

524

1



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოამბე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 91 ტომ

№ 2

აპრილი 1978 ავგუსტ

თბილისი • TBILISI • TBILISI

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

შრომები

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 91 ტომ

№ 2

აგვისტო 1978 АВГУСТ

50651

ს ა რ ე დ ა ქ ც ი ო რ კ ო ლ ე გ ი ა

- ა. ბოჭორიშვილი, თ. გამყრელიძე, პ. გამყრელიძე, ი. გიგინეიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), თ. დავითაია, ს. ღურშიშიძე, ა. თავხელიძე, ნ. კეცხოველი, ე. კუპრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ე. მახალიანი, გ. მელიქიშვილი, ვ. ოკუჯავა, 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. Кецховели, В. Д. Купрадзе, Н. А. Ландиа (зам. главного редактора), В. В. Махалиани, Г. А. Меликишвили, В. М. Окужава, 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 19.9.1978; შეკვ. № 2502; ანწყობის ზომა 7×12; ქალაქის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16; საადრიცხეო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უე 12359; ტირაჟი 1650; ფასი 1 მან.

Подписано к печати 19.9.1978; зак. № 2502; размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист 16; уч.-издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УЭ 12359; тираж 1650; цена 1 руб.

* * *

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

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

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

*ა. ჩიგოგიძე. სავსებით რეგულარულ სივრცეთა dim განზომილების აქსიომატიკა 275

*თ. ხუროძე. იტერაციული პროცესები გახლეჩილი ოპერატორებისათვის 279

*მ. ლიეშვიცი. კომპუტაციური არათვითშეუღლებული ოპერატორები და მათ მიერ წარმოქმნილი კერძოწარმოებულნიან დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის ამოხსნები 284

*მ. კაუციჩი. ოპერატორთა უძრავი წერტილების შესახებ 288

*ე. ნარმანი. წრფივი განტოლებები, რომელთა ამონახსნები ქმნიან ქვეალგებრას 291

*რ. დუდუჩავა. სინგულარული ინტეგრალური განტოლებები უძრავი განსაკუთრებულიობებით უბან-უბან გლუვ წირზე 296

*ს. ელოშვილი. გაუსური მარტინგალური ნაწილის მქონე ნახევარმარტინგალების ფილტრაცია 300

*რ. ისახანოვი. ერთი ზოგადი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ 304

*ი. ბოკუჩავა. ცენტრალური ზღვარიით თეორემა პირობითად დამოუკიდებელი მიმდევრობებისათვის 308

მეხანია

*ა. დუმბაძე. რთული სასაზღვრო პირობებით სფერული გარსის ანგარიში კონფორმული გადასახვის გამოყენებით 312

კიბერნეტიკა

*ზ. ფირანაშვილი, თ. სულაბერიძე. არაწრფივად გარდაქმნილ გაუსის შემთხვევით პროცესთა ოპტიმალური პროგნოზისა და ფილტრაციის შესახებ 316

*ე. ქისტაური. დისკრეტული მარკოვის პროცესების დეკომპოზიცია Π -განზომილებიან სივრცეში 320

*რ. კილაძე. ლ. პონტრაიგინის მაქსიმუმის პრინციპის გამოყენება მორწყვის ამოცანებში 324

ფიზიკა

*მ. მატინოვა, ბ. მიხელაშვილი, ე. თულაშვილი, რ. ჩიქოვანი. ღრმა დონეების გამოკვლევა $Al_xGa_{1-x}As$ -ის საფუძველზე შექმნილ სტრუქტურების ჰეტეროსაზღვარზე 323

*ა. ბიჩინაშვილი, ე. ვინტაიკინი, დ. დონდაძე, ე. ლაბარტყავა. დამახსოვრების ეფექტი მანგანუმ-სპილენძის შენადნობში 332

ბიოფიზიკა

*დ. სიხარულიძე, თ. გეგეჭკორი, ბ. მანჯგალაძე. რელის ტალღების არეკვლის მოდელური შესწავლა კონტაქტში მყოფი სივრცეების სუსტი სიჩქარული დიფერენციალის შემთხვევაში 336

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

კ. მარტისიძის საფ. სსრ
სახელმწიფო ბიბლიოთეკა

- *ნ. ვარძელაშვილი, მ. რუბინშტეინი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ე. სობოტოვიჩი. ურანი და თორიუმი ხრამის მასივის კრისტალური ფუნდამენტის ქანებში (მცირე კავკასიონი) 340

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

- *რ. ვაშაკიძე, ა. შველაშვილი, რ. მაჩხოველი. ორვალენტური ნიკელის მონოამინიანი ნაერთები 344
- *ე. კვეციანი, ა. ლეჟავა. გერმანიუმის (IV) ბრომიდულ-თიოციანატური შერეული კომპლექსები 348

ორგანული ქიმია

- *გ. პაპავა, ნ. მაისურაძე, ნ. დოხტურაშვილი, გ. ანდრონიკაშვილი. 4,4'-(2-ნორბორნილიდენ) დიფენოლის დიგლიციდური ეთერის ბაზაზე ეპოქსიდური პოლიმერის წარმოქმნის პროცესის კვლევა 351

- *ა. ნოლაიძე, რ. ტყეშელაშვილი, ნ. ჩობანიანი, ნ. ქოიავა. დიფენილენოქსიდური ბირთვის შემცველი ზოგიერთი სილიციუმორგანული მონომერის და პოლიმერის სინთეზი 356

- *დ. იოსელიანი, ჯ. არეშიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), გ. ჩივაძე. ნ-პროპილის სპირტის დეჰიდროგენიზაციის რეაქციის კინეტიკა სპილენძისა და ვერცხლის კატალიზატორებზე 360

- *შ. სამსონია, მ. ტრაპაძე, ნ. სუვოროვი, ი. გვერდწითელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). 1H, 6H-ინდოლო [6,7-გ] ინდოლის სინთეზი 363

გეოლოგია

- *ე. ვარსიმაშვილი. კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ქვედაცარცული ფლოის ტიპების შესახებ (არაგვისა და ალაზნის მდინარეთაშუეთი) 363
- *ი. კვანტალიანი, მ. შარიქაძე. შუა- და გვიანატური ზოგიერთი ამონიტის სტრატეგრაფიული გავრცელების შესახებ ჩრდილო-დასავლეთ კავკასიაში 372

მინერალოგია

- *ხ. თედიაშვილი, რ. ახვლედიანი. ქვასის ტყვია-თუთიის საბადოში ფლოროიტის გამოვლინების შესახებ 375

გეოქიმია

- *ა. თვალჭრელიძე, ი. ნაროზაული. ურუმის სპილენძ-კოლჩედანური საბადოს ფორმირების ტემპერატურის პირობებისათვის 380

სამშენებლო მასალები

- *დ. ტაბატაძე. მერიდიანულ კვეთებში შეპირაპირებული ელემენტების მქონე ანაკრები გუმბათის განგარიშებისათვის 384

საბადოთა დამუშავება და გამდიდრება

- *ბ. ბანქელაძე. გიროსკოპული მომენტის შემცირების გზები ვიწროპირმოლეზიანი ამომღები კომბაინების შემსრულებელ ორგანოებში 386
- *ნ. ნიკოლაიშვილი. ღრმა შახტების გვირაბების გარემომცველი მასაის ტემპერატურათა ველზე თბოგაცემის ზედაპირის სიმრუდის რადიუსის გავლენის შესახებ 391

- *შ. ონიანი, თ. ფირცხალავა. მდაროს ჰაერთან სითბოს მიმოცვლის გავლენა საწმენდი გვირაბის თბოგაცემის ზედაპირის ტემპერატურათა ველზე ნახშირის მძლავრი ფენების ვსებით დამუშავების შემთხვევაში 395

მიტალურბია

- *გ. ზვიადაძე, ო. შენგელია, რ. რაზმაძე, ე. ტაბატაძე, ნ. ჩხიკვაძე. ვაკუუმში დისპროზიუმის ფთორიდის ალუმოთერმული აღდგენის პროცესის შესწავლა 400
- *მ. კეკელია. გერმანიუმის გავლენის შესახებ სილიციუმის ზოგიერთ ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებაზე 404

მანქანათმშენობლა

- *ნ. დავითაშვილი. სფერული ხუთრგოლა მრუდმხარა-ცოცია მექანიზმის კინემატიკური სინუსტე 408
- *ი. ყორიაშვილი. ბრტყელი ხახუნის მოდელირება ირიბი დარტყმით 411
- *ვ. ზვიადაური, მ. ხვინგია. არაწრფივი ელექტრომაგნიტური ძალის გავლენა ტვირთის გადაადგილების სინქარზე ვიბრომანქანის რეზონანსულ რეჟიმებში მუშაობის დროს 416

ელექტროტექნიკა

- *გ. ვადაჭკორია, ე. ქუთათელიაძე, კ. ხვიჩია. თავისუფალი პროცესები პარამეტრული დენის წყაროს სქემებში დატვირთვის წინააღმდეგობის ჩართვის დროს 419
- *თ. კერვალიშვილი, ჯ. დოჭვირი. სინქარის ერთგულატორიანი და ცალკეული ძრავებისათვის ინდივიდუალური ტრისტორული გარდამსახიანი ორძრავიანი უნიფიცირებული ელექტროამძრავის სისტემის დინამიკა 424

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

- *ე. ბრავო, ი. შურდია. ფუნქციონალური რიცხვითი გარდამსახი დადებითი უკუკავშირით ოპერაციულ ელემენტზე 428

მასალათა ტექნოლოგია

- *ზ. აბაშიძე, ზ. წილოსანი, ა. საყვარელიძე. ხანგრძლივი პროცესების კვლევა სხვადასხვა სახისა და ასაკის პეტონში გრუნის დროს 431
- *რ. ჩომახიძე, ხ. ჩიქოვანი. სხვადასხვა ფორიანობის მქონე ცემენტის ქვის სიმტკიცის დამოკიდებულება გამყენებადი სითხის სიბლანტესთან 436

ენობათმშენობლა

- *ყ. ქარქუზაშვილი, ე. ნატროშვილი, ნ. ალადაშვილი. ნიადაგის ნაყოფიერების განსაზღვრა ეკონომიკურ-სტატისტიკური მეთოდით 439

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- *თ. იოსებიძე. კანის პოსტკაპილარულ სისხლძარღვებზე ჰისტამინის ლოკალური მოქმედების შესახებ 443
- *ა. ჯავახიშვილი, ა. ჭიჭინაძე, ე. დოლიძე, ნ. გრიგალაშვილი. ჰიპოსექსუალიზმის პათოგენეზის და მკურნალობის ზოგიერთი საკითხისათვის 447

ბიოქიმია

- *ს. დურმიშიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ა. შალაშვილი. (+)-კატექინის გარდაქმნა ყურძენში 451
- *პ. თხელიძე, ო. ხაჩიძე. C¹⁴O₂-ის ნახშირბადის ჩართვა ვაზის ღეროს ცილებში 455

- ე. ჩუბინიძე. აღმოსავლური წიფლის ქერქის კატეგორიები
- *ე. დემურიძე, ნ. კოზლოვა. ვირთაგვას ღვიძლის ბირთვული ექსტრაქტის გავლენა ვირთაგვის ღვიძლის მიტოქონდრიებზე სხვადასხვა მეტაბოლური შდგომარეობის დროს

464

ფიტოკათოლოგია

- *ო. გურიელი, ი. ოდინცოვა, ი. სკუტივინა. რბილი ხორბლისაგან T. Timopheevi Zhuk წარმოებული ხაზების შთამომავლობითი გამძლეობა ნაცრის დაავადების პოპულაციის მიმართ
- *ო. შაინიძე. სუბტროპიკულ დეკორატიულ მცენარეთა მიკოფლორის ახალი წარმომადგენლები საქართველოსათვის

468

472

ციტოლოგია

- *გ. გოგიჩაძე, მ. შეყლაშვილი. ქრონიკული ლიმფოლიეიკოზის და დიფერენცირებული (ლიმფოციტარული) ლიმფოსარკომის ელექტრონულმიკროსკოპული შესწავლა
- *ლ. ვეფხვაძე. ფელგენის რეაქციის პიდროლოზის კინეტიკა ინკუბაციის სხვადასხვა ვადის ქათმის ჩანასახის ჰეპატოციტებში

476

480

ექსპერიმენტული გორფოლოგია

- *ჯ. ბენაშვილი. ნიტროზოშენაერთებით ინდუცირებული პერიფერიული ნერვების სიმსივნეების მორფოლოგიური და ჰისტოქიმიური დახასიათება
- *შ. მშვიდლობაძე. რეგენერატის მორფოქიმიური ორგანიზაციის დიფერენციალი ფორმალინიზებული ძვლების ალოტრანსპლანტაციის პირობებში

483

488

ექსპერიმენტული გეოციტა

- *მ. ჩაჩავა. კრანო-ცერებრალური ჰიპოთერმიის მეთოდის გამოყენება დღენაკულ ახალშობილ ბავშვთა ცენტრალური ნერვული სისტემის ჰიპოქსიური დაზიანების დროს
- *ზ. ჩხაიძე. ცენტრალური ჰემოდინამიკის მაჩვენებლების ცვლილებები ბარძაყის პროქსიმალური ბოლოს მოტეხილობის გამო ნაოპერაციებ ხანდაზმულ და მოხუც ავადმყოფებში

491

496

კალეობიოლოგია

- *ი. თაქთაქიშვილი. ეგრისის სართულის (პლიოცენი) სტრატეგრაფიული დანაწილება

500

ენათმეცნიერება

- ბ. ჭორბენაძე. ენობრივი ფორმის შესწავლის საკითხები ქართულში

501

ისტორია

- ა. ჭკადუა. სადადიანო სვანეთის შეერთება რუსეთთან

505

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

А. Ч. Чигогидзе. Аксиоматика размерности \dim вполне регулярных пространств	273
Т. А. Хугодзе. Итерационные процессы для расщепленных операторов	277
М. С. Лавшиц. Коммутирующие несамосопряженные операторы и порождаемые ими решения систем дифференциальных уравнений в частных производных	281
М. В. Каукич. О неподвижных точках операторов	285
Е. Г. Нармания. Линейные уравнения, решения которых образуют под- алгебру	289
Р. В. Дудучава. Сингулярные интегральные уравнения с фиксированными особенностями в ядре на кусочно-гладких линиях	293
С. А. Элошвили. Фильтрация одного класса полумартингалов с гауссовской мартингальной частью	297
Р. С. Исаханов. Об одной общей граничной задаче	301
И. В. Бокучава. Центральная предельная теорема для условно независимых последовательностей	305

МЕХАНИКА

А. А. Думбадзе. Расчет сферических оболочек со сложными границами при помощи координатного отображения	309
--	-----

КИБЕРНЕТИКА

З. А. Пиранашвили, Т. Г. Сулаберидзе. Об оптимальном прогнозе и фильтрации нелинейно-преобразованных гауссовских случайных процессов	313
Э. И. Кистаури. Декомпозиция дискретных марковских процессов в n -мерном пространстве	317
Р. М. Кладзе. Применение принципа максимума Л. С. Понтрягина в задачах орошения	321

ФИЗИКА

М. С. Матинова, В. М. Михелашвили, Э. В. Тулашвили, Р. И. Чиковани. Исследование глубоких уровней у гетерограницы структур на основе $Al_xGa_{1-x}As$	325
А. И. Бичинашвили, Е. З. Винтайкии, Д. Н. Гонгадзе, Э. К. Лабарткава. Эффект памяти в сплавах марганец-медь	329

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

ГЕОФИЗИКА

- Д. И. Сихарулидзе, Т. Ш. Гегечкори, П. В. Манджгаладзе. Моделирование отражения волны Рэлея в случае слабой скоростной дифференциации контактирующих сред 333
- Н. С. Вардзелашвили, М. М. Рубинштейн (член-корреспондент АН ГССР), Э. В. Соботович. Уран и торий в породах кристаллического фундамента Храмского массива (Малый Кавказ) 337

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Р. М. Вашакидзе, А. Е. Швелашвили, Р. И. Мачхошвили. Моноаминные соединения никеля (II) 341
- Э. А. Квезерели, А. П. Лежава. Смешанные бромидо-тиоцианатные комплексы германия (IV) 345

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. Ш. Папава, Н. А. Майсурадзе, Н. С. Дохтуришвили, Г. Г. Андроникашвили. Исследование процесса образования эпоксидного полимера на основе диглицидного эфира 4,4' (2-норборнилиден)-дифенола 349
- А. И. Ногайдели, Р. Ш. Ткешелашвили, Н. И. Чобаниани, Н. А. Коява. Синтез некоторых кремнийорганических мономеров и полимеров с дифениленоксидным ядром в молекуле 353
- Д. К. Иоселианц, Х. И. Арешидзе (академик АН ГССР), Г. О. Чивадзе. Кинетика реакции дегидрогенизации n-пропилового спирта на медных и серебряных катализаторах 357
- Ш. А. Самсония, М. В. Трапаидзе, Н. Н. Суворов, И. М. Гвердцители (член-корреспондент АН ГССР). Синтез 1Н, 6Н-индола [6,7-g] индола¹ 361

ГЕОЛОГИЯ

- Э. В. Варсимашвили. О типах нижнемелового флиша Южного склона Большого Кавказа (междуречье Арагви — Алазани) 366
- И. В. Кванталиани, М. З. Шарикадзе. О стратиграфическом распространении некоторых средне- и позднеаптских аммонитов на Северо-Западном Кавказе 369

МИНЕРАЛОГИЯ

- Х. А. Тедиашвили, Р. А. Ахвледiani. О находке флюорита на Квайсинском свинцово-цинковом месторождении (Грузинская ССР) 373

ГЕОХИМИЯ

- А. Г. Твалчрелидзе, И. Г. Нарозаули. К температурным условиям образования Урупского медноколчеданного месторождения 377

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Д. В. Табатадзе. К расчету сборного купола с сопряженными в меридиональных сечениях элементами 381

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

Б. Р. Бандзеладзе. Пути снижения гироскопического момента в исполнительных органах выемочных комбайнов 385

Н. С. Николаишвили. О влиянии радиуса кривизны поверхности теплообмена на температурном поле массива вокруг горных выработок глубоких шахт 389

Ш. И. Ониани, Т. Г. Пирцхалава. Влияние теплообмена с рудничным воздухом на температурное поле поверхности теплоотдачи очистной выработки при слоевой разработке мощных угольных толщ с закладкой 393

МЕТАЛЛУРГИЯ

Г. Н. Звиададзе, О. В. Шенгелия, Р. С. Размадзе, Е. С. Табатадзе, Н. В. Чхиквадзе. Изучение процесса алюмотермического восстановления фторида диспрозия в вакууме 397

М. Г. Кекуа. О влиянии германия на некоторые физико-механические свойства кремния 401

МАШИНОВЕДЕНИЕ

И. С. Давиташвили. Кинетическая точность пятизвенного сферического кривошипно-ползунового механизма 405

И. П. Кориаули. Моделирование плоского трения косым ударом 409

В. С. Звиадаури, М. В. Хвингия. Влияние нелинейной электромагнитной силы на скорость перемещения груза при резонансных режимах работы вибромашины 413

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Г. В. Вадачкория, Э. Ш. Кутателадзе, К. Л. Хвичия. Характер свободного процесса в схеме параметрических источников тока при включении сопротивления нагрузки 417

О. Г. Кервалишвили, Дж. Н. Дочвири. Динамика системы двухдвигательного унифицированного электропривода с одним регулятором скорости и индивидуальными тиристорными преобразователями для каждого двигателя 421

