕЖНЫХ ОСТАТКОВ У НАСЕЛЕНИЯ

(Представлено Академиком П. В. Гугушвили 27.2.1974)

Данная статья посвящена выявлению денежных остатков у населения. Население, получившее заработную плату, представим как множество

$$A = \{A_0, A_1, A_2, \dots, A_\mu, \dots, A_n\}, \quad \mu = \overline{0, n}, \quad n < 15,$$

элемент которого $A_\mu, \mu = \overline{0, n}$ — группа населения, получившая заработную плату в μ -й день; A_μ , в свою очередь, образует множество, произвольный элемент которого A_μ^v — группа населения с уровнем доходов $v = \overline{1, \lambda}$.

Построим модель для группы A_0^v .

Пусть S_0^v — сумма денег рассматриваемой группы населения в момент, после которого начинается их обращение. В моменты $0, a, 2a, \dots, ka$ население получает N_0^v единиц денег в виде заработной платы.

Моменты получения заработной платы разделим на моменты до получения и после получения, которые обозначим соответственно через ka^- и $ka^+, k = 0, \infty$.

Введем следующие обозначения: $P_j^{S_0^v}(ka)$ — вероятность того, что в момент времени ka^- у населения останется ровно j единиц денег, $R_i^{S_0^v}(a)$ — вероятность того, что в момент времени a^- у населения останется ровно i единиц денег, q_v — вероятность того, что за день будет израсходована одна единица денег.

Обозначим через

$$\Phi_{S_0^v}(z, ka^-) = \sum_{j=0}^{\infty} P_j^{S_0^v}(ka^-) z^j \quad |z| \leq 1 \quad (1)$$

и

$$F_{S_0^v}(z, a^-) = \sum_{j=0}^{S_0^v} R_j^{S_0^v}(a^-) z^j \quad |z| \leq 1 \quad (2)$$

производящие функции $P_j^{S_0^v}(ka^-)$ и $R_j^{S_0^v}(a^-)$, используя элементарные свойства производящих функций [1]. Из (1) и (2) нетрудно убедиться в том, что

$$\Phi_{S_0^y}(z, ka^-) = \sum_{i=0}^{S_0^y + (k-1)N_0^y} P_i S_0^y [(k-1)a^-] F_{i+N_0^y}(z, a^-). \quad (3)$$

$F_{i+N_0^y}(z, a^-)$ можно вычислить следующим образом. Используя формулу Бернулли, получаем

$$R_j^{i+N_0^y}(a^-) = \sum_{t=j}^{i+N_0^y} R_t^{i+N_0^y} [(a-1)^-] C_t^i p_v^i q_v^{t-i}. \quad (4)$$

Тогда, очевидно, (2) и (4) дают

$$\begin{aligned} F_{i+N_0^y}(z, a^-) &= \sum_{j=0}^{i+N_0^y} z^j \sum_{t=j}^{i+N_0^y} R_t^{i+N_0^y} [(a-1)^-] C_t^i p_v^i q_v^{t-i} = \\ &= \sum_{t=0}^{i+N_0^y} R_t^{i+N_0^y} [(a-1)^-] [p_v z + q_v]^{i+N_0^y} = F_{i+N_0^y}[p_v z + q_v, a-1]. \end{aligned} \quad (5)$$

Из (5) получаем

$$F_{i+N_0^y}(z, a^-) = [p_v^a(z-1) + 1]^{i+N_0^y}. \quad (6)$$

Подставив (5), в (3), имеем

$$\begin{aligned} \Phi_{S_0^y}(z, ka^-) &= \sum_{i=0}^{S_0^y + (k-1)N_0^y} P_i S_0^y [(k-1)a^-] [p_v^a(z-1) + 1]^{i+N_0^y} = \\ &= \Phi_{S_0^y}[p_v^a(z-1) + 1, (k-1)a^-] [p_v^a(z-1) + 1]^{N_0^y}. \end{aligned} \quad (7)$$

Из рекуррентной формулы (7) получаем

$$\Phi_{S_0^y}(z, ka^-) = [p_v^{ka}(z-1) + 1]^{S_0^y} \prod_{t=1}^{k-1} [p_v^{ta}(z-1) + 1]^{N_0^y}. \quad (8)$$

Среднее число оставшихся у населения денег в момент ka равно

$$M = S_0^y p_v^{ka} + N_0^y \frac{p_v^a - p_v^{ka}}{1 - p_v^a}.$$

Теперь вычислим денежные остатки для некоторой A_μ^y -группы, которая получает деньги в μ -й день и имеет доход, соответствующий номеру ν . Аналогично

$$\Phi_{S_\mu^y}(ka^-, z) = \sum_{i=0}^{S_\mu^y + (k-1)N_\mu^y} P_i [(k-1)a^-] F_{i+N_\mu^y}[(a-\mu), z]. \quad (10)$$

Используя (7), получаем

$$\begin{aligned} \Phi_{S_{\mu}^{\nu}}(z, ka^{-}) &= \sum_{i=0}^{S_{\mu}^{\nu}+(k-1)N_{\mu}^{\nu}} [p_{\nu}^{a-\mu}(z-1)+1]^{i+N_{\mu}^{\nu}} P_i S_{\mu}^{\nu} [(k-1)a^{-}] = \\ &= [p^{a-\mu}(z-1)+1]^{N_{\mu}^{\nu}} \sum_{i=0}^{S_{\mu}^{\nu}+(k-1)N_{\mu}^{\nu}} [p_{\nu}^{a-\mu}(z-1)+1]^i P_i S_{\mu}^{\nu} [(k-1)a^{-}], \end{aligned} \quad (11)$$

$$a \sum_{i=0}^{S_{\mu}^{\nu}+(k-1)N_{\mu}^{\nu}} [p_{\nu}^{a-\mu}(z-1)+1]^i P_i S_{\mu}^{\nu} [(k-1)a^{-}] = \Phi_i [(k-1)a^{-}, z], \quad (12)$$

где

$$z = [p_{\nu}^{a-\mu}(z-1)+1].$$

Так как из S_{μ}^{ν} начальных сумм в μ -й момент у населения останется \bar{S}_{μ}^{ν} единица денег, справедливо равенство

$$\Phi_i [z, (k-1)a^{-}] = \sum_{S_{\mu}^{\nu}=0}^{S_{\mu}^{\nu}} \Phi_i [(k-1)a^{-}, z] P_{S_{\mu}^{\nu}}^{\bar{S}_{\mu}^{\nu}}(\mu). \quad (13)$$

Используя (8) и подставив $S_0^{\nu} = \bar{S}_{\mu}^{\nu} + N_{\mu}^{\nu}$, получим

$$\Phi_i [(k-1)a^{-}, z] = [p_{\nu}^{(k-1)a}(z-1)+1]^{\bar{S}_{\mu}^{\nu}+N_{\mu}^{\nu}}. \quad (14)$$

Как уже знаем;

$$P_{S_{\mu}^{\nu}}^{\bar{S}_{\mu}^{\nu}}(\mu) = C_{S_{\mu}^{\nu}}^{\bar{S}_{\mu}^{\nu}} (p_{\nu}^{\mu})^{\bar{S}_{\mu}^{\nu}} (1-p_{\nu}^{\mu})^{S_{\mu}^{\nu}-\bar{S}_{\mu}^{\nu}}. \quad (15)$$