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Е. Н. Браго, И. Б. Шургая. Функциональный цифровой преобразователь на операционном элементе с положительной обратной связью 425

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

З. С. Абашидзе, З. Н. Цилосани, А. В. Сакварелидзе. Исследование длительных процессов в бетонах различного вида и возраста при кручении 429

Р. О. Чомахидзе, Х. С. Чиковани. Прочность цементного камня различной пористости в зависимости от вязкости насыщающей жидкости 433

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

К. Н. Каркузашвили, Э. И. Натрошвили, Н. Н. Аладашвили. Определение плодородия почвы экономико-статистическим методом 437

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Т. И. Иосебидзе. О локальном действии гистамина на посткапиллярные сосуды кожи 441
- А. А. Джавахишвили, А. Д. Чичинадзе, Е. И. Долидзе, Н. А. Григалашвили. Некоторые вопросы патогенеза и лечения гипосексуализма 445

БИОХИМИЯ

- С. В. Дурмишидзе (академик АН ГССР), А. Г. Шалашвили. Превращение (+)-катехина в ягодах винограда 449
- Н. А. Тхелидзе, О. Т. Хачидзе. Включение углерода $C^{14}O_2$ в белки стеблей виноградной лозы 453
- *В. В. Чубинидзе. Катехины коры бука восточного. 459
- Е. Л. Демурия, Н. В. Козлова. Влияние экстракта ядер печени крысы на митохондрии печени крысы при различных метаболических состояниях 461

ФИТОПАТОЛОГИЯ

- О. А. Гурели, И. Г. Одинцова, Н. А. Скуригина. Наследование устойчивости к популяции мучнистой росы у форм мягкой пшеницы, производных от *Triticum Timopheevi* Zhuk 465
- О. Т. Шанидзе. Новые для Грузии представители микофлоры субтропических декоративных растений 469

ЦИТОЛОГИЯ

- Г. К. Гогичадзе, М. Ш. Шеклашвили. Электронномикроскопическое изучение хронического лимфолейкоза и дифференцированной (лимфоцитарной) лимфосаркомы 473
- Л. К. Вепхвадзе. Кинетика гидролиза реакции Фельгена гепатоцитов куриных зародышей разных сроков инкубации 477

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- Д. Ш. Бениашвили. Морфологическая и гистохимическая характеристика опухолей периферических нервов, индуцированных нитрозосоединениями 481
- М. В. Мшвидобадзе. Дифференциация морфохимической организации регенерата в условиях аллотрансплантации формализованных костей 485

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- М. К. Чачава. Применение метода кранио-церебральной гипотермии при гипоксических повреждениях центральной нервной системы у недоношенных новорожденных детей 489
- З. К. Чахидзе. Изменение показателей центральной гемодинамики у больных пожилого и старческого возраста, оперированных по поводу перелома проксимального конца бедренной кости 493

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

- И. Г. Тактакишвили. Стратиграфическое деление эгрисского яруса (плисцен) 497

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- *Б. А. Джорбенадзе. Вопросы изучения формальных структур в грузинском языке 501

ИСТОРИЯ

- *А. А. Чкадуа. Приращение Дадрианской Сванетии к России 508

CONTENTS*

MATHEMATICS

A. Ch. Chigogidze. Axiomatics of the dimension <i>Dim</i> in completely regular spaces	275
T. A. Khurodze. Iterational processes for split operators	280
M. S. Livshic. Commuting non-selfadjoint operators and related systems of partial Differential equations	284
M. V. Kaukic. On fixed points of operators	288
V. G. Narmania. Linear equations the solutions of which form a subalgebra	291
R. V. Duduchava. On singular integral equations with fixed singularities in kernels on piecewise smooth lines	296
S. A. Eloshvili. Filtering of a class of semi-martingales with a Gaussian martingale part	300
R. S. Isakhanov. On one general boundary value problem	304
¹ V. Bokuchava. The central limit theorem for conditionally independent sequences	308

MECHANICS

A. A. Dumbadze. Computation of spherical shells with complicated boundaries by conformal reflection	312
---	-----

CYBERNETICS

Z. A. Piranashvili, T. G. Sulaberidze. On optimal prognosis and filtration of nonlinearly transformed Gaussian random processes	316
E. I. Kistauri. Discrete Markov process Decomposition in <i>N</i> -dimensional space	320
R. M. Kiladze. The use of L. S. Pontrjagin's principle of the maximum in the problems of irrigation	324

PHYSICS

M. S. Matinova, V. M. Mikhelashvili, E. V. Tulashvili, R. I. Chikovani. Study of deep levels in $AL_xGA_{1-x}AS$ heteroepitaxial structures	328
A. I. Bichinashvili, E. Z. Vintaikin, D. N. Gongadze, E. K. Labartkava. The effect of memory in manganese-copper (Mn-Cu) alloys	332

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

GEOPHYSICS

- D. I. Sikharulidze, T. Sh. Gegechkori, P. V. Manjgaladze. Modeling of the reflection of Rayleigh waves in case of weak velocity differentiation of contacting media 336
- N. S. Vardzelashvili, M. M. Rubinstein, E. V. Sobotovich. Uranium and thorium in the rocks of the Khrami mass crystalline base (lesser Caucasus) 340

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- R. M. Vashakidze, A. E. Shvelashvili, R. I. Machkhoshvili. Monoamino compounds of nickel (II) 344
- E. A. Kvezereli, A. P. Lezhava. Mixed bromide-thiocyanate complexes of Germanium (IV) 348

ORGANIC CHEMISTRY

- G. Sh. Papava, N. A. Maisuradze, N. S. Dokhturishvili, G. G. Andronikashvili. Study of epoxide polymer formation on the basis of Diglycid ether of 4,4'-(norbornylidene) diphenol 352
- A. I. Nogaideli, R. Sh. Tkeshelashvili, N. I. Chobaniani. Synthesis of some organo-silicon monomers and polymers with diphenyleneoxide nucleus in their molecules 356
- D. K. Ioseliani, Ch. I. Areshidze, G. O. Chivadze. Kinetics of dehydrogenization of N-propyl alcohol over Cu and Ag Catalysts 360
- Sh. A. Samsonia, M. V. Trapaidze, N. N. Suvorov, I. M. Gverdtsiteli. Synthesis of 1H, 6H-indole (6,7-g)-indole 363

GEOLOGY

- E. V. Varsimashvili. On the types of the lower cretaceous flysch of the southern slope of the Caucasus (the Aragvi and Alazani interfluve) 368
- I. V. Kvantaliani, M. Z. Sharikadze. On the stratigraphic distribution of some middle and late aptian ammonites of North-Western Caucasus 372

MINERALOGY

- Kh. A. Tediashvili, R. A. Akhvlediani. Discovery of fluorite in the lead-zinc deposit of Kvaisa (Georgian SSR) 376

GEOCHEMISTRY

- A. G. Tvalchrelidze, I. G. Narozauli. On the temperature conditions of the formation of the Urup copper-pyritic deposit 380

STRUCTURAL ENGINEERING

- D. V. Tabatadze. On the analysis of prefabricated dome formed of hinge-conjugated meridional elements 384

EXPLOITATION OF DEPOSITS AND CONCENTRATION

- B. R. Bandzladze. Way of reducing the gyroscopic moment in the performing members of narrow grabbing excavating combines 387
- N. S. Nikolaishvili. On the effect of the radius of curvature of the heat exchange surface on the temperature field of the mass around the underground workings of deep-level mines 392
- Sh. I. Oniani, T. G. Pirtskhalava. The influence of heat exchange with the mine air on the temperature field of the heat emission surface of excavation at layer working of coal thicknesses with packing 396

METALLURGY

- G. N. Zviadadze, O. V. Shengelia, R. S. Razmadze, E. S. Tabatadze, N. V. Chkhikvadze. Study of the aluminothermic reduction process of dysprosium fluoride 400
- M. G. Kekua. Germanium effect on some physico-mechanical properties of silicon 404

MACHINE BUILDING SCIENCE

- N. S. Davitashvili. The kinematic accuracy of five-link crank and slider spherical mechanisms 408
- I. P. Koriauli. Modelling of plane friction with oblique impact 412
- V. S. Zviadauri, M. V. Khvingia. Nonlinear electromagnetic effect on the load transfer speed with resonance ratings of vibratory machine 416

ELECTROTECHNICS

- G. V. Vadachkoria, E. Sh. Kutateladze, K. L. Khvichia. Free processes in parametric current source circuits at load impedance connection 420
- O. G. Kervalishvili, J. N. Dochviri. Dynamics of a twin-engined unified electric drive system with single speed regulator and individual thyristor transformers for each engine 424

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- E. N. Brago, I. B. Shurgaiia. Functional digital transducer with positive feedback on the operating element 428

TECHNOLOGY OF MATERIALS

- Z. S. Abashidze, Z. N. Tsilosani, A. V. Sakvarelidze. Investigation of long-term processes in concretes of different kinds and ages at torsion 432



- R. O. Chomakhidze, Kh. S. Chikovani, Strength of cement stone of different porosity depending on the saturating liquid viscosity 436

SOIL SCIENCE

- K. N. Karkuzashvili, E. I. Natroshvili, D. N. Aladashvili. Determination of soil fertility by the economic-statistical method 339

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- I. Iosebidze. On the local action of histamine of the postcapillary vessels of the skin 443
- A. A. Javakhishvili, A. D. Chichinadze, E. I. Dolidze, N. A. Grigalashvili. Some questions of the pathogenesis and treatment of hyposexuality 447

BIOCHEMISTRY

- S. V. Durmishidze, A. G. Shalashvili. Transformation of (+)-catechin in grape 451
- P. A. Tkhelidze, E. T. Khachidze. Incorporation of carbon of $C^{14}O_2$ into proteins from grapevine shoots 456
- V. V. Chubinidze. Catechins of the eastern beech cortex 459
- E. L. Demuria, N. V. Kozlova. Influence of rat liver nuclear extract on the rat liver mitochondria in different metabolic states 464

PHYTOPATHOLOGY

- O. A. Gurieli, I. G. Odintsova, I. A. Skurigina. Inheritance of resistance to the population of powdery mildew in soft wheat derived from *triticum timopheevi* zhuk 468
- O. T. Shainidz. Representatives of the mycoflora of subtropical decorative plants that are new for Georgia 472

CYTOLOGY

- G. K. Gogichadze, M. Sh. Shek'ashvili. Electron microscopic study of chronic lymphocytic leukemia and differentiated (lymphocytic) 476
- L. K. Vepkhvadze. Kinetics of feulgen reaction hydrolysis of the hepatocytes of chick embryos of different periods of incubation 480

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- D. Sh. Beniashvili. Morphological and histochemical characteristics of peripheral nerve tumours 484

- M. V. Mshvidobadze. Differentiation of the morphochemical organization of the regenerate in conditions of allotransplantation of formalized bones 488

EXPERIMENTAL MEDICINE

- M. K. Chachava. Application of cranio-cerebral hypothermia in premature newborns with hypoxic damage of the central nervous system 491
- Z. K. Chkhaidze. Changes of central hemodynamic indices in senile and old-age patients operated for the fracture of femoral bone proximal end 496

PALAEOBIOLOGY

- I. G. Taktakishvili. Stratigraphic division of the Egrissian stage (the pliocene) 500

LINGUISTICS

- B. A. Jorbenadze. Problems of the study of formal structures in Georgian 504

HISTORY

- A. A. Chkadia. Incorporation of Dadiani Svaneti into Russia 508



А. Ч. ЧИГОГИДЗЕ

АКСИОМАТИКА РАЗМЕРНОСТИ \dim ВПОЛНЕ РЕГУЛЯРНЫХ ПРОСТРАНСТВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 5.4.1978)

Еще Менгер [1] занимался аксиоматическим описанием размерности для подпространств обычной плоскости. В последствии появилось много работ, посвященных этому вопросу. Так, П. С. Александров [2, 3] дал аксиоматическую характеристику размерности в классе всех конечномерных компактов. Исследования других авторов шли в основном в двух направлениях. Первое заключалось в нахождении независимой системы аксиом, характеризующих размерность в классе всех метризуемых пространств [4—7], а второе — в классе всех конечномерных бикомпактов [8]. В настоящей заметке дается аксиоматика размерности \dim в классе T всех конечномерных вполне регулярных T_1 -пространств.

Все рассматриваемые ниже пространства являются элементами класса T . Под размерностью \dim пространства понимается его размерность, определенная посредством конечных конуль-покрытий. Буквой ω всюду обозначается открытое конечное покрытие пространства. Под целочисленной функцией будем понимать отображение $d: T \rightarrow \{-1, 0, 1, 2, \dots, n, \dots\}$.

Перечислим следующие аксиомы.

A_1 (аксиома инвариантности). Если X гомеоморфно Y , то $dX = dY$.

A_2 (первая аксиома нормировки). Если P^n — конечный n -мерный полиэдр (причем $P^{-1} = \emptyset$), то $dP^n \leq n$.

A_3 (вторая аксиома нормировки). $d(\{\emptyset\}) \geq 0$.

A_4 (аксиома монотонности). Если X z -вложено в бикомпакте Y [9], то $dX \leq dY$.

A_5 (аксиома бикомпактифицируемости). Для любого $X \in T$ существует бикомпакт Y и гомеоморфизм $f: X \rightarrow Y$, такой, что $f(X)$ z -вложено в Y и $dY \leq df(X)$.

A_6 (Аксиома Брауера). Для всякого бикомпакта X существует такое ω , что при любом ω -отображении [10] $f_\omega: X \rightarrow Y$, $Y \in T$, имеет место неравенство $df_\omega(X) \geq dX$.

A_7 (аксиома Пуанкаре). Если бикомпакт X содержит более одной точки, то найдутся ненулевые дизъюнктные замкнутые канонические F_1 , $F_2 \subset X$, между которыми при любом ω существует (ω, d) -тонкая перегородка [8].



Имеет место

Теорема. *Функция \dim есть единственная определенная на всем классе T целочисленная функция, удовлетворяющая аксиомам A_1 — A_7 . При чем эта система аксиом независима.*

Доказательство. Используя результаты из [8, 10, 11], можно убедиться в том, что размерность \dim удовлетворяет всем перечисленным выше аксиомам.

Пусть теперь d — целочисленная функция, удовлетворяющая аксиомам A_1 — A_7 и $X \in T$.

В силу A_3 существует бикомпакт Y и гомеоморфизм $f: X \rightarrow Y$, такой, что $f(X)$ z -вложено в Y и $dY \leq df(X)$. В силу A_4 справедливо и обратное неравенство. Следовательно, $dY = df(X)$. Но в силу аксиомы инвариантности $dX = dY$. Используя аксиомы A_1 и A_4 для размерности \dim , убеждаемся, что $\dim X \leq \dim Y$. Поменяем теперь местами функции d и \dim в проведенных выше рассуждениях. Убеждаемся в существовании такого бикомпакта Y' (вообще говоря отличного от Y), что $\dim X = \dim Y'$ и $dX \leq dY'$. Теперь нетрудно видеть, что для доказательства равенства $d = \dim$ в классе T достаточно доказать это равенство лишь в классе бикомпактов.

Доказательство же последнего факта аналогично доказательству основной теоремы из [8] (нужно лишь в соответствующих местах вместо аксиомы конечной суммы пользоваться аксиомой монотонности).

Итак, в условиях теоремы, $dX = \dim X$ для любого $X \in T$.

Покажем независимость введенной системы аксиом. Для этого мы построим целочисленные функции d_i ($i = \overline{1, 7}$), которые удовлетворяют всем аксиомам кроме аксиомы A_i и в то же время ни одна из них не совпадает с размерностью \dim .

$$d_i X = \begin{cases} d(X, I^\tau), & \text{если } X \text{ является подпространством тихоновского} \\ & \text{кирпича } I^\tau \text{ при некотором } \tau; \\ \dim X, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

В [11] построен пример, показывающий, что относительная размерность $d(X, Y)$ не является топологическим инвариантом. Следовательно, функция d_1 не удовлетворяет аксиоме A_1 . Проверим аксиому A_4 . Проверка этой аксиомы сводится к рассмотрению следующего случая: $X \subseteq I^\tau$ при некотором τ и Y не обладает этим свойством. Тогда, используя свойства относительной размерности $d(X, Y)$ [11] и тот факт, что каждый бикомпакт является z -вложенным в любое объемлющее пространство, убеждаемся в справедливости следующей цепочки равенств: $d_1 X = d(X, I^\tau) = d(X, I^\tau \cap Y) = d(X, Y) \leq \dim Y = d_1 Y$. Итак, функция d_1 удовлетворяет аксиоме A_4 . Остальные аксиомы проверяются без труда.

$$d_2 X = \dim X + 1.$$

$$d_3 X = \begin{cases} -1, & \text{если } X \text{ — одноточечное пространство;} \\ \dim X & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

$$d_4 X = \begin{cases} \dim X, & \text{если } X \text{ — Сикомпакт}; \\ \dim X + 1 & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

$$d_5 X = \sup \{ \dim K / K \subseteq X \text{ и } K \text{ — Сикомпакт} \}.$$

$$d_6 X = \begin{cases} 1, & \text{если } X \text{ бесконечно и в то же время } \dim X = 0; \\ \dim X & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

$$d_7 X = \begin{cases} -1, & \text{если } X = \emptyset; \\ 0, & \text{если } X \neq \emptyset. \end{cases}$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 7.4.1978)

მათემატიკა

ა. ჩიგოგიძე

საპრობლემო რეზულტატულ სივრცეთა \dim განზომილების აქსიომები
რეზიუმე

მოცემულია საგნებით რეგულარულ სივრცეთა დაფარვითი განზომილების აქსიომატური დახასიათება (აქსიომათა სისტემა დამოუკიდებელია). არსებითად გამოიყენება ავტორის მიერ განმარტებული ფარდობითი განზომილების ცნება.

MATHEMATICS

A. Ch. CHIGOGIDZE

AXIOMATICS OF THE DIMENSION \dim IN COMPLETELY REGULAR SPACES

Summary

An axiomatic characterization of the covering dimension \dim in the class of all finite-dimensional completely regular (Tychonoff) spaces is given by means of the notion of a relative covering dimension introduced by the author in [11].

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. Menger. Monat. für Math. und Phys., 36, 1929, 193—218.
2. П. С. Александров. Math. Ann., 106, 1932.
3. П. С. Александров. Труды Международного симпозиума по топологии и ее применениям в Херцег-Нови (Югославия), август 1968, Белград, 1969.
4. T. Nishiura. Fund. Math., 59, 1966, 243—262.
5. S. Sakai. Proc. Japan Acad., 44, № 8, 1968.
6. J. M. Aarts. Fund. Math., 70, 1971, 147—155.
7. Е. Щепин. ДАН СССР, 206, № 1, 1972.
8. О. В. Локуциевский. ДАН СССР, 212, № 4, 1973.
9. A. W. Hager. Proc. London Math. Soc., 3, 19, 1969.
10. П. С. Александров, Б. А. Пасынков. Введение в теорию размерности. М., 1973.
11. А. Ч. Чигогидзе. Сообщения АН ГССР, 85, № 1, 1977.

ქ. შარვაშიძის სპ. სტ. სტ.

Т. А. ХУРОДЗЕ

ИТЕРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ДЛЯ РАСЩЕПЛЕННЫХ ОПЕРАТОРОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Гегелна 20.3.1978)

В [1] введено и изучено понятие гетеротонного оператора. Оператор F , действующий в банаховом пространстве E , полуупорядоченном некоторым конусом K [2], называется гетеротонным, если он допускает диагональное представление (расщепление) $F(x) \equiv \widehat{F}(x, x)$ и $\widehat{F}(v, \omega)$ монотонно возрастает по v и убывает по ω . Наличие разнообразных полезных свойств у гетеротонных операторов [1, 3] выдвигает важную задачу разработки специальных приемов для сведения уравнений различных типов к уравнениям с гетеротонными операторами. Эта задача может пониматься и более широко, как изучение возможностей методики расщепления оператора, в частности, для получения оценок решения и построения вычислительных алгоритмов.

1. Пусть нас интересует решение уравнения $P(x)=0$, где непрерывный оператор $P: E \rightarrow E$ допускает диагональное представление $P(x) = \widehat{P}(x, x)$, причем $\widehat{P}(v, \omega)$ монотонно возрастает по ω и для $h \geq 0$ справедлива оценка

$$\widehat{P}(v+h, \omega) - \widehat{P}(v, \omega) \leq (I+B)h, \quad (1)$$

где линейный оператор $I+B$ положительно обратим в $(I+B)^{-1}$ непрерывен. Будем предполагать также, что система уравнений

$$\widehat{P}(v, \omega) = 0, \quad \widehat{P}(\omega, v) = 0 \quad (2)$$

не имеет решений (v^*, ω^*) , таких, что $v^* \leq \omega^*$ и $v^* \neq \omega^*$.

Теорема 1. Пусть выполняются указанные выше предположения; конус K правилен и существуют элементы v^0, ω^0 , такие, что $v^0 \leq \omega_0$ и

$$\widehat{P}(v^0, \omega^0) \leq 0, \quad \widehat{P}(\omega^0, v^0) \geq 0.$$

Тогда на конусном отрезке $\langle v^0, \omega^0 \rangle$ существует единственное решение x^* уравнения $P(x)=0$ и последовательности v^h, ω^h , порождаемые итерационной процедурой

$$\begin{aligned} v^{h+1} &= v^h - (I+B)^{-1} \widehat{P}(v^h, \omega^h), \\ \omega^{h+1} &= \omega^h - (I+B)^{-1} \widehat{P}(\omega^h, v^h), \end{aligned} \quad (3)$$

монотонно сходятся (соответственно снизу и сверху) к x^* .

По существу утверждение теоремы основано на переходе от уравнения $P(x)=0$ к уравнению $x=F(x)$ с гетеротонным оператором

$$F(x) = x - (I+B)^{-1} P(x). \quad (4)$$



Для обеспечения более высокой скорости сходимости в (3) оператор B надо выбирать так, чтобы в (1) он давал наиболее точную оценку. На каждом шаге в (3) можно использовать также различные операторы B_h (при условии, что каждый B_h гарантирует оценку типа (1) на конусном отрезке $\{v^h, w^h\}$).

2. Предположение теоремы 1 о правильности конуса K довольно ограничительно. Поскольку изучаемые уравнения часто имеют вид $x - T(x) = 0$, где T — вполне непрерывный оператор, более полезной для приложений представляется

Теорема 2. Пусть оператор $P(x) = x - T(x)$, $\widehat{P}(v, w) = v - \widehat{T}(v, w)$ удовлетворяет указанным выше предположениям. Пусть конус K нормален, а операторы \widehat{T} и B вполне непрерывны. Тогда монотонные последовательности (3) сходятся к единственному на $\{v^0, w^0\}$ решению x^* уравнения $x = T(x)$.

3. В условиях теорем 1, 2 к x^* сходятся также (но не обязательно монотонно) последовательные приближения $x^{h+1} = F(x^h)$ с оператором (4) и $x^0 \in \{v^0, w^0\}$. В различных дополнительных предположениях можно гарантировать сходимость аналогичного итерационного процесса при любом начальном приближении.

Теорема 3. Пусть оператор $P: E \rightarrow E$ допускает диагональное представление $P(x) \equiv \widehat{P}(x, x)$, причем $\widehat{P}(v, w)$ монотонно возрастает по w , выполняется оценка (1) и, кроме того,

$$\widehat{P}(v + h, w) - \widehat{P}(v, w + h) \geq (I + B)(I - C)h,$$

где C — линейный положительный оператор со спектральным радиусом $\rho(C) < 1$. Тогда уравнение $P(x) = z$ имеет единственное решение $x^*(z)$ при любом $z \in E$ и последовательные приближения

$$x^{h+1} = x^h - (I + B)^{-1} [P(x^h) - z]$$

сходятся к $x^*(z)$ при любом $x^0 \in E$.

4. Остановимся на вопросах оценки и вычисления решений систем дифференциальных уравнений. Будем предполагать, что задачи Коши на сегменте $[t_0, t_1]$ для рассматриваемых систем всегда однозначно разрешима.

Рассмотрим задачу

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x), \quad x(t_0) = x^*. \quad (5)$$

Пусть R^n полуупорядочено неотрицательным ортантом R_+^n и $f(t, x) \equiv \widehat{f}(t, x, x)$, причем $\widehat{f}(t, v, w)$ монотонно возрастает по v , а $\widehat{f}(t, v, w) - P(t)w$ монотонно убывает по w , где $P(t)$ — положительная матрица с нулевыми элементами на диагонали.

Теорема 4. Пусть существует пара функций $v^0(t), w^0(t)$, таких, что $v^0(t) \leq w^0(t)$, $v^0(t_0) \leq x(t_0) \leq w^0(t_0)$,

$$\frac{dv^0}{dt} \leq \widehat{f}(t, v^0, \omega^0) + P(t) [v^0 - \omega^0],$$

$$\frac{d\omega^0}{dt} \geq \widehat{f}(t, \omega^0, v^0) + P(t) [\omega^0 - v^0].$$

Тогда решение $x^*(t)$ задач (5) на $[t_0, t_1]$ удовлетворяет условию $v^0(t) \leq x^*(t) \leq \omega^0(t)$ и последовательности $v^h(t)$, $\omega^h(t)$, порождаемые процедурой

$$\begin{aligned} Lv^{h+1} &= \widehat{f}(t, v^h, \omega^h) - P(t) \omega^h, \\ L\omega^{h+1} &= \widehat{f}(t, \omega^h, v^h) - P(t) v^h, \end{aligned} \quad (6)$$

где $Lx = \frac{dx}{dt} - P(t)x$, монотонно (соответственно, снизу и сверху) сходится к $x^*(t)$ по норме пространства $C^n[t_0, t_1]$.

Наметим схему доказательства. Оценка $v^0(t) \leq x^*(t) \leq \omega^0(t)$ вытекает из результатов [3]. Для изучения сходимости (6) удобнее перейти к интегральному эквиваленту. Пусть $Y(t)$ — фундаментальная матрица системы $Lx=0$. Тогда легко показать, что (6) эквивалентно итерационному процессу $v^{h+1} = F(v^h, \omega^h)$, $\omega^{h+1} = F(\omega^h, v^h)$ с интегральным оператором Вольтерра

$$F(v, \omega) = \int_{t_0}^t \widehat{k}[t, s, v(s), \omega(s)] ds + a(t), \quad \text{где } a(t) = Y(t)Y^{-1}(t_0)x^*,$$

$$\widehat{k}[t, s, v(s), \omega(s)] = Y(t)Y^{-1}(s)[\widehat{f}(s, v, \omega) - P(s)\omega].$$

В указанных предположениях оператор $F(x, x)$ — гетеротонный [1], что легко позволяет сделать необходимый вывод. Условие типа единственности решения системы (2) обеспечивается однозначной разрешимостью соответствующей задачи Коши.

Тбилисский государственный
университет

Институт проблем управления
АН СССР

(Поступило 27.4.1978)

მათემატიკა

თ. ხუროში

იტერაციული პროცესები გახლეჩილი ოპერატორებისათვის

რეზიუმე

მოყვანილია თეორემები, რომლებიც გვაძლევენ არაწრფივი განტოლებების ამოხსნების არსებობისა და ერთადერთობის პირობებს. აგებულია იტერაციული გამოთვლითი ალგორითმები ამოხსნისაგან იტერაციის მონოტონური მიახლოებით.

Т. А. KHURODZE

ITERATIONAL PROCESSES FOR SPLIT OPERATORS

Summary

Theorems providing conditions for the existence and uniqueness of the solutions of nonlinear equations are presented. Iterational calculation algorithms with monotonic approximation to solution are constructed.

ლიტერატურა -- ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Опойцев. Труды Моск. матем. о-ва, 36, 1977.
2. М. А. Красносельский. Положительные решения операторных уравнений. М., 1962.
3. В. И. Опойцев, Т. А. Хуродзе. Сообщения АН ГССР, 87, № 3, 1977.

М. С. ЛИВШИЦ

КОММУТИРУЮЩИЕ НЕСАМОСПРЯЖЕННЫЕ ОПЕРАТОРЫ
 И ПОРОЖДАЕМЫЕ ИМИ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ
 ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ
 ПРОИЗВОДНЫХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 16.2.1978)

Пусть A_k ($k = 1, 2, \dots, n$) — линейные, ограниченные операторы в гильбертовом пространстве H , $G_k = (A_k - A_k^*)H$, $G = \bigcup_{k=1}^n G_k$, P_G — ортопроектор H на G . Легко видеть, что $A_k - A_k^* = iP_G \sigma_k P_G$, где $\sigma_k = \frac{1}{i} (A_k - A_k^*)|_G$ — эрмитовы операторы в G .

Определение. Совокупность вида $X = (A_k, H, \varphi, E, \sigma_k)$, где E — гильбертово пространство, σ_k — эрмитовы (ограниченные) операторы в E , φ — непрерывное линейное отображение H в E , называется *операторным узлом*, если выполнены условия $A_k - A_k^* = i\varphi^* \sigma_k \varphi$. Узел называется минимальным, если φ^* отображает E на G взаимнооднозначно.

Заданные операторы A_k всегда можно включить в узел, полагая $E = G$, $\varphi = P_G$. Если $A_k A_j = A_j A_k$ ($k, j = 1, 2, \dots, n$), узел называется коммутативным. Можно показать, что для коммутативного, минимального узла имеют место соотношения

$$A_k^* A_j - A_j^* A_k = i\varphi^* \gamma_{kj} \varphi, \quad A_k A_j^* - A_j A_k^* = i\varphi^* \tilde{\gamma}_{kj} \varphi, \quad (1)$$

где γ_{kj} , $\tilde{\gamma}_{kj}$ — эрмитовы операторы в E .

Определение. Пусть $f(\xi)$ — аналитическая функция, регулярная в односвязной области $D \subset \mathbb{C}'$, а X — коммутативный узел. Оператор-функцию

$$F(x_1, \dots, x_n; \lambda) = \varphi f \left(\sum_{k=1}^n A_k x_k - \lambda I \right) \varphi^*, \quad (2)$$

будем называть *пограничной волной* (или F -волной), порожденной узлом X . Заметим, что F -волна определена для тех точек $(x, \lambda) \in R^{n+1}$, в которых

спектр оператора $(Ax) = \sum_{k=1}^n A_k x_k$ лежит в D .

Теорема 1. *Пограничная волна F , порожденная минимальным коммутативным узлом, удовлетворяет двум каноническим системам дифференциальных уравнений:*



$$\sigma_k \frac{\partial F}{\partial x_j} - \sigma_j \frac{\partial F}{\partial x_k} = \gamma_{kj} \frac{\partial F}{\partial \lambda}, \quad (3)$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_j} \sigma_k - \frac{\partial F}{\partial x_k} \sigma_j = \frac{\partial F}{\partial \lambda} \tilde{\gamma}_{kj}. \quad (4)$$

Допустим, что $\dim E < \infty$ и что существует луч ix_0 ($t \geq 0$, $x_0 \in R^n$), для которого $(\sigma x_0) > 0$. В этом случае оператор (Ax_0) — диссипативен и луч ix_0 мы также назовем диссипативным. Из теоремы 1 и корректности задачи Коши для первой канонической системы вытекает

Следствие. Если заданы операторы σ_k , γ_{kj} , то пограничная волна определяется однозначно своими значениями только на одном диссипативном луче.

Если взять $f(\zeta) = \exp(i\zeta)$, то соответствующая пограничная волна $F(x, \lambda) = \Phi(x)e^{-i\lambda}$, где $\Phi(x) = \varphi \exp[i(Ax)] \varphi^*$.

Таким образом, «Ф-волна» — это проявление во внешнем пространстве H однородного процесса $\exp[i(Ax)]$, происходящего во внутреннем пространстве H . Другой важный случай получается при $f(\zeta) = \zeta^{-1}$. Соответствующая пограничная волна $R(x, \lambda) = \varphi((Ax) - \lambda I)^{-1} \varphi^*$ (R — волна) связана с характеристической функцией S узла X простой зависимостью $S(x, \lambda) = I - iR(x, \lambda)(\sigma x)$. Как известно [1–8], характеристические функции играют фундаментальную роль в теории несамосопряженных операторов и ее приложениях. В частности, $R(x, \lambda)$ отделяет коммутативный узел на главной компоненте с точностью до унитарной эквивалентности [5].

Теорема 2. R -волна обладает следующими свойствами:

1) $R(x, \lambda)$ — регулярная, аналитическая функция в области $\|x\| < a|\lambda|$, имеющая в окрестности точки $\lambda = \infty$ разложение вида

$$R(x, \lambda) = - \sum_{k=0}^{\infty} \lambda^{-(k+1)} \Gamma_k(x_1, \dots, x_n), \quad (5)$$

где $\Gamma_k(x_1, \dots, x_n)$ — однородный многочлен степени k , $\Gamma_0 > 0$.

2) $R(x, \lambda)$ — мероморфная функция от λ в области $\text{Im } \lambda > 0$.

3) Имеют место соотношения

$$S^*(x, \lambda)(\sigma x) S(x, \lambda) \geq (\sigma x), \quad \text{Im } \lambda \geq 0, \quad (6)$$

причем для $\text{Im } \lambda = 0$ ($\|x\| < a|\lambda|$) в условии (6) имеет место знак равенства.

4) Функция $R(x, \lambda)$ удовлетворяет двум системам канонических дифференциальных уравнений (3), (4).

Пусть теперь заданы операторы σ_k ($k = 1, 2, \dots, n$) и оператор-функция $R(x, \lambda)$ в пространстве E , относительно которой мы заранее не знаем, является ли она R -волной, порожденной коммутативным узлом.

Теорема 3. Если заданная функция $R(x, \lambda)$ удовлетворяет условиям теоремы 2 и если существует диссипативный луч ix_0 , на котором функция $S(x_0, \lambda) = I - iR(x_0, \lambda)(\sigma x_0)$ удовлетворяет условию

$$S^*(x_0, \lambda_0 + i0)(\sigma x_0) S(x_0, \lambda) = (\sigma x_0) \quad (7)$$

почти для всех вещественных значений λ (S -внутренняя функция [6]), то существует коммутативный узел, для которого $R(x, \lambda)$ является пограничной волной и, соответственно, $S(x, \lambda)$ — характеристической функцией.

В теории пограничных волн естественно возникает две основные задачи.

I. Требуется выяснить, существуют ли пограничные волны с заданными эрмитовыми операторами σ_k, γ_{kj} , и дать полное описание соответствующих коммутативных узлов.

II. Задана система дифференциальных уравнений вида

$$\sum_{k=1}^n L_k \frac{\partial U}{\partial x_k} + iMU = 0, \quad (8)$$

где $L_k (k = 1, \dots, n)$ — эрмитовы операторы в E . Требуется выяснить, существуют ли Φ -волны, удовлетворяющие этой системе, и дать полное описание всех таких волн.

Заметим, что подставляя $F(x, \lambda) = \Phi(x) e^{-i\lambda}$ в канонические системы (3), (4), мы для Φ -волны получаем следующие канонические уравнения:

$$\sigma_k \frac{\partial \Phi}{\partial x_j} - \sigma_j \frac{\partial \Phi}{\partial x_k} + i\gamma_{kj} \Phi = 0, \quad (9)$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial x_j} \sigma_k - \frac{\partial \Phi}{\partial x_k} \sigma_j + i\tilde{\gamma}_{kj} \Phi = 0. \quad (10)$$

В настоящее время решения задач I, II известны лишь для весьма частных случаев. Пусть $n=2$, $\dim E=2$ и существует по крайней мере одно диссипативное направление. Отбрасывая тривиальный случай зависимости $c_1 \sigma_1 + c_2 \sigma_2 = 0$ ($|c_1| + |c_2| > 0$), можно с помощью простых преобразований свести задачи I, II к исследованию уравнения

$$\sigma_1 \frac{\partial \Phi}{\partial x_2} - \sigma_2 \frac{\partial \Phi}{\partial x_1} + i\gamma \Phi = 0, \quad (11)$$

где

$$\sigma_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad \gamma = \gamma^* = \begin{pmatrix} a & b \\ b & c \end{pmatrix}.$$

Теорема 4. При $b \neq 0$ все пограничные Φ -волны, удовлетворяющие системе (11), имеют вид

$$\Phi(x) = \varphi \exp i(A_1 x_1 + A_2 x_2) \varphi^*, \quad (12)$$

где A_1 — произвольный оператор с одномерной мнимой компонентой, а A_2 выражается через A_1 следующим образом:

$$A_2 = aI - |b|^2 (A_1 - cI)^{-1}. \quad (13)$$

При $b=0$ задача сводится к тривиальному случаю, когда один из операторов эрмитов.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 16.2.1978)

მ. ლივშიცი

კომუტაციური არათვითმეზღვრული ოპერატორები და
 მათ მიერ წარმოქმნილი კანონწარმოებაულიან
 დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის ამოხსნები

რეზიუმე

წყვილ-წყვილად კომუტაციურ ოპერატორთა ყოველ ერთობლიობას შევე-
 საბამებთ გარკვეული ტიპის ორ ოპერატორ-ფუნქციას. მტკიცდება, რომ ეს ფუნქ-
 ციები წარმოადგენენ (3), (4) დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის ამო-
 ხსნებს. ეს საშუალებას იძლევა მიღებულ იქნეს შედეგები მოცემულ ოპერატორ-
 თა მათი მახასიათებელი ფუნქციით აღდგენის ამოცანაში და ნაპოვნი იქნეს დი-
 ფერენციალურ განტოლებათა ამოხსნენთა ახალი კლასები, რომლებიც წარმოად-
 გენენ გარე გამოსახულებას იმ პროცესებისა, რომლებიც ხდება შიგა სივრცეში.

MATHEMATICS

M. S. LIVSHIC

COMMUTING NON-SELFADJOINT OPERATORS AND RELATED
 SYSTEMS OF PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS

Summary

If non-selfadjoint commuting in pairs operators in Hilbert space are given, one can form two related operator-valued functions of definite type and prove that these functions are solutions of two remarkable systems of partial differential equations (3), (4). This relationship plays an important role in the problem of the synthesis of the given operators from their characteristic function. It leads also to the finding of new solutions of partial differential equations which are superficial pictures of processes developing in the inner space.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. С. Бродский, М. С. Лившиц. УМН, 13, № 1, 1958, 3—85.
2. М. С. Бродский. Треугольные и жордановы представления линейных операторов. М., 1969.
3. М. С. Лившиц. Операторы, колебания, волны. М., 1966.
4. И. Ц. Гохберг, М. Г. Крейн. Теория вольтеровых операторов в гильбертовом пространстве и ее приложения. М., 1967.
5. М. С. Лившиц, А. А. Янцевич. Теория операторных узлов в гильбертовых пространствах. Харьков, 1971.
6. B. Sz. Nagy, C. Foias. Analyse harmonique des opérateurs de l'espace de Hilbert. Masson, Paris; Acad. Kiadó, Budapest, 1967
7. R. G. Douglas. Canonical Models, Math. Surveys, V. 13, 1974.
8. J. S. Howland. Journ. of Math. Analysis and Appl., 50, 415-437, 1975.