(14) и (15) дают

$$\Phi_i [z, (k-1)a^{-}] = \sum_{S_{\mu}^{\nu}=0}^{S_{\mu}^{\nu}} [p_{\nu}^{(k-1)a}(z-1)+1]^{\bar{S}_{\mu}^{\nu}+N_{\mu}^{\nu}} C_{S_{\mu}^{\nu}}^{\bar{S}_{\mu}^{\nu}} (p_{\nu}^{\mu})^{\bar{S}_{\mu}^{\nu}} (1-p_{\nu}^{\mu})^{S_{\mu}^{\nu}-\bar{S}_{\mu}^{\nu}}$$

$$\prod_{t=1}^{k-2} [p_{\nu}^{ta}(z-1)+1]^{N_{\mu}^{\nu}} = \prod_{t=1}^{k-1} [p_{\nu}^{ta}(z-1)+1]^{N_{\mu}^{\nu}} \sum_{S_{\mu}^{\nu}=0}^{S_{\mu}^{\nu}} [p_{\nu}^{(k-1)a}(z-1)+1]^{\bar{S}_{\mu}^{\nu}}$$

$$\begin{aligned} C_{S_{\mu}^{\nu}}^{\bar{S}_{\mu}^{\nu}} (p_{\nu}^{\mu})^{\bar{S}_{\mu}^{\nu}} (1-p_{\nu}^{\mu})^{S_{\mu}^{\nu}-\bar{S}_{\mu}^{\nu}} &= \prod_{t=1}^{k-1} [p_{\nu}^{ta}(z-1)+1]^{N_{\mu}^{\nu}} [(p_{\nu}^{(k-1)a}(z-1)+ \\ &+ 1)p_{\nu}^{\mu} + 1 - p_{\nu}^{\mu}]^{S_{\mu}^{\nu}}. \end{aligned} \quad (16)$$

Подставляя (16) в (11) и учитывая, что $z = (p_{\nu}^{a-\mu}(z-1)+1)$, имеем

$$\Phi_{S_{\mu}^{\nu}}(z, ka^{-}) = [p_{\nu}^{a-\mu}(z-1)+1]^{N_{\mu}^{\nu}} [p_{\nu}^{ka}(z-1)+1]^{S_{\mu}^{\nu}}.$$

$$\prod_{t=1}^{k-1} [p_v^a p_v^{a-\mu} (z-1) + 1]^{N_v^\mu}. \quad (17)$$

Среднее число денежных остатков у населения μ -й группы будет

$$M = S_\mu^v p_v^{ka} + N_\mu^v \frac{p_v^{a-\mu} - p_v^{a(k+1)-\mu}}{1 - p_v^a}, \quad (18)$$

а для всего населения

$$\Phi(z, ka) = \prod_{\mu=0}^n \prod_{\nu=1}^{\lambda} \{ [p_\nu^{a-\mu} (z-1) + 1]^{N_\nu^\mu} [p_\nu^{ka} (z-1) + 1]^{S_\nu^\mu} \cdot \\ \prod_{t=1}^{k-1} [p_\nu^a p_\nu^{a-\mu} (z-1) + 1]^{N_\nu^\mu} \} \\ M = \sum_{\mu=0}^n \sum_{\nu=1}^{\lambda} \left[S_\nu^\mu p_\nu^{ka} + N_\nu^\mu \frac{p_\nu^{a-\mu} - p_\nu^{a(k+1)-\mu}}{1 - p_\nu^a} \right].$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 14.3.1974)

ეკონომიკა

რ. შელეგია, ც. ალტუნაშვილი

მოსახლეობაში ფულადი ნაშთის გამოვლინების ერთი
 ეკონომიურ-მათემატიკური მოდელის შესახებ

რეზიუმე

აგებულია მოსახლეობაში ფულადი ნაშთის გამოვლინების სტოქასტიკური მოდელი და მიღებულია საბოლოო ფორმულები ვარგისი ძირითადი ალბათური მახასიათებლების გამოსათვლელად.

ECONOMICS

R. S. SHELEGIA, Ts. O. ALTUNASHVILI

ON AN ECONOMICAL-MATHEMATICAL MODEL OF IDENTIFICATION
 OF SURPLUS EARNINGS AMONG THE POPULATION

Summary

A stochastic model of identifying surplus earnings among the population is constructed and the final formulas are derived for calculating the basic probabilistic characteristics.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Дѣч. Руководство к практическому применению преобразования Лапласа и z-преобразования. М., 1971.