М. В. КАУКИЧ

О НЕПОДВИЖНЫХ ТОЧКАХ ОПЕРАТОРОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 12.4.1978)

1. Пусть X — банахово пространство, а T — оператор, определенный на замкнутом множестве M этого пространства, со значениями в M . Будем говорить, что оператор T обладает свойством (FPI) , если существует единственная неподвижная точка $x_0 \in M$ оператора T и $x_0 = \lim T^n(x)$ при каждом $x \in M$.

Общезвестно, что если выполнено одно из условий:

(B) для всех $x \in M, y \in M: \|T(x) - T(y)\| \leq a \|x - y\|; 0 \leq a < 1$

(T — сжимающее отображение, [1]),

(K) для всех $x \in M, y \in M: \|T(x) - T(y)\| \leq b(\|x - T(x)\| + \|y - T(y)\|);$

$$0 \leq b < \frac{1}{2}, [2]$$

то оператор T обладает свойством (FPI) . Заметим, что оператор, удовлетворяющий (B), непрерывен на M , но операторы, для которых выполнено (K), не обязательно непрерывны.

Ниже мы предлагаем достаточные условия для того, чтобы оператор T обладал свойством (FPI) , отличные от условий (B) и (K).

2. Теорема. Если для всех $x \in M, y \in M$ выполнено одно из условий:

(1) $\|T(x) - T^2(y)\| \leq a(x, y)\|x - y\| + b\|y - T(y)\|; 0 \leq a(x, y) < 1, 0 \leq b < 1,$

(2) $\|T(x) - T^2(y)\| \leq a\|x - T(x)\| + b\|y - T(y)\|; a \geq 0, b \geq 0, a + b < 1,$

(3) $\|T(x) - T^2(y)\| \leq a\|x - T(y)\| + b\|x - T_2(y)\|; a \geq 0, b \geq 0, a + b < 1,$

то оператор T обладает свойством (FPI) .

Доказательство проводится по схеме доказательства принципа сжимающих отображений. Приведем его для условия (1):

(i) для любого $x \in M$ последовательность $\{T^n(x)\}_{n=1}^{\infty}$ является последовательностью Коши.

В самом деле, при $x=y$ из (1) получаем $\|T(x) - T^2(x)\| \leq b\|x - T(x)\|$ и, следовательно, $\|T^{k-1}(x) - T^k(x)\| \leq b^{k-1}\|x - T(x)\|$ для $k=2, 3, \dots$. Поэтому

$$\|T^n(x) - T^m(x)\| \leq \|T^n(x) - T^{n+1}(x)\| + \|T^{n+1}(x) - T^{n+2}(x)\| + \dots +$$

$$+ \|T^{m-1}(x) - T^m(x)\| \leq \left(\sum_{i=n}^{m-1} b^i \right) \|x - T(x)\|$$



и утверждение следует из того, что последовательность частных сумм

геометрической прогрессии $\sum_{j=1}^{\infty} b^j$ является последовательностью Коши.

Так как M — замкнутое множество пространства Банаха, то для любого $x \in M$ существует предел $\lim T^n(x) = x_0$ и $x_0 \in M$.

(ii) x_0 является неподвижной точкой оператора T .

Достаточно доказать: $T(x_0) = \lim T^{n+1}(x)$, ибо ясно, что $\lim T^{n+1}(x) = \lim T^n(x) = x_0$. Рассмотрим неравенство $\|T(x_0) - T^{n+1}(x)\| \leq a(x_0, T^{n-1}(x)) \times \|x_0 - T^{n-1}(x)\| + b \|T^n(x) - T^{n-1}(x)\|$, при $n \rightarrow \infty$ оба слагаемых — $\|x_0 - T^{n-1}(x)\|$, $\|T^n(x) - T^{n-1}(x)\|$ — стремятся к нулю, следовательно, $\|T(x_0) - T^{n+1}(x)\|$ также стремится к нулю.

(iii) x_0 является единственной неподвижной точкой оператора T .

В самом деле, пусть $x_1 \in M$ и $x_1 = T(x_1)$, из (1) следует, что $\|x_0 - x_1\| \leq a(x_0, x_1) \|x_0 - x_1\|$. А это, ввиду того что $a(x_0, x_1) < 1$, возможно только тогда, когда $x_0 = x_1$.

Для условий (2), (3) доказательство теоремы аналогично.

3. З а м е ч а н и я.

3.1. Существуют операторы, для которых не выполнено ни условие (B), ни условие (K), но одно из условий (1), (2), (3) выполняется,

как видно из примера $M = [0, 1]$; $T(x) = \frac{x}{2}$ для $x \in \left[0, \frac{1}{2}\right]$.

$T(x) = 0$ для $x \in \left[\frac{1}{2}, 1\right]$ (условие (1) выполнено, но оператор T не удовлетворяет ни условию (B), ни условию (K)).

Если оператор удовлетворяет условию (B), то он также удовлетворяет условию (1). Неизвестно, существует ли оператор, для которого выполнено условие (K), но не выполнено условие (1).

3.2. Если T удовлетворяет условию (1) и x_0 является неподвижной точкой этого оператора, то T непрерывен в x_0 , ибо

$$\|T(x) - T^2(x_0)\| = \|T(x) - T(x_0)\| \leq a(x, x_0) \|x - x_0\|.$$

Однако существует оператор, который удовлетворяет условию (1), но в каждой окрестности своей неподвижной точки имеет точку разрыва. Из этого следует, в частности, что условие (B) не удовлетворяется ни в какой окрестности неподвижной точки.

Вот соответствующий пример: $M = [0, 1]$, $T(x) = 0$, если x — иррациональное число, или $x = 0$ или $x = \frac{p}{q}$ ($p \leq 3$, $\frac{p}{q}$ — несократимая дробь);

$$T\left(\frac{p}{q}\right) = \frac{1}{q}, \text{ если } p > 3.$$

3.3. Условие:

$(I)_k \|T(x) - T^{k+1}(y)\| \leq a \|x - T^{k-1}(y)\| + b \|T^k(y) - T^{k-1}(y)\|$; $0 \leq a < 1$, $0 \leq b < 1$ тоже является (при фиксированном $k > 1$) достаточным для того, чтобы оператор T обладал свойством (FPI).

Для каждого $k=1, 2, \dots$ существует оператор T_k , удовлетворяющий условию $(I)_{k+1}$, но не удовлетворяющий ни одному из условий (B) , (K) , $(I)_k$, как показывает пример $M=[0, 1]$; $T_k(1) = \frac{1}{2}$, $T_k\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{3}, \dots, T_k\left(\frac{1}{k}\right) = \frac{1}{k+1}$; во всех остальных точках сегмента $[0, 1]$ T_k принимает значение нуль.

Заметим, что выполнение условия $(I)_k$ ($k \geq 2$) эквивалентно выполнению условия (I) для всех $x \in M$ и $y \in T^{k-1}(M)$.

4. Имеет место следующее утверждение.

Пусть X —линейное нормированное пространство, $M \subset X$, оператор T_1 действует на M и $T_1(M) \subset M$. Если существует действующий на M оператор T_2 , обладающий в M единственной неподвижной точкой x_0 , в которой оператор T_1 непрерывен и для всех $x \in M$, $y \in M$, $x \neq y$

$$(N) \quad \|T_1(x) - T_2(y)\| \leq a(\|x - T_1(x)\| + \|y - T_2(y)\|); \quad 0 \leq a < 1,$$

то точка x_0 является единственной неподвижной точкой оператора T_1 .

Доказательство. Пусть $y_n \in M$, $y_n \neq x_0$ для $n=1, 2, \dots$ и $\lim y_n = x_0$, тогда

$$\|T_2(x_0) - T_1(y_n)\| \leq a\|y_n - T_1(y_n)\|,$$

следовательно,

$$\lim \|T_2(x_0) - T_1(y_n)\| = \|x_0 - T_1(x_0)\| \leq a\|x_0 - T_1(x_0)\| = \lim a\|y_n - T_1(y_n)\|,$$

т. е. $x_0 = T_1(x_0)$.

Если для некоторого $x_1 \neq x_0$ выполняется равенство $x_1 = T_1(x_1)$, то из (N) следует, что $\|T_2(x_0) - T_1(x_1)\| = 0$, значит, $x_0 = T_1(x_1) = x_1$ вопреки предположению.

З а м е ч а н и я.

(а) Утверждение сохраняет силу, если условие (N) заменить на условие

$$(N_1) \quad \text{для всех } x \in M: \|T_1(x) - T_2(x)\| \leq a(x)(\|x - T_1(x)\| + \|x - T_2(x)\|), \\ 0 \leq a(x) < 1.$$

(б) Если пространство X строго нормировано (из условий $\|x\| = \|y\| = 1$, $\|x + y\| = 2$ следует $x = y$), то условие (N_1) эквивалентно условию

$$(N_2) \quad \text{если для некоторого } x \in M: x - T_1(x) = c(T_2(x) - T_1(x)),$$

то $c < 0$ или $c > 1$.

მ. კაუკიჩი

ოპერატორთა უძრავი წერტილების შესახებ

რეზიუმე

ვთქვათ, T არის ბანახის სივრცის ჩაკეტილ M სიმრავლეზე განსაზღვრული ოპერატორი. კარგად ცნობილია, რომ თუ T კუმშვის ოპერატორია ან კენანის პირობებს აკმაყოფილებს, მაშინ მას აქვს M სიმრავლეში ერთადერთი უძრავი წერტილი. წინამდებარე სტატიაში მოტანილია სხვა პირობები, რომლებიც ნორმის ტერმინებშია გამოთქმული (ეს პირობები T ოპერატორის უწყვეტობას არ უზრუნველყოფენ).

MATHEMATICS

M. V. KAUKIČ

ON FIXED POINTS OF OPERATORS

Summary

Let T be an operator defined on a closed subset M of a Banach space X . It is well known that if T is contractive, or T satisfies Kannan's condition, then T has a unique fixed point in M . In the present paper the author gives some other conditions, formulated in terms of norm (satisfying these conditions, T is not necessarily continuous on M), and some remarks on the possible extension of similar results to more general classes of operators.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. Banach. Fund. Math. 3, 1922, 133-181.
2. R. Kannan. Bull. Cal. Math. Soc. 60, 1968, 71-76.



В. Г. НАРМАНИЯ

ЛИНЕЙНЫЕ УРАВНЕНИЯ, РЕШЕНИЯ КОТОРЫХ ОБРАЗУЮТ ПОДАЛГЕБРУ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 25.4.1978)

1. Некоторые подалгебры данной алгебры A могут быть описаны как ядра линейных отображений дифференциально-разностного характера. Например, алгебра голоморфных функций — ядро оператора Коши—Римана, каждая подалгебра коразмерности 1 в алгебре над полем \mathbb{C} в нетривиальном случае — ядро точечной производной (см., в частности, [1]). Уравнения типа дифференциальных, решения которых составляют подалгебру, были описаны в [2], и в данной работе мы продолжаем эти исследования, обращая специальное внимание на коммутативные банаховы алгебры. Хотя некоторые из приводимых ниже результатов носят общий характер, для простоты мы предполагаем, что речь идет о коммутативных банаховых алгебрах с единицей над полем \mathbb{C} , и в этом смысле употребляем слово «алгебра». Пространство максимальных идеалов алгебры A обозначается через M_A , далее, $\text{Sym}^2 M_A$ — симметризованный квадрат, т. е. совокупность неупорядоченных пар с естественной топологией.

2. Фиксируем подалгебру $C \subset A$ и рассмотрим C -линейное отображение $\psi: A \rightarrow C$, для которого $\psi(1) = 0$. Если ядро B этого отображения — подалгебра, то мы говорим, что B есть подалгебра C -коразмерности 1. По аналогии с [1] легко установить существование такого $a_0 \in A$, что $\psi(a_0) = 1$, $\psi(a_0^2) = 0$. При этом $\psi(ab) = \psi(a)\psi(a_0b) + \psi(b)\psi(a_0a)$ для всех $a, b \in A$. Справно, если ψ удовлетворяет такому условию, то ядро ψ — подалгебра. Существенно, что здесь возможна дальнейшая детализация, если C полупроста.

2.1. Теорема. Для каждой замкнутой C -коразмерности 1 подалгебры $B \subset A$ существует такое однозначно определенное непрерывное отображение $M_C \rightarrow \text{Sym}^2 M_A$, $\xi \rightarrow (\chi_\xi^{(1)}, \chi_\xi^{(2)})$, что $a \in B$ в том и только в том случае, если $\chi_\xi^{(1)}(a) = \chi_\xi^{(2)}(a)$ при $\chi_\xi^{(1)} \neq \chi_\xi^{(2)}$ и $\nu_\xi(a) = 0$, если $\chi_\xi^{(1)} = \chi_\xi^{(2)}$, где ν_ξ — непрерывная точечная производная, отвечающая точке $\chi_\xi^{(k)}$. Точке ξ соответствует первое или второе условие в зависимости от того $\psi(a_0^3)^\wedge(\xi) \neq 0$ или $= 0$. При отображении, сопряженном вложению $C \subset A$, точки $\chi_\xi^{(k)}$ переходят в ξ .

В некоторых случаях указанное в теореме отображение $M_C \rightarrow \text{Sym}^2 M_A$ допускает факторизацию $M_C \rightarrow M_A \times M_A \rightarrow \text{Sym}^2 M_A$. Это заведомо имеет место, если алгебра C алгебраически замкнута.



Замечание. Если $C=C(Q)$, где Q —связный метрический компакт, то известны [3] простые необходимые и достаточные условия на Q , обеспечивающие алгебраическую замкнутость. В частности, хорошо известно, что $C([0,1])$ алгебраически замкнута. Используя прием Е. А. Горина [4], можно построить и отличные от равномерных полупростые алгебраически замкнутые алгебры.

Далее, в ряде случаев простое описание имеют непрерывные точечные производные. Например, если $H(\mathbf{D})$ — стандартная алгебра голоморфных функций в диске, непрерывных вплоть до границы, то нетривиальная производная имеет вид $v(a) = \alpha a'(\zeta_0)$, $|\zeta_0| < 1$, $0 \neq \alpha \in \mathbf{C}$.

Следствие. Пусть A —равномерное замыкание алгебры $H(\mathbf{D}) \otimes C([0,1])$, т. е. алгебра непрерывных функций в цилиндре $\mathbf{D} \times [0,1]$, голоморфных внутри плоских сечений, и $C=C([0,1])$. Тогда каждая замкнутая C -коразмерности 1 подалгебра $B \subset A$ допускает следующее описание. Существует пара $\zeta_1, \zeta_2: [0,1] \rightarrow \mathbf{D}$ таких непрерывных отображений, что $a \in B$ в том и только в том случае, когда $a(\zeta_1(t), t) = a(\zeta_2(t), t)$ при $\zeta_1(t) \neq \zeta_2(t)$ и $a'_\zeta(\zeta_1(t), t) = 0$ при $\zeta_1(t) = \zeta_2(t)$, причем в последнем случае $|\zeta_1(t)| < 1$. Обратно, каждой такой паре ζ_1, ζ_2 соответствует подалгебра.

3. Каждое дифференцирование $T: A \rightarrow A$ полупростой алгебры A тривиально [5]. При отказе от полупростоты могут появляться нетривиальные непрерывные дифференцирования. Известно [6], что в

алгебре $A = A\langle \omega_k \rangle$ формальных степенных рядов $\sum_0^\infty c_k t^k$, $\|a\| = \sum_0^\infty |c_k| \omega_k$,

$\omega_{p+q} \leq \omega_p \omega_q$ каждое дифференцирование непрерывно, откуда следует, что все они имеют вид $a(t) \rightarrow \mu(t) a'(t)$, где a' —формальная производная. Легко проверить, что для существования нетривиального дифференцирования необходимо и достаточно выполнение условия

$$\sup_p \left\{ \inf_k \frac{\omega_k}{k \omega_{k+p-1}} \right\} > 0.$$

При $\omega_k = [\log(k+2)]^{-k}$ получается алгебра Ньюмена (7) без дифференцирований. Если же $\omega_k = \frac{1}{k!}$, то можно положить $\mu(t) = t^2$. В последнем случае спектр дифференцирования—диск, норма равна 1.

3.1. Теорема. Пусть T —непрерывное дифференцирование алгебры A без нильпотентов. Если решения системы $f_\alpha(T)u=0$ составляют подалгебру, то она либо тривиальна, либо есть ядро T .

Рассмотрим теперь семейство $T=(T_1, \dots, T_m)$ непрерывных коммутирующих дифференцирований. В следующих предложениях f_α — полиномы с главными однородными частями g_α .

3.2. Лемма. Если решения системы $f_\alpha(T)u=0$ составляют подалгебру B с единицей, то $g_\alpha(Tu) = 0$ для всех $u \in B$.

3.3. Теорема. Если дополнительно алгебра A не имеет делителей нуля, а g_α —произведения линейных функций (это условие автоматически

выполняется при $m \leq 2$), то B совпадает с совокупностью решений линейных уравнений вида $S_\beta u = 0$, где S_β — линейные комбинации T_1, \dots, T_n .

Аналогичное заключение имеет теорема 2.1 из [2]. Линейную систему легко привести к виду $S'_\gamma u = iS''_\gamma u$, где S'_γ, S''_γ — линейно независимые линейные комбинации исходных дифференцирований с вещественными коэффициентами. В некоторых случаях это придает результату дополнительную наглядность. В частности, сопоставляя этот факт с теоремой 2.1 из [2], получаем следующий результат.

3.4. Теорема. Если C^∞ -решения системы $f_\alpha \left(\frac{\partial}{\partial x} \right) u = 0$ составляют подалгебру, то подходящей линейной заменой переменных соответствующая линейная система сводится к системе Коши—Римана и условиям независимости или произвольности по прочим переменным.

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

(Поступило 27.4.1978)

მათემატიკა

3. ნარმანი

წრფივი განტოლებები, რომელთა ამონახსნები
ქმნიან ქვეალგებრას

რეზიუმე

კომუტაციურ ბანახის ალგებრაში განხილულია წრფივ განტოლებათა სისტემა. მოცემულია აუცილებელი და საკმარისი პირობები, როდესაც ამონახსნები ქმნიან ქვეალგებრას.

MATHEMATICS

V. G. NARMANIA

LINEAR EQUATIONS THE SOLUTIONS OF WHICH FORM A SUBALGEBRA

S u m m a r y

The necessary and sufficient conditions for a system of linear equations in a commutative Banach algebra are given, under which the solutions form a subalgebra.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. А. Горин. Мат. заметки, 6, 13, 1969, 321—328.
2. Е. А. Горин, В. Г. Нармания. Сообщения АН ГССР, 85, № 2, 1977, 281—284.
3. R. S. Countryman. Pacif. J. Math., 20, 3, 1967, 433-438.
4. Е. А. Горин, М. И. Караян. Тезисы VII Всесоюзной топ. конф. Минск, 1977, 56.
5. B. K. Johnson. Amer. J. Math., 91, 1969, 1-10.
6. R. Lou. Bull. Austr. Math. Soc., 1, 1969, 419-424.
7. D. J. Newman. Proc. Amer. Math. Soc., 10, 1959, 584-586.

Р. В. ДУДУЧАВА

СИНГУЛЯРНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ
 С ФИКСИРОВАННЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ В ЯДРЕ
 НА КУСОЧНО-ГЛАДКИХ ЛИНИЯХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 3.5.1978)

1°. Пусть Γ — кусочно-гладкая ориентированная линия с узлами⁽¹⁾

c_1, c_2, \dots, c_n (то есть $\Gamma = \bigcup_{k=1}^r \Gamma_k$, где Γ_k — гладкие замкнутые или разомк-

нутые контуры, имеющие общими только концы, которые называются уз-

лами); будем считать, что Γ не содержит точек возврата. Пусть $\rho(t) =$
 $= \prod_{k=1}^n |t - c_k|^{\alpha_k}$, $-1 < \alpha_k < p - 1$, $1 < p < \infty$ ⁽²⁾. Через $L_p^m(\Gamma, \rho)$ обозна-

чим банахово пространство вектор-функций $\varphi = (\varphi_1, \dots, \varphi_m)$ с нормой $\|\varphi\| =$

$$= \left(\sum_{j=1}^m \int_{\Gamma} \rho(t) |\varphi_j(t)|^p dt \right)^{1/p}.$$

Если гладкая дуга $\gamma \subset \Gamma$ имеет своим концом точку $c \in \gamma$, положение любой точки $t \in \gamma$ можно определить как функцию $t = t(c, x)$ от длины x дуги $\tilde{ct} \subset \gamma$ ($0 \leq x \leq l(\gamma)$); в силу гладкости контуров, входящих в состав линии Γ , производная $t'(c, x)$ этой функции непрерывна на $[0, l(\gamma)]$. Через $\gamma_{c_1}, \dots, \gamma_{c_n(c)}$ обозначим гладкие дуги из Γ , имеющие общим концом точку $c \in \Gamma$.

Через $PC^{m \times m}(\Gamma)$ обозначим множество ограниченных измеримых матриц-функций $a(t)$ порядка m , имеющих конечные (вообще говоря разные) предельные значения при стремлении t к $t_0 \in \Gamma$ вдоль каждой дуги этого контура (если Γ содержит лучи, то пределы должны существовать и в бесконечно удаленной точке $t_0 = \infty$).

Нашу цель составляет исследование условий нетеровости и индекса интегрального уравнения

(1) К множеству узлов можно, по нашему усмотрению, добавлять конечное число точек линии Γ .

(2) К множеству контуров $\Gamma_1, \dots, \Gamma_r$ можно добавить конечное число лучей $\{t: \arg(t - c_k) = \text{const}\}$; к весовой функции $\rho(t)$ следует при этом добавить сомножитель $(|t| + 1)^\nu$, где $-1 < \nu + \sum_{j=1}^n \alpha_j < p - 1$.



$$A \varphi(t) = a(t) \varphi(t) + \frac{b(t)}{\pi i} \int_{\Gamma} \frac{\varphi(\tau) d\tau}{\tau - t} + \int_{\Gamma} k_s(t, \tau) \varphi(\tau) d\tau + \int_{\Gamma} k_r(t, \tau) \varphi(\tau) d\tau = f(t), \quad (1)$$

где $a(t)$, $b(t) \in PC^{m \times m}(\Gamma)$, интегральный оператор с ядром $k_r(t, \tau)$ вполне непрерывен в пространстве $L_p^m(\Gamma, \rho)$, а $k_s(t, \tau) \in LH_{\omega}^{m \times m}(\Gamma^2)$; здесь $\omega = (\rho, \alpha_1, \dots, \alpha_n)$, $\Gamma^2 = \Gamma \times \Gamma$, а класс $LH_{\omega}^{m \times m}(\Gamma^2)$ состоит из матриц-функций порядка m , каждый элемент которого принадлежит классу $LH_{\omega}(\Gamma^2)$; последний класс определяется следующим образом.

Определение. $k(t, \tau) \in LH_{\omega}(\Gamma^2)$, если: 1) $k(t, \tau)$ ограничена всюду на $\Gamma^2 \setminus \bigcup_{j=1}^n U_j^2$, где $U_j^2 = U_j \times U_j$ и $U_j (\subset \Gamma)$ — некоторая окрестность точки t_j (точки t_1, \dots, t_n назовем сингулярными точками функции $k(t, \tau)$); 2) пусть $U_j = \bigcup_{k=1}^{n(t_j)} \gamma_{t_j k}$; функции $k_{jqm}(x, y) = k(t(x), \tau(y))$, где $t(x) \in \gamma_{t_j q}$, $\tau(y) \in \gamma_{t_j m}$, однородны степени -1 $k_{jqm}(\lambda x, \lambda y) = \lambda^{-1} k_{jqm}(x, y)$ ($0 < x, y < \epsilon$) и $\int_0^{\infty} x^{\beta(t_j)-1} |k_{jqm}(x, 1)| dx < \infty$ ($q, m = 1, 2, \dots, n(t_j)$; $j = 1, 2, \dots, n$; $\alpha(t) = (1 + \beta(t)) / \rho$, а $\alpha(t) = \alpha_j$ при $t = c_j$ и $\alpha(t) = 0$ при $t \neq c_1, \dots, c_n$).

Класс $LH_{\omega}^{m \times m}(\Gamma^2)$ является, очевидно, линейным множеством.

Ограниченность оператора (1) в пространстве $L_p^m(\Gamma, \rho)$ следует из результатов [1—3].

2°. Оператору (1) в пространстве $L_p^m(\Gamma, \rho)$ сопоставим символ $A_{\omega}(t, \xi) = \tilde{a}(t) + \tilde{b}(t) S_{\omega}(t, \xi) + K_{\omega}(t, \xi)$, $t \in \Gamma$, $\xi \in \mathbf{R} = [-\infty, \infty]$, где функции, входящие в определении, находятся следующим образом; пусть $\gamma_{t1}, \dots, \gamma_{tn(t)}$ — гладкие дуги из Γ , имеющие общим концом точку $t \in \Gamma$; угол между дугами γ_{t1} и γ_{tk} обозначим через $2\pi\delta_k(t)$ и $\sigma_k(t) = 1$ ($\sigma_k(t) = -1$), если направление вдоль дуги γ_{tk} ведет от точки t к точке t ; пусть $a^{(r)}(t) = \lim_{\tau \rightarrow t} a(\tau)$ ($\tau \in \gamma_{tr}$); тогда $\tilde{a}(t) = \|\delta_{jr} a^{(r)}(t)\|_{j,r=1}^{n(t)}$, где δ_{jr} — символ Кронекера;

$$S_{\omega}(t, \xi) = \left\| \sigma_r(t) \left\{ \sqrt{S_p^2(t, \xi) - 1} \left[\frac{S_p(t, \xi) - 1}{S_p(t, \xi) + 1} \right]^{\delta_j - \delta_r + e_{jr}} + \delta_{jr} \right\} \right\|_{j,r=1}^{n(t)}$$

число $e_{jr} = \pm 1/2$ подбирается так, чтобы $-1/2 < \delta_j - \delta_r + e_{jr} \leq 1/2$;

$$S_p(t, \xi) = \frac{\exp [2\pi i \beta(t) + \xi] + 1}{\exp [2\pi i \beta(t) + \xi] - 1};$$

$$k_{\omega}(t, \xi) = \begin{cases} 0, & \text{при } t \neq t_1, t_2, \dots, t_n, \\ \left\| \int_0^{\infty} x^{\beta(t_j) - i\xi - 1} k_{jqm}(x, 1) dx \right\|_{q,r=1}^{n(t_j)} & \text{при } t = t_j, \end{cases}$$

(¹ Функции $k_{jqm}(x, y)$ можно доопределить для всех $x, y \in \mathbf{R}^+ = [0, \infty)$ по однородности $k_{jqm}(x, y) = \lambda k_{jqm}(x\lambda^{-1}, y\lambda^{-1})$, где $\lambda \epsilon > x, y \geq 0$).

где t_1, \dots, t_n — сингулярные точки ядра $k_s(t, \tau)$.

Оператору

$$A = \sum_{j=1}^r A_{j1}, \dots, A_{jq}, \quad (2)$$

где A_{jh} — оператор вида (1), сопоставим символ

$$A_\omega(t, \xi) = \sum_{j=1}^r (A_{j1})_\omega(t, \xi), \dots, (A_{jq})_\omega(t, \xi),$$

где $(A_{jh})_\omega(t, \xi)$ — символ оператора A_{jh} ; если $A_\omega(t, \xi) = \|a_{jk}(t, \xi)\|_{j,k=1}^{n(t)-m}$ доказывается, что

$$\sup_{j, k, t, \xi} |a_{jk}(t, \xi)| \leq C \inf_T \|A + T\|, \quad (3)$$

где инфимум берется по всем вполне непрерывным операторам в пространстве $L_p^m(\Gamma, \rho)$; если теперь $\mathfrak{A}(L_p^m(\Gamma, \rho))$ — банахова алгебра, полученная замыканием алгебры операторов вида (2) по норме пространства $L_p^m(\Gamma, \rho)$, то каждому оператору из этой алгебры можно сопоставить символ $A_\omega(t, \xi)$ (см. [4 — 7]).

Пусть $A_\omega(t, \xi) = \|a_{jk}^0(t, \xi)\|_{j,k=1}^{n(t)}$ и $\det A_\omega(t, \xi) \neq 0$ ($t \in \Gamma, \xi \in \bar{\mathbb{R}}$); функция $a_\omega(t, \xi) = \det A_\omega(t, \xi) / \prod_{k=1}^{n(t)} a_{kk}^0(t, r_k(t))$, где $r_k(t) = -\infty$ и $r_k(t) = +\infty$ при $\sigma_k(t) = 1$ и $\sigma_k(t) = -1$, соответственно, описывает замкнутую непрерывную кривую на комплексной плоскости; индекс этой кривой, не проходящей через нуль, обозначим через $\text{ind } A_\omega$; этот индекс можно определить также следующим образом: заметим, что функция $a_\omega(t, \infty)$ имеет не более чем счетное число точек разрыва $\tau_1, \tau_2, \dots \in \Gamma$ и положим

$$\text{ind } A_\omega = \frac{1}{2\pi} [\arg a_\omega(t, \infty)]_\Gamma + \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{2\pi} [\arg a_\omega(\tau_j, \xi)]_{\bar{\mathbb{R}}},$$

где через $[a(t)]_\Gamma$ обозначается приращение функции $a(t)$, когда t пробегает Γ в направлении ориентации один раз.

Теорема. Для того, чтобы оператор $A \in \mathfrak{A}(L_p^m(\Gamma, \rho))$ (и, в частности, оператор (1)) был нетеровым в пространстве $L_p^m(\Gamma, \rho)$, необходимо и достаточно, чтобы его символ $A_\omega(t, \xi)$ не вырождался $\inf |\det A_\omega(t, \xi)| > 0$ ($t \in \Gamma; \xi \in \bar{\mathbb{R}}$); если это условие выполнено, то $\text{Ind } A = -\text{ind } A_\omega$.

При отсутствии ядра $k_s(t, \tau)$ в операторе (1) сформулированную теорему доказал А. С. Дынин (устное сообщение); для операторов вида (2), в которых также отсутствуют ядра вида $k_s(t, \tau) \in LH_\omega^{m \times m}(\Gamma^2)$, теорему доказали И. Ц. Гохберг и Н. Я. Крупник (см. [4, 5]), но символ оператора они определяли иначе; приведенное здесь определение символа в случае сингулярного интегрального оператора принадлежит А. С. Дынину (см. [8], гл. IX, § 7).



Доказательство теоремы проводится с помощью локального принципа из [8], гл. XII, дополненного некоторыми результатами И. Б. Симоненко (см. [4, 5]); в доказательстве используются леммы 1.3 и 4.1, равенство (4.4), замечания из § 6 [7], а также некоторые результаты работ [4, 9].

Уравнения (1) исследовались также в [10, 11].

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

(Поступило 4.5.1978)

მათემატიკა

რ. ლექსი

სინგულარული ინტეგრალური განტოლებები უძრავი
ბანსაკუთრებულობებით უზან-უზან გლუვ წირზე

რეზიუმე

მოყვანილია (1) სახის ოპერატორების (განტოლებების) და მათ მიერ წარმოქმნილ ბანახის ალგებრაში შემავალი ოპერატორების ნეტერისეულობის აუცილებელი და საკმარისი პირობები და ინდექსის დასათვლელი ფორმულა $L_p^m(\Gamma, \rho)$ სივრცეში, როდესაც Γ უზან-უზან გლუვი წირია, $a(t)$, $b(t)$ კოეფიციენტებს გააჩნიათ პირველი გვარის წყვეტის წერტილები, ხოლო გულს $k_s(t, \tau)$ აქვს პირველი რიგის უძრავი განსაკუთრებულობები.

MATHEMATICS

R. V. DUDUCHAVA

ON SINGULAR INTEGRAL EQUATIONS WITH FIXED
SINGULARITIES IN KERNELS ON PIECEWISE
SMOOTH LINES

Summary

The conditions to be Noetherian and the index formula for operators (1) and for the operators from the Banach algebra, generated by them in the space $L_p^m(\Gamma, \rho)$, are obtained; Γ is a piecewise smooth line, $a(t)$, $b(t)$ are discontinuous functions and the kernel $k_s(t, \tau)$ has fixed singularities of the first order.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Calderon. On the Cauchy Integral on Lipschitz Curves and Related Operators. Preprint, 1976, 1-14.
2. Э. Г. Гордадзе. Труды Тбил. матем. ин-та, 42, 1972, 5—17.
3. Б. В. Хведелидзе. Труды Тбил. матем. ин-та, 23, 1957, 3—158.
4. Р. В. Дудучава. Mathem. Nachrichten 79, № 1, 1977, 75-98.
5. Р. В. Дудучава. Матем. сборник, 101, № 4, 1976, 584—609.
6. И. Ц. Гохберг, Н. Я. Крупник. Изв. АН СССР, сер. матем., 35, № 4, 1971, 940—964.
7. И. Ц. Гохберг, Н. Я. Крупник. Труды симпозиума по механике сплошной среды и родств. пробл. анализа, т. I, Тбилиси, 1973, 46—59.
8. И. Ц. Гохберг, Н. Я. Крупник. Введение в теорию одномерных сингулярных интегральных уравнений. Кишинев, 1973.
9. Р. В. Дудучава. Mathem. Nachrichten, 65, № 1, 1975, 59-82.
10. А. П. Солдатов. ДУ 10, № 1, 1974, 143-152.
11. А. П. Солдатов. ДАН СССР, 238, № 5, 1978, 1067—1070.

С. А. ЭЛОШВИЛИ

ФИЛЬТРАЦИЯ ОДНОГО КЛАССА ПОЛУМАРТИНГАЛОВ
 С ГАУССОВСКОЙ МАРТИНГАЛЬНОЙ ЧАСТЬЮ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 11.5.1978)

Пусть на вероятностном пространстве (Ω, F, P) задан частично-наблюдаемый случайный процесс $(\theta, \xi) = (\theta(x, t), \xi(t))$, $x \in D \subset R^n$, $t \in [0, T]$, с ненаблюдаемой θ и наблюдаемой ξ компонентами, которые задаются уравнениями

$$\theta(x, t) = \theta(x, 0) + \int_0^t A\theta(x, s-) db(s) + N(x, t), \quad (1)$$

$$\xi(t) = \xi(0) + \int_0^t B\theta(x, s-) da(s) + M(t), \quad (2)$$

где

$$A\theta(x, s-) = \sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x, s) \frac{\partial^2 \theta(x, s-)}{\partial x_i \partial x_j} + \sum_{i=1}^n b_i(x, s) \frac{\partial \theta(x, s-)}{\partial x_i},$$

$$B\theta(x, s-) = \int_D h(x, s) \theta(x, s-) dx,$$

$a(s)$ и $b(s)$ —функции ограниченной вариации, $N(x, t)$, $M(t)$ —непрерывные справа гауссовские мартингалы (*no t*) относительно неубывающего, непрерывного справа семейства σ -алгебр $F_t \subset F$, которые пополнены множествами из F нулевой вероятности, с граничным условием $\theta(x, t)$, $A\theta(x, t) \rightarrow 0$ при $x \rightarrow \partial D$ (∂D —граница D).

Требуется по наблюдениям ξ оценить компоненту θ ; при этом оптимальной в среднеквадратическом смысле оценкой является условное математическое ожидание

$$m(x, t) = M[\theta(x, t) / F_t^\xi], \quad F_t^\xi = \sigma\{\omega : \xi(s); s \leq t\}.$$

Введем следующие обозначения:

$$\langle M \rangle(t) = \text{cov}[M(t), M(t)],$$

$$\langle N, M \rangle(x, t) = \text{cov}[N(x, t), M(t)],$$

$$\langle N \rangle(x, y, t) = \text{cov}[N(x, t), N(y, t)].$$

(По поводу обозначений см. [1]).



Пусть выполнены следующие условия:

1) D — ограниченная область из R^n , граница которой имеет локальное представление с непрерывной по Гельдеру четвертой производной.

2) Функция $b(t)$ допускает представление $b(t) = b^c(t) + \sum_{s < t} \Delta b(s)$,

($\Delta b(s) = b(s) - b(s-)$), где непрерывная часть абсолютно непрерывна по мере Лебега и производная $[b^c(t)]'$ ограничена и непрерывна по Гельдеру на $[0, T]$.

3) На $\bar{R} = \overline{D \times [0, T]}$ коэффициенты оператора A ограничены и непрерывны по Гельдеру вместе со своими производными по x до порядка $2k$, где k — количество точек разрыва функции $b(t)$ на $[0, T]$.

4) Оператор A является равномерно параболическим оператором на \bar{R} .

5) $N(x, t)$ и его первые 4 производные по x непрерывны по Гельдеру на \bar{D} и $N(x, t)$ и $AN(x, t) \rightarrow 0$, при $x \rightarrow \partial D$.

6) $\theta(x, 0)$ имеет непрерывную по Гельдеру вторую производную и $\theta(x, 0)$, $A\theta(x, 0) \rightarrow 0$, при $x \rightarrow \partial D$.

7) Ядро оператора B определено и непрерывно по Гельдеру на \bar{R} .

$$8) \quad P \left\{ \int_0^T [B\theta(x, s-)]^2 d\langle M \rangle s < \infty \right\} = 1.$$

9) Функция $a(t)$ абсолютно непрерывна относительно $\langle M \rangle(t)$ и

$$\int_0^t \left[\frac{da(s)}{d\langle M \rangle(s)} \right]^2 d\langle M \rangle(s) < \infty$$

для каждого $t \in [0, T]$.

10) $\theta(x, 0)$, $\xi(0)$, $N(x, t)$, $M(t)$ образуют гауссовскую систему.

Теорема 1. В условиях 1)–6) существует единственное непрерывное справа и допускающее пределы слева сильное решение уравнения (1), которое можно представить в виде

$$\begin{aligned} \theta(x, t) = & \Pi_{s < t} [I + \Delta b(s)A] \int G(x, y, t, 0) \theta(y, 0) dy + \\ & + \iint_0^t G(x, y, t, \tau) dN(y, \tau) dy, \end{aligned} \quad (3)$$

где $G(x, y, t, \tau)$ — функция Грина для уравнения $\frac{\partial u(x, t)}{\partial t} = [b^c(t)]' Au(x, t)$.