УДК 82(091)

ИСТОРИЯ ЛИТЕРАТУРЫ

Л. А. ЛОРИЯ

К ВОПРОСУ О ПОИСКАХ НОВОЙ ПОЭТИКИ В «ПРЕДИСЛОВИИ
 К БУДУЩЕЙ КНИГЕ» ИСИДОРА ДЮКАССА

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 5.5.1974)

«Предисловие к будущей книге», впервые опубликованное в мае 1870 г., оставалось совершенно неизвестным в течение полустолетия. Впервые это произведение было переиздано в 1919 г. и сразу же привлекло внимание литературоведов. Это второе и последнее произведение Исидора Дюкасса. (Первая книга «Песни Мальдорора» была опубликована им в 1870 г. под псевдонимом Лотреамон).

Это своеобразный литературный манифест, показывающий разочарование поэта в символистской тенденции своей первой книги «Песни Мальдорора». Подводя итог своему собственному творчеству первого периода и вместе с ним всей романтической поэзии, Дюкасс сурово осуждает их, отказывается от романтического строя «Песен Мальдорора», но в увлечении готов отказаться от поэтического строя мыслей вообще.

В «Предисловии к будущей книге» Дюкасс намечает тот путь, по которому должна идти поэзия согласно его новой концепции. Как лозунг, предлагаемая им программа оздоровления оказался значительной для французских поэтов 20 в., но самим поэтом по условиям времени, когда он творил, мог быть выдвинут лишь принцип, а не фактическая конкретная программа.

Новые взгляды Дюкасса на поэзию могли первоначально реализоваться лишь в рассудочной прозе, но со всеми своими крайностями они содержат, если их понимать метафорически, эскиз программы развития французской поэзии 20 в.

В первой части «Предисловия» поэт рекомендует направить поэзию в русло рационализма и классицизма, основывать ее не на чувствах, а на логике. При этом поэт проводит мысль о рациональном строе поэзии и ее обязательной оптимистичности с такой последовательностью, что его непременно надо понимать иносказательно, иначе придется думать, что не исключено и ироническое толкование этого нового кредо.

Ставя вопрос о миссии поэзии и о ее цели, Дюкасс требует рациональной, жизнеутверждающей и даже утилитарной поэзии. При таком критерии едва ли не вся художественная литература 19 в. подвергается порицанию. Дюкасс противопоставляет писателей классицистов писателям романтикам и со свойственной ему страстной прямоотой пишет о том, что нет ничего менее естественного, чем чтение произведений Гюго и Ламартина, творчество которых вскоре, как иронизирует поэт, совершенно изгладится из памяти потомков.

Вооруженный этими новыми требованиями, последовательный в новой крайности, как и в доведении до предела изображения зла в «Песнях Мальдорора», поэт подвергает сомнению полезность художественной литературы вообще.

Дюкасс отвергает тех поэтов, которых он хорошо знал и любил. В длинном списке «гигантов с размягченными мозгами» поэт перечисляет всех больших писателей 19 в., кроме Бальзака и Бодлера, и провозглашает, что поэзия ни на шаг не продвинулась вперед после великого Расина.

Поэт подвергает уничтожающей критике все литературные жанры романтизма. Он намечает программу развития искусства согласно своим новым эстетическим взглядам.

Дюкасс предполагал, что для этого достаточно перелицевать произведение великих романтических поэтов, заменив всюду отрицание утверждением. Однако на практике он вскоре убедился, что поэзия не поддается такой обработке, и попытался испытать свой новый метод не на стихах, а на афоризмах и моральных сентенциях. Он безжалостно перелицовывает изречения Паскаля, Ларошфуко, Вовенарга, при этом он даже не называет имен писателей, послуживших исходным материалом для создания произведений новым способом.

Поэт считает позволительным заимствовать чужие максимы, как содержащие объективную мудрость, не зависящую от автора.