Пусть дополнительно выполнены условия 6)–10); тогда справедлива

Теорема 2. Величины $m(x, t) = M[\theta(x, t)/F_t^\xi]$, $\Gamma(x, y, t) = M[\{\theta(x, t) - m(x, t)\} \{\theta(y, t) - m(y, t)\}/F_t^\xi]$ удовлетворяют следующей замкнутой системе уравнений

$$m(x, t) = m(x, 0) + \int_0^t A m_-(x, s) db(s) + \int_0^t \Phi_-(x, s) d\bar{M}(s), \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \Gamma(x, y, t) = \Gamma(x, y, 0) = & \int_0^t (A_x + A_y) \Gamma_-(x, y, s) db(s) + \langle N \rangle(x, y, t) + \\ & + \sum_{s \leq t} A_x \cdot A_y \Gamma_-(x, y, s) [\Delta b(s)]^2 - \int_0^t \Phi_-(x, s) \Phi_-(y, s) d\langle M \rangle(s), \quad (5) \end{aligned}$$

где m_- , Γ_- — непрерывные слева модификации m и Γ соответственно,

$$\Phi_-(x, s) = \frac{d\langle N, M \rangle(x, s)}{d\langle M \rangle(s)} + B_y [I + \Delta b(s) A_x] \Gamma_-(x, y, s) \frac{da(s)}{d\langle M \rangle(s)},$$

$$\bar{M}(t) = \xi(t) - \xi(0) - \int_0^t B m_-(x, s) da(s) -$$

гауссовский мартингал относительно семейства σ -алгебр F_t^x , с граничным условием $m(x, t), A m(x, t) \rightarrow 0$ при $x \rightarrow \partial D$ и $\Gamma(x, y, t), A_x \Gamma(x, y, t), A_y \Gamma(x, y, t) \rightarrow 0$ при $x, y \rightarrow \partial D$ независимо друг от друга.

З а м е ч а н и я. 1°. Теорема 1 обобщает результат теоремы 3.1 [2] на случай полумартингалов с непрерывными справа и допускающими пределы слева траекториями, естественное представление которых есть сумма интеграла Лебега—Стилтьеса и произвольного гауссовского мартингала.

2°. Теоремы 1, 2 остаются справедливыми, если вместо A рассмотреть интегральный или интегро-дифференциальный операторы. В случае, когда $b(t) \equiv t$, $a(t) \equiv t$, $N(x, t) \equiv \int_0^t \sigma(x, s) d\omega_1(s)$, $M(t) \equiv \int_0^t B(s) d\omega_2(s)$, где ω_1 и ω_2 — независимые винеровские процессы, из (4), (5) получаются известные уравнения фильтрации для систем с распределенными параметрами, полученные Дж. Кушнером в [3].

3°. Уравнения фильтрации, учитывающие скачки функции $b(t)$ для обобщенной схемы Калмана-Бьюси (см. [1]), были получены в [4].

Академия наук Грузинской ССР

Институт экономики и права

ს. ელოშვილი

 გაუსური მარტინგალური ნაწილის მქონე
 ნახევარმარტინგალების ფილტრაცია

რეზიუმე

განხილულია ნაწილობრივ დაკვირვებადი (θ, ξ) პროცესი, რომელიც მოცემულია (1), (2) განტოლებებით, სადაც $\theta(x, 0)$, $\xi(0)$ გაუსის შემთხვევითი სიდიდეებია, A, B დიფერენციალური და ინტეგრალური ოპერატორებია შესაბამისად, $a(s)$ და $b(s)$ — შემოსაზღვრული ვარიაციის ფუნქციები, ხოლო $N(x, t)$ და $M(t)$ — გაუსის მარტინგალები t -ს მიმართ.

პირველი სასაზღვრო ამოცანისათვის ნაპოვნია (1) განტოლების ძლიერი ამოხსნა (3) და მიღებულია ფილტრაციის (4), (5) განტოლებები.

MATHEMATICS

S. A. ELOSHVILI

 FILTERING OF A CLASS OF SEMI-MARTINGALES WITH A
 GAUSSIAN MARTINGALE PART

Summary

The paper considers a partial observation process (θ, ξ) , defined by equations (1), (2), where $\theta(x, 0)$, $\xi(0)$ are Gaussian random variables, A, B are differential and integral operators, respectively; $a(s)$ and $b(s)$ are functions with bounded variation, $N(x, t)$ and $M(t)$ are Gaussian martingales.

For the first boundary value problem the strong solution (3) and filtering equations (4), (5) are obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Ш. Липцер. Теория вероятн. и ее прим., XX, 2, 292—308.
2. Н. J. Kushner. SIAM J. control. 6, 4, 1968, 596—614.
3. Н. J. Kushner. SIAM J. control. 8, 3, 1970, 346—358.
4. Д. И. Хаджиев. Автореф. канд. дисс. М., 1977.

Р. С. ИСАХАНОВ

ОБ ОДНОЙ ОБЩЕЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧЕ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 5. 5. 1978)

Пусть S^+ , $D^{(j)+}$, $j = 1, 2, \dots, m$ — конечные или бесконечные области на плоскости комплексного переменного z . Допускаем, что области S^+ , $D^{(j)+}$, $j = 1, 2, \dots, m$, могут пересекаться или совпадать друг с другом. Допустим, что области S^+ , $D^{(j)+}$, $j = 1, 2, \dots, m$, соответственно ограничены замкнутыми, непересекающимися контурами Ляпунова L_1, L_2, \dots, L_p и $\Gamma_1^{(j)}, \Gamma_2^{(j)}, \dots, \Gamma_{p_j}^{(j)}$. Предполагается, что $p_1 + p_2 + \dots + p_m = p$. Границу области S^+ ($D^{(j)+}$) обозначим через $L^{(j)}$ ($\Gamma^{(j)}$). Положительное направление на $L^{(j)}$ ($\Gamma^{(j)}$), как обычно, выберем так, чтобы оно точки области S^+ ($D^{(j)+}$) оставляло слева.

Пусть β_j ($j = 1, 2, \dots, p$) — заданная на $\Gamma^{(j)}$ функция, удовлетворяющая следующим условиям: 1) β_j гомеоморфно отображает каждый замкнутый контур, принадлежащий $\Gamma^{(j)}$ на некоторый замкнутый контур, принадлежащий L с сохранением или с изменением ориентации; 2) $\beta_j(\Gamma_k^{(j)}) \cap \beta_j(\Gamma_n^{(j)}) = \emptyset$, если $k \neq n$, $1 \leq k, n \leq p_j$; 3) $\beta_j(\Gamma^{(j)}) \cap \beta_k(\Gamma^{(k)}) = \emptyset$, если $j \neq k$, $1 \leq j, k \leq m$; 4) существует непрерывная по Гёльдеру и отличная от нуля производная β_j' .

Введем обозначения: $\beta_j(\Gamma_k^{(j)}) = L_k^{(j)}$, $\beta_j(\Gamma^{(j)}) = L^{(j)}$.

Односвязную область, ограниченную замкнутым контуром $L_n(\Gamma_k^{(j)})$, и не содержащую точки области S^+ ($D^{(j)+}$), обозначим через $S_n^-(D_k^{(j)-})$. Если $\beta_j(\Gamma_k^{(j)}) = L_n$, то область $D_k^{(j)-}$ будем обозначать также символом D_n^- .

Пусть α_j — функция, обратная к функции β_j , $j = 1, 2, \dots, m$, а α — функция на L , определенная следующим образом: $\alpha(t) = \alpha_j(t)$, если $t \in L^{(j)}$.

Очевидно, α отображает L на $\Gamma = \bigcup_{j=1}^m \Gamma^{(j)}$. Пусть L' ($L^{(j)'}$) есть часть L ($L^{(j)}$), которая отображается функцией α с изменением направления, а L'' ($L^{(j)''}$) — которая отображается с сохранением направления.

Рассмотрим следующую задачу: найти функции Φ , Φ_j , $j = 1, 2, \dots, m$, голоморфные соответственно в областях S^+ , $D^{(j)+}$ по граничному условию

$$\Phi_j[\alpha(t)] = A(t)\Phi(t) + B(t)\overline{\Phi(t)} + g(t) \quad \forall t \in L^{(j)}, \quad (1)$$

$$j = 1, 2, \dots, m,$$

где $A, B, g \in H(L)$ — заданные на L непрерывные по Гёльдеру функции, причем $A(t) \neq 0$ на L' , $B(t) \neq 0$ на L'' .

Если $g(t) \equiv 0$ на L , то задачу назовем однородной задачей (1°).

Эта задача является некоторым обобщением известных задач линейного сопряжения [1—4]. В случае, когда L' или L'' отсутствует, рассматриваемая задача изучена в [5].



Для упрощения изложения мы будем искать решения, имеющие исчезающие на бесконечности компоненты, если области их определения являются бесконечными.

С помощью интегральных представлений

$$\Phi(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\rho(t) dt}{t-z} \quad \text{при } z \in S^+,$$

$$\Phi_j(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma^{(j)}} \frac{A[\beta_j(t)] \rho[\beta_j(t)] + B[\beta_j(t)] \overline{\rho[\beta_j(t)]} + g[\beta_j(t)]}{t-z} \quad \text{при } z \in D^{(j)+}$$

$$j = 1, 2, \dots, m,$$

задача сводится к интегральному уравнению

$$\begin{aligned} \mathbf{K}_p &\equiv \frac{1}{2\pi i} \int_L \left[\frac{A(t)}{\tau-t} + k(t, \tau) \frac{A(\tau) \alpha'(\tau)}{\alpha(\tau) - \alpha(t)} \right] \rho(\tau) d\tau - \\ &- \frac{1}{\pi i} \int_L \left[\frac{B(t) \overline{\tau}^2}{\overline{\tau} - \overline{t}} - k(t, \tau) \frac{B(\tau) \alpha'(\tau)}{\alpha(\tau) - \alpha(t)} \right] \overline{\rho(\tau)} d\tau = \\ &= -g(t) - \frac{1}{\pi i} \int_L k(t, \tau) \frac{g(\tau) \alpha'(\tau)}{\alpha(\tau) - \alpha(t)} d\tau, \end{aligned} \quad (2)$$

где k — функция, определенная на $L \times L$ следующим образом:

$$k(t, \tau) = \begin{cases} 1 & \text{если } t \in L^{(j)}, \tau \in L'^{(j)} \\ -1, & \text{если } t \in L^{(j)}, t \in L''^{(j)}, \\ 0 & \text{во всех остальных случаях,} \end{cases}$$

$$j = 1, 2, \dots, m.$$

Рассмотрим функции $\Psi, \Psi_j, j = 1, 2, \dots, m$, голоморфные соответственно в областях $S^+, D^{(j)+}$

$$\Psi(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{A(t) \psi(t) + \overline{B(t) \psi(t) t'^2}}{t-z} dt \quad \text{при } z \in S^+,$$

$$\Psi_j(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma^{(j)}} \frac{\omega[\beta_j(t)] \psi[\beta_j(t)] \beta_j'(t) dt}{t-z} \quad \text{при } z \in D^{(j)+}, \quad (3)$$

где

$$\begin{aligned} \omega(t) &= 1 \quad \text{при } t \in L'^{(j)}, \\ \omega(t) &= -1 \quad \text{при } t \in L''^{(j)}, \quad j = 1, 2, \dots, m. \end{aligned} \quad (4)$$

Всякому решению Ψ однородного уравнения $\mathbf{K}'\Psi=0$, союзного с (2), по формулам (3) соответствует некоторое исчезающее на бесконечности голоморфное решение задачи

$$\omega(t) A(t) \Psi_j[\alpha(t)] + \omega(t) \overline{B(t) \alpha'(t) \Psi_j[\alpha(t)] t'^2} = \Psi(t) \quad t \in L^{(j)} \quad (5)$$

$$j = 1, 2, \dots, m.$$

Задачу с граничным условием (5) назовем союзной с задачей (1).

Всякое решение задачи (5) можно представить в виде (3), где Ψ — некоторое решение уравнения $K\Psi = 0$.

Теорема 1. Для разрешимости задачи (1) необходимо и достаточно выполнение условия

$$\operatorname{Re} \sum_{j=1}^m \int_{\Gamma^{(j)}} \Psi_j(t) \omega[\beta_j(t)] g[\beta_j(t)] dt = 0. \quad (6)$$

где $\Psi_1, \Psi_2, \dots, \Psi_m$ — компоненты любого исчезающего на бесконечности решения союзной однородной задачи (5), ω — функция, определенная по формуле (4).

В дальнейшем будем предполагать, что $|A(t)| > |B(t)|$ при $t \in L'$, $|A(t)| < |B(t)|$ при $t \in L''$. Кроме того, всюду линейную независимость будем понимать над полем вещественных чисел.

Теорема 2. Пусть k и k' обозначают числа исчезающих на бесконечности линейно независимых решений союзных однородных задач (1°) и (6). Тогда

$$k - k' = 2(\alpha_2 - \alpha_1 - q_1 + q_2), \quad (7)$$

где $\alpha_1 = \operatorname{Ind}_{L'} A(t)$, $\alpha_2 = \operatorname{Ind}_{L''} B(t)$, q_1, q_2 — числа пар областей (S_j^-, D_j^-) соответственно с обеими конечными или бесконечными компонентами.

Допустим, что среди областей $S^+, D^{(1)+}, D^{(2)+}, \dots, D^{(m)+}$ бесконечными являются q области.

Теорема 3. Пусть $|A(t)| > |B(t)| \forall t \in L'$ и $|A(t)| < |B(t)| \forall t \in L''$. Тогда если $\alpha_1 - \alpha_2 < q - 2(q_1 - q_2)$, то однородная задача (1°) имеет $k = 2(q_2 - q_1 - \alpha_1 + \alpha_2)$ исчезающих на бесконечности линейно независимых решений, а неоднородная задача (1) имеет исчезающее на бесконечности решение при любой функции g . Если $\alpha_1 - \alpha_2 > -q$, то однородная задача (1°) не имеет исчезающих на бесконечности решений, а неоднородная задача (1) имеет такие решения лишь при выполнении $2(\alpha_1 - \alpha_2 + q_1 - q_2)$ условий вида (6).

Справедливо равенство $q_1 - q_2 = p - q + m - 1$. Поэтому формуле (7) можно придать другой вид

$$k - k' = 2(\alpha_2 - \alpha_1 - p - q + m + 1),$$

а результат теоремы 4 представить следующим образом:

если $\alpha_1 - \alpha_2 < 2(m - p + 1) - q$, то $k = 2(\alpha_2 - \alpha_1 - p - q + m + 1)$, $k' = 0$,

если $\alpha_1 - \alpha_2 > -q$, то $k = 0$, $k' = 2(\alpha_1 - \alpha_2 + p + q - m - 1)$.

При $m < p$ случаи $\alpha_1 - \alpha_2 \in [2(m - p + 1) - q; -q]$ являются особыми.

Академия наук Грузинской ССР

Тбилисский математический институт

им. А. М. Размадзе

რ. ისახანოვი

ერთი ზოგადი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია ამოცანა Φ , $\Phi_j (j=1, 2, \dots, m)$ ფუნქციების მოძებნის შესახებ, რომლებიც ჰოლომორფულნი არიან p და p_j ბმულობის ნებისმიერ S^+ , $D^{(j)+}$ არეგებში ($p=p_1+p_2+\dots+p_m$), (1) სასაზღვრო პირობით, სადაც α ფუნქცია S^+ არის საზღვრის ყოველ კონტურს დანარჩენებისაგან დამოუკიდებლად მიმართულების შენარჩუნებით ან შეცვლით გადასახავს $D^{(j)+}$ არის საზღვრის ერთ-ერთ კონტურზე.

MATHEMATICS

R. S. ISAKHANOV

ON ONE GENERAL BOUNDARY VALUE PROBLEM

Summary

The problem of finding the functions Φ , $\Phi_j (j=1, 2, \dots, m)$ holomorphic in arbitrary regions S^+ , $D^{(j)+}$ of p , p_j connectivities ($p=p_1+p_2+\dots+p_m$) is studied by the boundary condition (1), where the function α , independently of the other contours, maps any boundary contour of the region S^+ on one of the boundary contours of the region $D^{(j)+}$ with preservation or alteration of the direction.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. И. Мусхелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.
2. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. М., 1970.
3. Д. А. Квеселავა. Труды Тбил. матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. 16, 1948.
4. Ф. Д. Гахов. Краевые задачи. М., 1963.
5. Р. С. Исакханов. Труды Тбил. матем. ин-та им. А. М. Размадзе АН ГССР, т. 58, 1978.

И. В. БОКУЧАВА

ЦЕНТРАЛЬНАЯ ПРЕДЕЛЬНАЯ ТЕОРЕМА ДЛЯ УСЛОВНО НЕЗАВИСИМЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 7.6.1978)

1. Рассмотрим двумерную последовательность $\{(Y_n, \xi_n)\}, n=1, 2, \dots$, где $\{Y_n\}$ — последовательность неотрицательных случайных величин (с. в.), а $\{\xi_n\}$ — регулярная стационарная последовательность и $P\{\xi_n \leq x\} = V(x)$. Пусть: 1) распределения с. в. Y_n при фиксированной траектории $\{\xi_n\}$ зависят только от ξ_n , т. е. $P\{Y_n \leq y | \xi_1, \dots, \xi_n, \dots\} = F\{Y_n \leq y | \xi_n\} \equiv F_{\xi_n}(y)$ и 2) конечномерные распределения $\{Y_n\}$ имеют вид $P\{Y_1 \leq y_1, \dots, Y_k \leq y_k | \xi_1, \dots, \xi_k, \dots\} = F_{\xi_1}(y_1) \dots F_{\xi_k}(y_k)$. Стационарную последовательность $\{Y_n\}$, удовлетворяющую требованиям 1) и 2), назовем условно независимой последовательностью (у. н. п.).

Введем следующие обозначения: пусть $P_{\xi}\{\cdot\}$ — распределение вероятностей при фиксированной траектории $\{\xi_n\}$; $P\{\cdot\}$ — безусловное распределение; $E_{\xi}(\cdot)$ — интегрирование по мере P_{ξ} ; $E(\cdot)$ — по мере $V(dx)$. Математическое ожидание и дисперсию относительно распределения $F_{\xi_n}(y)$ обозначим соответственно через μ_{ξ_n} и $\sigma_{\xi_n}^2$:

$$\mu_{\xi_n} \equiv E_{\xi}(Y_n) = E(Y_n | \xi_n); \sigma_{\xi_n}^2 \equiv D_{\xi}(Y_n) = E_{\xi}(Y_n - \mu_{\xi_n})^2. \quad (1)$$

Отсюда следует, что

$$\mu \equiv E(Y_n) = E(\mu_{\xi_n}) = E(E_{\xi}(Y_n)), \quad \sigma^2 \equiv E(\sigma_{\xi_n}^2) = E(D_{\xi}(Y_n)). \quad (2)$$

Для безусловной дисперсии $D(Y_n)$ имеем

$$\rho_0^2 \equiv D(Y_n) = E(D_{\xi}(Y_n)) + D(E_{\xi}(Y_n)) = \sigma^2 + (E(\mu_{\xi_n}^2) - \mu^2).$$

Рассмотрим сумму

$$S_n = \sum_{i=1}^n (Y_i - \mu) = \sum_{i=1}^n (Y_i - \mu_{\xi_i}) + \sum_{i=1}^n (\mu_{\xi_i} - \mu) = S'_n + S''_n. \quad (3)$$

Примем обозначения для следующих пределов при $n \rightarrow \infty$

$$\rho^2 \equiv \lim n^{-1} D(S_n), \quad \sigma^2 \equiv \lim n^{-1} D_{\xi}(S'_n) \quad \text{и} \quad (\rho')^2 \equiv \lim n^{-1} D(S''_n).$$

Тогда

$$\rho^2 = \rho_0^2 + 2 \left(\sum_{j=1}^{\infty} \rho_j \right)_c, \quad \sigma^2 = E\sigma_{\xi_n}^2, \quad (\rho')^2 = (\rho'_0)^2 + 2 \left(\sum_{j=1}^{\infty} \rho'_j \right)_c \quad (4)$$



Здесь индекс s означает суммирование по Чезаро, $(\rho'_0)^2 = E(\mu_{\xi_i}^2) - \mu^2$, $\rho_j = \rho'_j = E(\mu_{\xi_i} \mu_{\xi_{i+j}}) - \mu^2$. Счевидно $\rho^2 = \sigma^2 + (\rho')^2$.

Пусть $\Phi(x)$ — функция нормального $(0,1)$ распределения. Имеет место

Лемма 1. Если $\{Y_n\}$ у. н. п., и $0 < \sigma^2 < \infty$, то при $n \rightarrow \infty$

$$\sup_y |P_{\xi} \{B_n^{-1} S'_n \leq y\} - \Phi(y)| \rightarrow 0$$

где $B_n^2 = D_{\xi}(S'_n) = \sigma_{\xi_1}^2 + \dots + \sigma_{\xi_n}^2$.

Заметим, что согласно эргодической теореме $n^{-1} B_n^2 \rightarrow E\sigma_{\xi_i}^2 = \sigma^2$, при $n \rightarrow \infty$. Пусть для некоторого $0 < \delta \leq 1$ существует

$$r_{\xi_i} \equiv E_{\xi} |Y_i - \mu_{\xi_i}|^{2+\delta} < \infty, \quad i=1, 2, \dots, n. \quad (5)$$

Тогда, по теореме Эссеена, справедлива следующая оценка:

$$\sup_y |P_{\xi} \{B_n^{-1} S'_n \leq y\} - \Phi(y)| \leq A \cdot B_n^{-1-\delta/2} \cdot (r_{\xi_1} + \dots + r_{\xi_n}) = A \cdot d_n$$

где A — абсолютная константа. Однако, по эргодической теореме $n^{\delta/2} d_n = n^{-1} (r_{\xi_1} + \dots + r_{\xi_n}) / (n^{-1} (\sigma_{\xi_1}^2 + \dots + \sigma_{\xi_n}^2))^{1+\delta/2} \rightarrow r \cdot \sigma^{-2-\delta}$. Здесь $r = E r_{\xi_i}$. Если $r < \infty$, то $n^{\delta/2} d_n \rightarrow 0$ при $n \rightarrow \infty$. Введем нормированные суммы

$$Z_n = \frac{1}{\rho \sqrt{V_n}} S_n = \frac{\sigma \sqrt{V_n}}{\rho \sqrt{V_n}} \frac{1}{\sigma \sqrt{V_n}} S'_n + \frac{\rho' \sqrt{V_n}}{\rho \sqrt{V_n}} \frac{1}{\rho' \sqrt{V_n}} S''_n = Z'_n + Z''_n.$$

Если $0 < \sigma^2 < \infty$, $0 < \rho^2 < \infty$, $0 < (\rho')^2 < \infty$, то асимптотические распределения (при $n \rightarrow \infty$) сумм Z_n и S_n совпадают ([1], стр. 437, 441). Нетрудно проверить справедливость следующих соотношений:

$$\begin{aligned} E \sup |P_{\xi} \{(\rho/\sigma) Z'_n \leq y\} - \Phi(y)| &= E \sup |P_{\xi} \{(\rho/\sigma) Z'_n \leq y - (\rho/\rho') Z''_n\} - \\ &- \Phi(y - (\rho/\rho') Z''_n)| \geq \sup |EP_{\xi} \{Z_n \leq y\} - E\Phi(y - (\rho/\rho') Z''_n)| = \\ &= \sup |P(Z_n \leq y) - E\Phi(y - (\rho/\rho') Z''_n)| \rightarrow 0 \end{aligned}$$

при $n \rightarrow \infty$, т. к. в силу оценки Эссеена и леммы 1 $E \sup |P_{\xi} \{(\rho/\sigma) Z'_n \leq y\} - \Phi(y)| \rightarrow 0$, при $n \rightarrow \infty$. Здесь \sup берется по y . Тем самым доказана

Теорема 1. Если для у. н. п. $\{Y_n\}$ $r = E r_{\xi_i} < \infty$, то при $n \rightarrow \infty$

$$\sup_y \left| P \left\{ \frac{1}{\rho \sqrt{V_n}} S_n \leq y \right\} - E\Phi \left(y - \frac{\rho}{\rho'} Z''_n \right) \right| \rightarrow 0.$$

2. В этом пункте в качестве последовательности $\{\xi_n\}$ мы рассмотрим цепь Маркова с $m < \infty$ состояниями, матрицей переходных вероятностей $P = (P_{ij})$, $P_{ij} = P\{\xi_n = j | \xi_{n-1} = i\}$, $(i, j = 1, \dots, m)$, и вектором начальных распределений $\pi = (\pi_1, \dots, \pi_m)$, $\pi_i = P\{\xi_n = i\}$, $n = 1, 2, \dots$, где вектор π — решение уравнения $\pi = \pi P$. Т. е. $\{\xi_n\}$ — стационарная марковская цепь.

В таком случае, стационарную у. н. п. $\{Y_n\}$ называет также последовательностью с цепной зависимостью (п. ц. з.) (см. напр. [2, 3]). В отличие от них мы предполагаем, что цепь Маркова состоит из одного эргодического класса с периодическими подклассами. Согласно (1) обозначим $\mu_i \equiv \mu_{\xi_i}^1$, $\sigma_i^2 \equiv \sigma_{\xi_i}^2$. Тогда из (2) для μ и σ^2 можно написать $\mu = \pi M_{dg} e$ и $\sigma^2 = \pi S_{dg} e$, где M_{dg} и S_{dg} — диагональные $(m \times m)$ матрицы, e — вектор-столбец $(m \times 1)$, составленный из единиц. Опять рассмотрим сумму (3) и найдем ее асимптотическое (при $n \rightarrow \infty$) распределение.

Для вычисления предельных дисперсий (4) заметим, что для $\rho_j = \rho_j^1$ в данном случае получается $\rho_j = \rho_j^1 = \pi M_{dg} (P^j - \Pi) M_{dg} e$, $j = 1, 2, \dots$, где P^j — матрица переходов за $j \geq 1$ шагов, $\Pi = e\pi$, $\rho_0^2 = \pi (S_{dg} + M_{dg}(I - \Pi) M_{dg}) e$. Здесь I — единичная матрица. Пусть $Z = (I - (P - \Pi))^{-1}$ — фундаментальная матрица (ее существование доказано в [4]). Тогда получаем, что $\sigma^2 = \pi S_{dg} e$ и $\rho^2 = \pi (S_{dg} + M_{dg}(2Z - \Pi - I) M_{dg}) e$; $(\rho^1)^2 = \pi M_{dg} (2Z - \Pi - I) M_{dg} e$. (4') Пусть R_{dg} — диагональная матрица с элементами $r_i = r_{\xi_i}$ (см. (5)). Тогда $r = Er_i = \pi R_{dg} e$ и при $r < \infty$ из теоремы 1 следует аналогичный результат для п. ц. з.

Хорошо известно (см. [5], гл. V или [1], гл. XIX), что если $j(\cdot)$ — некоторая вещественная функция от состояний цепи Маркова $\{\xi_n\}$ с одним эргодическим классом, без периодических подклассов, то для $\{j(\xi_n)\}$ справедлива центральная предельная теорема (ЦПТ). В [5] (стр. 211) указано на возможность обобщения для случая, когда имеются периодические подклассы. Замечая, что в выражениях (4)

фигурирует суммирование по Чезаро, и вспоминая, что ряд $I + \sum_{i=1}^{\infty} \times \times (P^i - \Pi)$ суммируем по Чезаро к фундаментальной матрице Z ([4], стр. 131) когда матрица P содержит и периодические подклассы, можно заключить, что ЦПТ справедлива и в случае наличия таких подклассов. Отсюда заключаем, что и к сумме S_n^r (см. (4)) применима ЦПТ. Из вышесказанного и теоремы 1 вытекает справедливость следующей теоремы.

Теорема 2. Если $\{Y_n\}$ — последовательность с цепной зависимостью и $r = \pi R_{dg} e < \infty$, то при $n \rightarrow \infty$

$$P \{S_n \leq y\} \rightarrow \Phi^{(1)}(y) * \Phi^{(2)}(y),$$

где $\Phi^{(1)}(y)$ и $\Phi^{(2)}(y)$ — функции нормального распределения с нулевыми математическими ожиданиями и дисперсиями σ^2 и $(\rho^1)^2$ соответственно (4').

ი. ბოკუჩავა

ცენტრალური ზღვარიანი თეორემა პირობითად
 დამოუკიდებელი მიმდევრობებისათვის

რეზიუმე

განხილულია ორგანზომილებიანი მიმდევრობა $\{(Y_n, \xi_n)\}, n=1, 2, \dots \{Y_n\}$ ეწოდება პირობითად დამოუკიდებელი, როცა $\{\xi_n\}$ ტრაექტორია ფიქსირებულია, თუ სრულდება 1) და 2) პირობები. დამტკიცებულია ცენტრალური ზღვარიანი თეორემა (თეორემა 1) ასეთი მიმდევრობებისათვის. მეორე პუნქტში $\{\xi_n\}$ მიმდევრობა ჩათვლილია სასრულმდგომარეობიან მარკოვის ჯაჭვად და დამტკიცებულია ანალოგიური თეორემა 2, რომლის თანახმად ზღვარიანი განაწილება (როცა $n \rightarrow \infty$), ორი ნორმალური განაწილების ნახვევს წარმოადგენს.

MATHEMATICS

I. V. BOKUCHAVA

THE CENTRAL LIMIT THEOREM FOR CONDITIONALLY
 INDEPENDENT SEQUENCES

S u m m a r y

The bivariate sequence of random variables $\{(Y_n, \xi_n)\}, n=1, 2, \dots$ is considered. The sequence $\{Y_n\}$ is called conditionally independent given the $\{\xi_n\}$ process if 1) and 2) hold. The central limit theorem for such sequences (Theorem 1) is proved. In part 2 $\{\xi_n\}$ is assumed to be a finite Markov chain, and a similar theorem (Theorem 2) is proved. According to this theorem the limit distribution tends to a convolution of two normal distributions when $n \rightarrow \infty$.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. А. Ибрагимов, Ю. В. Линник. Независимые и стационарно связанные величины. М., 1965.
2. G. L. O'Brien. J. Appl. Prob. 11, 1974.
3. S. Grigorescu, G. Oprisan. Wahrscheinlichkeitstheorie, 35, 1976.
4. Дж. Кемени, Дж. Снелл. Конечные цепи Маркова. М., 1970.
5. Дж. Л. Дуб. Вероятностные процессы. М., 1956.

А. А. ДУМБАДЗЕ

РАСЧЕТ СФЕРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК СО СЛОЖНЫМИ ГРАНИЦАМИ ПРИ ПОМОЩИ КОНФОРМНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 25.5.1978)

В работе предложен метод расчета сферических оболочек с произвольными границами, конформно отображаемыми на круговую границу. По границе оболочка считается жестко заделанной, поэтому напряженное состояние в ней расчленяется на безмоментное и краевой эффект [1]. Краевой эффект при известном безмоментном решении имеется в [2].

В предлагаемой статье в связи с этим расчет проводится по безмоментной теории.

В системе координат ϑ и β (рис. 1) уравнение сферы задается формулами $x = R \sin \vartheta \cos \beta$, $y = R \sin \vartheta \sin \beta$, $z = R \cos \vartheta$.

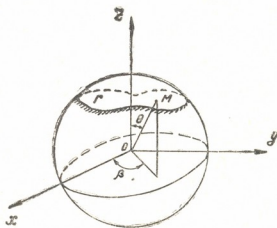


Рис. 1

В [2] введена система координат α, β , $\alpha = \ln \operatorname{tg} \frac{\vartheta}{2}$, в которой уравнение безмоментной теории сферической оболочки записано в форме, удобной для пользования теории функции комплексного переменного $\gamma = \alpha + i\beta$.

Безмоментная система уравнений состоит из уравнений равновесия, соотношения упругости и геометрических соотношений. Уравнения равновесия в координатах α, β в [2] приведены к виду

$$-\frac{\partial t}{\partial \alpha} + \frac{\partial s}{\partial \beta} + X^* = 0, \quad \frac{\partial t}{\partial \beta} + \frac{\partial s}{\partial \alpha} + Y^* = 0, \quad (1)$$

где функции t , s связаны с внутренними усилиями в оболочке T_1, T_2, S

$$\text{соотношениями } T_1 = -\frac{R^2}{A^2} t - \frac{R}{2} Z,$$

$$T_2 = \frac{R^2}{A^2} t - \frac{R}{2} Z, \quad S = \frac{R^2}{A^2} s, \quad A^2 = \frac{R^2}{\text{ch}^2 \alpha},$$

функции x^* и y^* определяются распределенными внешними нагрузками, A — коэффициент первой квадратичной формы.

Соотношения упругости имеют вид

$$T_{1,2} = \frac{2Eh}{1-\nu^2} (\varepsilon_{1,2} + \nu\varepsilon_{2,1}), \quad S = \frac{Eh}{1-\nu} \omega. \quad (2)$$

Геометрические соотношения, связывающие компоненты тангенциальных деформаций срединной поверхности $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \omega$ с перемещениями u, v, ω в координатах α, β , записываются в следующей форме:

$$\frac{\partial p}{\partial \alpha} - \frac{\partial q}{\partial \beta} = R^2(\varepsilon_1 - \varepsilon_2), \quad u = \frac{P}{R \text{ch} \alpha}, \quad v = \frac{q}{R \text{ch} \alpha}, \quad (3)$$

$$\frac{\partial p}{\partial \beta} + \frac{\partial q}{\partial \alpha} = R^2 \omega, \quad \omega = \text{ch} \alpha \frac{\partial u}{\partial \alpha} - R\varepsilon_1.$$

Граничные условия имеют вид

$$u = 0, \quad v = 0. \quad (4)$$

Представим решение в виде суммы общего и частного решения.

Однородная система (1) представляет собой систему Коши—Римана. Точно так же системой Коши—Римана является и однородная система (3). Это является основой для использования методов теории функции комплексного переменного. Для того чтобы не заботиться об удовлетворении условия периодичности решения по окружной координате β , вводится новая координата $\zeta = \exp \gamma$. Тогда решение (1)–(3) в общем виде примет следующую форму [2].

$$\bar{g} = p - iq = -\frac{R^2(1+\nu)}{2Eh} \int_{\zeta}^{\zeta} \text{ch}^2 \alpha \Psi(\zeta) \frac{d\zeta}{\zeta} + \bar{H}(\bar{\zeta}),$$

$$\Psi(\zeta) = t + is, \quad \text{ch}^2 \alpha = \frac{1}{4} \left(\zeta \bar{\zeta} + 2 + \frac{1}{\zeta \bar{\zeta}} \right),$$

где $\Psi(s), H(s)$ — аналитические функции комплексного переменного, действительные и мнимые части которых удовлетворяют однородным системам (1), (3).

Обозначим g^* частные решения, соответствующие внешней нагрузке. Тогда граничные условия однородной задачи примут вид

$$g(t, \bar{t}) + g^*(t, \bar{t}) = 0, \quad (*)$$

где t — значение ζ на границе.

Вводим преобразование $\gamma' = \gamma(\gamma_1)$. Тогда при повороте системы координат на угол ϕ усилия и перемещения преобразуются (штрихом будем обозначать величины в новой системе). В результате получим зависимость между функциями

$$\Psi'(\gamma') = \Psi[\gamma(\gamma')] \left(\frac{d\gamma}{d\gamma'} \right)^{-2},$$

$$g'(\gamma') = g[\gamma(\gamma')] \left(\frac{d\gamma}{d\gamma'} \right)^{-1}.$$

Как отмечалось в [2], в теории оболочек конформным отображением можно пользоваться двумя путями: 1) можно преобразовать и координатную систему, а также усилия и перемещения к новой системе, 2) можно усилия и перемещения не трогать и сохранить их прежние направления, а отобразить только границу.

Функция напряжений Ψ и функция перемещений g при таком преобразовании не умножаются на производную от функции преобразования.

Уравнение для определения перемещений в комплексной форме путем преобразования второго типа имеет вид

$$\zeta \frac{\partial \bar{g}}{\partial \bar{\zeta}} = - \frac{R^2(1+\nu)}{2Eh} \operatorname{ch}^2 \alpha \Psi(\zeta). \quad (6)$$

Подставляя функцию преобразования $\zeta = \chi(\sigma)$ в (6) и интегрируя, получаем

$$\bar{g} = - \frac{R^2(1+\nu)}{8Eh} \int^{\sigma} \left(\chi \bar{\chi} + 2 + \frac{1}{\chi \bar{\chi}} \right) \Psi(\sigma) \frac{d\chi}{d\sigma} \frac{d\sigma}{\chi} + \bar{H}(\bar{\sigma}).$$

Граничное условие (*) можно записать в следующем виде:

$$- \frac{R^2(1+\nu)}{8Eh} \int^t \left[\chi(\sigma) \bar{\chi}(\bar{t}) + 2 + \frac{1}{\chi(\sigma) \bar{\chi}(\bar{t})} \right] \Psi(\sigma) \frac{d\chi}{d\sigma} \frac{d\sigma}{\chi(\sigma)} + \bar{H}(\bar{t}) + \bar{g}^*(t, \bar{t}) = 0.$$

Это условие должно определить две аналитические внутри единичного круга $|\sigma| \leq 1$ функции $\Psi(\sigma)$, $H(\sigma)$.

Полученное условие содержит интегралы, от которых можно избавиться следующей заменой:

$$F(\sigma) = \frac{1}{\chi(\sigma)} \int^{\sigma} \Psi(\sigma) \frac{d\chi}{d\sigma} d\sigma - 2 \int^{\sigma} \Psi(\sigma) \frac{d\chi}{d\sigma} \frac{d\sigma}{\chi(\sigma)} + \chi(\sigma) \int^{\sigma} \Psi(\sigma) \frac{d\chi}{d\sigma} \frac{d\sigma}{\chi^2}.$$

При помощи операции дифференцирования и алгебраических операций получим граничное условие, свободное от интегралов

$$\frac{R^2(1+\nu)}{8Eh} \left\{ \left[\bar{\chi}(\bar{t}) \frac{1}{2} \frac{\chi^3}{\chi_{,t}} \frac{d}{dt} \left(\frac{F_{,t}}{\chi_{,t}} \right) + \frac{\chi^2}{\chi_{,\sigma}} + \frac{1}{2} \frac{\chi}{\bar{\chi}(\bar{t}) \chi_{,t}} \right] \frac{d}{dt} \left(\frac{F_{,t}}{\chi_{,t}} \right) + \left(\frac{\chi}{\chi_{,t}} + \frac{1}{\bar{\chi}(\bar{t}) \chi_{,t}} \right) F_{,t} - F(t) \right\} - \bar{H}(\bar{t}) = g^*(t, \bar{t}). \quad (7)$$

Умножаем это равенство на $[2\pi i (t - \sigma)]^{-1} dt$, интегрируя по единичной окружности. При вычислении интегралов воспользуемся теорией функции комплексного переменного [3], в частности, свойствами интегралов типа Коши. Сделаем также обобщение метода решения задач плоской теории упругости при помощи интегралов Коши и конформного отображения полиномиальными или рациональными функциями.