Вторая часть «Предисловия» несколько суше. Здесь поэт реже обращается к эмоциям и, видимо, хочет подвести под отрицание литературы прошлого философскую базу. Он считает, что литература 19 в. слишком пессимистична и переоценивает роль зла в человеческой жизни, бесполезна для общества, оторвана от философии и преимущественно занята описанием мрачных страстей, при этом без достаточного анализа, в то время как, по его мнению, ценность для литературы представляет только анализ чувств, а не сами чувства.

В тезисе поэта будто зла не существует, несмотря на кажущуюся нереальность такого тезиса, заключается основа новых взглядов Дюкасса. Поэт, видимо, исходит из того, что он сам и литература нового времени слишком много внимания уделяют злу, и в своем литературном манифесте предлагает сосредоточить все внимание поэзии на добре.

Существовала опасность, что поэт вместе с пессимистической поэзией отвергнет всякую поэзию. И действительно, он делает попытку отойти от собственно художественного творчества, переделывает максимы и изречения, занимается своеобразным литературоведением, а не самой поэзией. По его собственным словам, его интересует теперь не писание стихов, а определение истоков поэзии.

В 20—30-е гг. французских поэтов поражала идея поэта, что в проектируемой литературе будущего допускается заимствование мыслей других авторов, как утверждение объективности литературы, ибо литература, по мнению поэта, должна создаваться не одним человеком, а коллективом, она должна принадлежать не автору, а всем.

Сильное воздействие на французских поэтов, стремившихся своей поэзией включиться в общественную жизнь, оказали сентенции Дюкасса об общественной миссии поэта. Прогрессивная критика и выступления поэтов этого времени пестрят такими сентенциями поэта, как призыв сделать счастливым род человеческий, изречениями о практической истине как о цели поэзии.

Те мысли, которые во времена Дюкасса могли найти только эскизное выражение, наполнились реальным содержанием и смогли найти новое живое воплощение во французской поэзии.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 5.5.1974)

ლ. ლორია

ახალი პოეტიკის ძიების საკითხისათვის
ისიდორ დიუკასის „მომავალი წიგნის წინასიტყვაობა“

რეზიუმე

„მომავალი წიგნის წინასიტყვაობა“ არის ცდა პოეზიაში ახალი გზების და-
მკვიდრებისა. ეს არის ვნებიანი ტრაქტატი პოეზიაზე. პოეტი, რომელიც ირო-
ნიულად უმღეროდა ბოროტებას, უარყოფს მის პირველ წიგნში აღებულ
გეზს და განაჩენი გამოაქვს რომანტიკული ლიტერატურისათვის.

HISTORY OF LITERATURE

L. A. LORIA

CONCERNING THE SEARCH FOR NEW POETICS IN “PRÉFACE
À UN LIVRE FUTUR” BY ISIDORE DUCASSE

Summary

Ducasse sums up his own work of the first period and the entire ro-
mantic poetry. He outlines the future ways of poetry according to his new
aesthetic conception and poses the problems facing it.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, члено-корреспондентов, научных работников системы Академии и других ученых, содержащие еще не опубликованные новые значительные результаты исследований. Печатаются статьи лишь из тех областей науки, номенклатурный список которых утвержден Президиумом АН ГССР.

2. В «Сообщениях» не могут публиковаться полемические статьи, а также статьи обзорного или описательного характера по систематике животных, растений и т. п., если в них не представлены особенно интересные научные результаты.

3. Статьи академиков и члено-корреспондентов АН ГССР принимаются непосредственно в редакции «Сообщений», статьи же других авторов представляются академиком или членом-корреспондентом АН ГССР. Как правило, академик или член-корреспондент может представить для опубликования в «Сообщениях» не более 12 статей разных авторов (только по своей специальности) в течение года, т. е. по одной статье в каждый номер, собственные статьи — без ограничения, а с соавторами — не более трех. В исключительных случаях, когда академик или член-корреспондент требует представления более 12 статей, вопрос решает главный редактор. Статьи, поступившие без представления, передаются редакцией академику или члену-корреспонденту для представления. Один и тот же автор (за исключением академиков и члено-корреспондентов) может опубликовать в «Сообщениях» не более трех статей (независимо от того, с соавторами она или нет) в течение года.

4. Статья должна быть представлена автором в двух экземплярах, в готовом для печати виде, на грузинском или на русском языке, по желанию автора. К ней должны быть приложены резюме — к грузинскому тексту на русском языке, а к русскому на грузинском, а также краткое резюме на английском языке. Объем статьи, включая иллюстрации, резюме и список цитированной литературы, приводимой в конце статьи, не должен превышать четырех страниц журнала (8000 типографских знаков), или шести стандартных страниц машинописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами — пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем — название статьи; справа сверху представляющей статью указывает, к какой области науки относится она. В конце основного текста статьи с левой стороны автор указывает полное название и местонахождение учреждения, где выполнена данная работа.

8. Иллюстрации и чертежи должны быть представлены по одному экземпляру в конверте; чертежи должны быть выполнены черной тушью на кальке. Надписи на чертежах должны быть исполнены каллиграфически в таких размерах, чтобы даже в случае уменьшения они оставались отчетливыми. Подрисуночные подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном

листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена табличная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уместиться на одной странице журнала. Формулы должны быть четко вписаны чернилами в оба экземпляра текста; под греческими буквами проводится одна черта красным карандашом, под прописными — две черты черным карандашом снизу, над строчными — также две черты черным карандашом сверху. Карандашом должны быть обведены полукругом индексы и показатели степени. Резюме представляются на отдельных листах. В статье не должно быть исправлений и дополнений карандашом или чернилами.

9. Список цитированной литературы должен быть отпечатан на отдельном листе в следующем порядке. Вначале пишутся инициалы, а затем — фамилия автора. Если цитирована журнальная работа, указываются сокращенное название журнала, том, номер, год издания, а если цитирована книга, — полное название книги, место и год издания. Если автор считает необходимым, он может в конце указать и соответствующие страницы. Список цитированной литературы приводится не по алфавиту, а в порядке цитирования в статье. При ссылке на литературу в тексте или в сносках номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или напечатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны 37-22-16, 37-93-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 12 руб.

ს ა ვ ტ ო რ ო ტ ა ს ა უ შ რ ა დ ლ ე ბ ო დ

1. ქურონალ «საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში» ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჯერ გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არაუმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არაუმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში, როცა აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების გარეშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადსაცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა ან წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთთა, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად საცხებიტ მზა სახით, ავტორის სურვილისამებრ ქართულ ან რუსულ ენაზე, ქართულ ტექსტს თან უნდა ახლდეს რუსული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე, ხოლო რუსულ ტექსტს — ქართული და მოკლე ინგლისური რეზიუმე. წერილის მიცელობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ქურონალის 4 გვერდს (8000 სასტამბო ნიშანი), ანუ საწერ მანქანაზე ორი ინტერვალით გადაწერილ 6 სტანდარტულ გვერდს (ფორმულებიანი წერილი კი 5 გვერდს). არ შეიძლება წერილების ნაწილებად დაყოფა სხვადასხვა ნომერში გამოსაქვეყნებლად. ავტორისაგან რედაქცია დებულობს თვეში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიკოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა აქვონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გაზადავა, ქვეთვების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი განმეორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალება და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმომდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით, წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და ნახაზ-



ბის დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდზე ფანქრით უნდა აღწეროს მათი ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ეურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაეცას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საქურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ეურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მომბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ეურნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ბ ე ბ ი: ერთი წლით 12 მან.

616/159



ՅՃԵՆ 1 ՅՅԵ.
ЦЕНА 1 РУБ.

ИНДЕКС 76181