Искомые функции $F(\sigma)$, $H(\sigma)$ должны быть аналитические внутри рассматриваемой области. Тогда $\frac{1}{2\pi i} \oint \frac{\bar{H}(\bar{t})}{t - \sigma} dt = -\bar{H}(0)$, так как $\bar{H}\left(\frac{1}{\sigma}\right)$ является аналитической вне единичной окружности.



Если известную функцию справа в (7) разложить в ряд и в виде ряда искать функцию $F(\sigma)$

$$F(\sigma) = \sum_0^{\infty} a_n \sigma^n, \quad \frac{1}{2\pi i} \oint \frac{\bar{g}^*(t, \bar{t})}{t - \sigma} dt = \sum_0^{\infty} b_n \sigma^n,$$

то, используя разработанные в [3] приемы решения, можно построить искомую функцию. После того как функция $F(\sigma)$ будет определена, находится функция $H(\sigma)$. Для этого берется условие, сопряженное с (7), умножается на $[2\pi i(t - \sigma)]^{-1} dt$, интегрируется по единичной окружности

$$H(\sigma) = -\frac{1}{2\pi i} \oint \frac{g^* dt}{t - \sigma} + \frac{R^2(1+\nu)}{8Eh} \frac{1}{2\pi i} \oint \frac{\bar{G}}{t - \sigma} dt,$$

где буквой G без знака сопряжения обозначено выражение, стоящее в фигурной скобке слева под интегралом в (7) — известная на этом этапе функция.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 26.5.1978)

მეცნიერება

ა. დუმბაძე

რთული სასაზღვრო ჰერონებით სფერული გარსის ანგარიში
კონფორმული გადასახვის გამოყენებით

რეზიუმე

კონფორმული გადასახვის გამოყენებით განხილულია ნებისმიერი მოხაზულობის საზღვრის მქონე სფერული გარსის ანგარიში წრიულ არეზე.

MECHANICS

A. A. DUMBADZE

COMPUTATION OF SPHERICAL SHELLS WITH COMPLICATED BOUNDARIES BY CONFORMAL REFLECTION

Summary

A method is presented for computing spherical shells with arbitrary boundaries conformally reflected on a circular boundary.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Н. Векуа. Обобщенные аналитические функции. М., 1959.
2. А. Л. Гольденвейзер. Теория упругих тонких оболочек. М., 1966.
3. Н. И. Мухелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М., 1968.

З. А. ПИРАНАШВИЛИ, Т. Г. СУЛАБЕРИДЗЕ

ОБ ОПТИМАЛЬНОМ ПРОГНОЗЕ И ФИЛЬТРАЦИИ НЕЛИНЕЙНО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ГАУССОВСКИХ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 3.5.1978)

В данной статье рассматриваются задачи в среднеквадратическом (ср. кв.) смысле оптимального прогноза и фильтрации нелинейно преобразованных гауссовских случайных процессов. Преобразования над гауссовским процессом η_t , $t \in T$, с параметрами (0,1) (T — некоторое множество действительных чисел), будем записывать следующим образом: $\varphi_t(\eta_t) = \xi_t$. На практике с такой ситуацией встречаемся, когда наблюдаемый процесс η_t проходит через какую-то систему, или преобразование $\varphi_t(\eta_t)$ производит сама природа и наблюдается результат преобразования — процесс ξ_t , или же преобразованный природой гауссовский процесс проходит через систему.

Если предположим, что преобразование $\varphi_t(x)$ взаимнооднозначно относительно x , тогда легко получается, что $\varphi_t(x) = F_t^{-1}(\Phi(x))$, где F_t^{-1} — обратная по x относительно одномерной функции распределения $F_t(x)$

процесса ξ_t , $t \in T$, а $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp\{-z^2/2\} \cdot dz$. Этим обстоятельством

можно воспользоваться для статистического оценивания $\varphi_t(x)$ по наблюдаемым значениям процесса ξ_t [1].

Задачи прогноза для частных видов $\varphi_t(x)$ впервые были рассмотрены в работе А. М. Яглома [2]. В частности, в [2] рассматривались преобразования вида $\varphi_t(\eta_t) = a \cdot \eta_t^3$ и $\varphi_t(\eta_t) = a \cdot \eta_t^5$, где $a > 0$ — постоянная, η_t — стационарный гауссовский марковский процесс с функцией корреляции $r(\tau) = \sigma^2 \cdot e^{-\alpha \cdot |\tau|}$, $\alpha > 0$ — действительное число. Для случая чистого прогнозирования в [2] получены формулы как линейного, так и нелинейного прогноза и сравниваются соответствующие ср. кв. погрешности.

В дальнейшем такие же вопросы рассматривались в [3] для преобразования вида $\varphi_t(\eta_t) = a \cdot \eta_t^{2k+1}$, где $a > 0$ — постоянная, $k \geq 0$ — целое число. В [3] получена формула чистого прогноза процесса ξ_t на основе известных наблюдаемых значений процесса ξ_t в конечном числе точек t_1, t_2, \dots, t_n ; однако ср. кв. погрешность не вычисляется.

В [4] изучаются те же вопросы для преобразования вида

$$\varphi_t(\eta_t) = \sum_{k=0}^{\infty} c_k \cdot H_k(\eta_t), \text{ где } \eta_t \text{ — стационарный гауссовский процесс, а } H_k(x) \text{ —}$$



полиномы Эрмита. В отличие от [2] и [3] в [4] наблюдаемым процессом считается η_t , а нелинейный прогноз выражается через кратные винеровские интегралы, вычисление которых связано с большими трудностями.

Рассмотрим теперь более общую постановку, включающую как вышеупомянутые задачи, так и задачу фильтрации.

Пусть η_ζ , η_t , $t \in T$ — система вещественных гауссовских случайных величин с параметрами $(0, 1)$ и пусть $\varphi_\zeta(x)$, $\varphi_t(x)$, $t \in T$ — вещественные функции, измеримые по Борелю относительно x , определенные на всей действительной оси. Поставим задачу в ср. кв. смысле наилучшей оценки величины $\zeta = \varphi_\zeta(\eta_\zeta)$ по значениям величин: 1) η_t , $t \in T$, или 2) $\xi_t = \varphi_t(\eta_t)$, $t \in T$. Вопрос касается отыскания таких функций $g_1(\eta_t/t \in T)$ (в случае 1)) и $g_2(\xi_t/t \in T)$ (в случае 2)), которые, при конечном T , являются измеримыми по Борелю функциями аргументов η_t и ξ_t соответственно, а в случае бесконечного T представляют собой случайные величины, измеримые относительно σ -алгебр $F_1 \equiv \sigma(\eta_t, t \in T)$ и $F_2 \equiv \sigma(\xi_t, t \in T)$ соответственно, и которые удовлетворяют условиям

$$M [\zeta - g_i(\eta_t/t \in T)]^2 = \min, \quad i = 1, 2.$$

Решение поставленной задачи назовем нелинейной оценкой случайной величины ζ и обозначим через $\tilde{\zeta}^*$, а соответствующую ср. кв. погрешность — через $\tilde{D} : \tilde{D}^2 = M [\zeta - \tilde{\zeta}^*]^2$. Линейную оценку случайной величины ζ и соответствующую ср. кв. погрешность обозначим через $\bar{\zeta}^*$ и \bar{D} соответственно. Поставленной задаче об отыскании $\tilde{\zeta}^*$ и \tilde{D} отвечает следующая

Теорема. Если $\varphi_\zeta(x) \in L_{d\Phi}^2(-\infty, \infty)$, т. е.

$$M\zeta^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_\zeta^2(x) d\Phi(x) < \infty, \quad (1)$$

тогда

$$\tilde{\zeta}^* = M(\zeta/F_1) = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_\zeta(\sigma_{\min} \cdot x + \bar{\eta}_\zeta^-(\eta_t/t \in T)) d\Phi(x), \quad (2)$$

где $\bar{\eta}_\zeta^-(\eta_t/t \in T)$ в ср. кв. смысле наилучшая линейная оценка гауссовской случайной величины η_ζ по значениям гауссовских случайных величин η_t , $t \in T$, а $\sigma_{\min}^2 = M[\eta_\zeta - \bar{\eta}_\zeta^*]^2$, или

$$\tilde{\zeta}^* = M(\zeta/F_2) = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_\zeta(\sigma_{\min} \cdot x + \bar{\eta}_\zeta^-(\varphi_t^{-1}(\xi_t)/t \in T)) d\Phi(x), \quad (3)$$

где функции $\varphi_t^{-1}(y)$ — обратные относительно функций $y = \varphi_t(x)$ по x , при дополнительном требовании взаимнооднозначности $\varphi_t(x)$, $t \in T$ по x .

Ср. кв. погрешность в обоих случаях выражается формулой

$$\tilde{D}^2 = \int_{-\infty}^{\infty} I(\sqrt{1 - \sigma_{\min}^2} \cdot x) \cdot d\Phi(x), \quad (4)$$

где

$$I(z) = \int_{-\infty}^{\infty} \left[\varphi_{\xi}(\sigma_{\min} \cdot \omega + z) - \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_{\xi}(\sigma_{\min} \cdot x + z) \cdot d\Phi(x) \right]^2 \cdot d\Phi(\omega).$$

При $\sigma_{\min} = 0$, $I(z) = 0$ и, следовательно, $\tilde{D} = 0$.

В [5—7] были рассмотрены важные классы преобразований $\varphi_{\xi}(x)$ и получены соответствующие конструктивные формулы для $\tilde{\xi}^*$ и \tilde{D} , которые справедливы и в данной постановке задачи. Рассмотрим еще и такой класс преобразований

$$\varphi_{\xi}(x) = \sum_{k=0}^{\infty} [a_{\xi,k} \cdot \cos(\lambda_{\xi,k} \cdot x) + b_{\xi,k} \cdot \sin(\lambda_{\xi,k} \cdot x)], \quad (5)$$

где $a_{\xi,k}$, $b_{\xi,k}$, $\lambda_{\xi,k}$ — некоторые постоянные, а символ $\sum_{k=0}^{\infty}$ обозначает конечную сумму или бесконечный ряд, для которого справедливо почленное интегрирование на $(-\infty, \infty)$ с весом $\Phi'(x)$. Имеем (для случая 1)):

$$\tilde{\xi}^* = \sum_{k=0}^{\infty} [a_{\xi,k} \cdot \cos(\lambda_{\xi,k} \cdot \bar{\eta}_{\xi}^*) + b_{\xi,k} \cdot \sin(\lambda_{\xi,k} \cdot \bar{\eta}_{\xi}^*)] \cdot \exp \left\{ -\frac{\lambda_{\xi,k}^2 \cdot \sigma_{\min}^2}{2} \right\}, \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \tilde{D}^2 = & \frac{1}{2} \cdot \sum_{k,n=0}^{\infty} \left[(a_{\xi,k} \cdot a_{\xi,n} - b_{\xi,k} \cdot b_{\xi,n}) (1 - \exp\{\lambda_{\xi,k} \cdot \lambda_{\xi,n} \cdot \sigma_{\min}^2\}) \times \right. \\ & \times \exp \left\{ -\frac{(\lambda_{\xi,k} + \lambda_{\xi,n})^2}{2} \right\} + (a_{\xi,k} \cdot a_{\xi,n} + b_{\xi,k} \cdot b_{\xi,n}) (1 - \exp\{-\lambda_{\xi,k} \cdot \lambda_{\xi,n} \cdot \sigma_{\min}^2\}) \times \\ & \left. \times \exp \left\{ -\frac{(\lambda_{\xi,k} - \lambda_{\xi,n})^2}{2} \right\} \right]. \quad (7) \end{aligned}$$

Сравнение ср. кв. погрешностей \bar{D} и \tilde{D} показывает, что переход от линейной оценки к нелинейной часто имеет большое значение. Заметим, что в случае 1) лучше использовать формулу (2) нелинейной оценки. В случае 2) формулу нелинейной оценки (3) предпочтительнее использовать вместо линейной оценки в тех случаях, когда \tilde{D} значительно меньше, чем \bar{D} . Этот вопрос должен решаться конкретно и индивидуально для каждой практической задачи.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики

(Поступило 5.5.1978)

ზ. ფირანაშვილი, თ. სულაბერიძე

არაწრფივად გარდაქმნილ გაუსის შემთხვევით პროცესთა
 ოპტიმალური პროგნოზისა და ფილტრაციის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია არაწრფივად გარდაქმნილ გაუსის შემთხვევით პროცესთა
 ოპტიმალური პროგნოზისა და ფილტრაციის ამოცანა, როცა ვუკვირდებით გაუსის
 η_t პროცესს ან მისი არაწრფივად გარდაქმნის შედეგს — $\xi_t = \varphi_t(\eta_t)$.

CYBERNETICS

Z. A. PIRANASHVILI, T. G. SULABERIDZE

ON OPTIMAL PROGNOSIS AND FILTRATION OF NONLINEARLY
 TRANSFORMED GAUSSIAN RANDOM PROCESSES

Summary

The problem of optimal prognosis and filtration of nonlinearly transformed Gaussian random processes is discussed when the Gaussian η_t process or the result of its nonlinear transformation, $\xi_t = \varphi_t(\eta_t)$ is observed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. А. Пиранашвили, Ю. Г. Буркадзе, Т. Г. Сулаберидзе. Сб. «Методы Монте-Карло в вычислительной математике и математической физике». Новосибирск, ВЦ СО АН СССР, 1976.
2. А. М. Яглом. Труды VI Всесоюз. совещ. по теории вероятн. и матем. статистике. Вильнюс, 1962.
3. В. Н. Нагорный. Сб. «Теория вероятностей и математическая статистика», вып. 4. К., 1971.
4. Н. П. Заботина. Проблемы передачи информации, т. XI, вып. 2, 1975, 84—95.
5. З. А. Пиранашвили, Т. Г. Сулаберидзе. Сообщения АН ГССР, 78, № 1, 1975.
6. З. А. Пиранашвили, Т. Г. Сулаберидзе. Сообщения АН ГССР, 82, № 3, 1976.
7. З. А. Пиранашвили, Т. Г. Сулаберидзе. Сообщения АН ГССР, 84, № 2, 1976.



Э. И. КИСТАУРИ

ДЕКОМПОЗИЦИЯ ДИСКРЕТНЫХ МАРКОВСКИХ ПРОЦЕССОВ В n -МЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 23.2.1978)

В настоящей статье рассматриваются некоторые вопросы композиции и декомпозиции n -мерных дискретных марковских процессов (ДМП) ($2 < n < +\infty$). Под n -мерным ДМП подразумевается n -мерный процесс, имеющий марковское свойство [1]. В работах [2, 3] изучены вопросы декомпозиции 2-мерных ДМП.

Рассмотрим систему ДМП $\{\xi_1(t), \{\xi_k^{(i_1, \dots, i_{k-1})}(t)\}, k=2, \overline{n}\}$ со счетными множествами состояний $I_k, k=\overline{1, n}$, начальными стохастическими векторами $p^{(k)}, k=\overline{1, n}$ и стандартными матрицами $P_1(t), \{P_k^{(i_1, \dots, i_{k-1})}(t)\}, k=\overline{2, n}$ соответственно, где $i_k \in I_k, I_k \subset I = \{1, 2, 3, \dots\}, k=\overline{1, n}; t \in T = [0, +\infty)$.

Определение 1. Процесс

$$(\xi_1(t), \{\xi_2^{(i_1)}(t)\}, \dots, \{\xi_n^{(i_1, \dots, i_{n-1})}(t)\}) \quad (1)$$

с множеством состояний

$$I_1 \times I_2 \times \dots \times I_n \quad (2)$$

начальным вектором

$$p^{(1)} \otimes p^{(2)} \otimes \dots \otimes p^{(n)} \quad (3)$$

и переходной матрицей

$$(\dots(P_1(t) \otimes \{P_2^{(i_1)}(t)\}) \otimes \dots \otimes \{P_n^{(i_1, \dots, i_{n-1})}(t)\}), \quad (4)$$

где (2) декартовое произведение множеств $I_k, k=\overline{1, n}$, (3) — кронекеровое векторов $p^{(k)}, k=\overline{1, n}$ и (4) — каскадное произведение матриц [4]. назовем n -кратной последовательной композицией заданных ДМП.

Если все ДМП независимы друг от друга, тогда будет иметь место n -кратная параллельная композиция

$$(\xi_1(t), \xi_2(t), \dots, \xi_n(t)), \quad (5)$$

при которой каскадное произведение матриц (4) превращается в прямое (кронекеровое) произведение [4]:

$$P_1(t) \otimes P_2(t) \otimes \dots \otimes P_n(t). \quad (6)$$

Теорема 1. n -Кратная параллельная композиция ДМП (5) определяет n -мерный ДМП.



Теорема 2. n -Кратная последовательная композиция ДМП (1) определяет n -мерный ДМП тогда и только тогда, когда все ДМП $\xi_1(t)$, $\{\xi_k^{(i_1, \dots, i_{k-1})}(t)\}$, $k=2, \overline{n-1}$ являются фиктивными [3], а $\{\xi_n^{(i_1, \dots, i_{n-1})}(t)\}$ содержит единственный нефиктивный ДМП.

Справедливость этих теорем при $n=2$ показана в [3], а при $n>2$ доказывается методом математической индукции.

Специфические свойства ДМП (поглощающие или мгновенные состояния, предельное поведение и т. д.) находят свое отражение в (5), что дает некоторую возможность построения ДМП с определенными свойствами.

Определение 2. Пусть имеются ДМП $\eta_1(t)$ и $\eta_2(t)$ с эквивалентными множествами состояний, при которых ни одно из них не является правильной частью другого [5]. Будем считать, что они изоморфны, если и только если после нужной перенумерации состояний соответствующие начальные векторы и стандартные матрицы совпадают.

Определение 3. Мы будем говорить, что ДМП $\xi(t)$ с множеством состояний I , начальным стохастическим вектором p и стандартной матрицей $P(t)$ допускает последовательную (параллельную) декомпозицию с покрытием в классе ДМП, если существуют такие ДМП $\xi_1(t)$, $\{\xi_k^{(i_1, \dots, i_{k-1})}(t)\}$, $k=2, \overline{n}$ ($\xi_k(t)$, $k=1, \overline{n}$), что $I_k \subset I$, $k=1, \overline{n}$, а ДМП (1) (ДМП (5)) с множеством состояний (2), начальным вектором (3) и стандартной матрицей (4) (матрицей (6)), отличается от исходного ДМП с точностью изоморфизма только некоторым подмножеством невозвратных состояний. В частном случае, если множества I и (2) эквивалентны и при этом ни одно из них не является правильной частью другого, будет иметь место соответствующая декомпозиция без покрытия.

Определение 4. Будем считать, что разбиения $\pi^{(d)}$, $d=1, \overline{n}$ множества состояний I независимы относительно ДМП $\xi(t)$, если и только если для всех $\pi_{j_k}^{(k)} \subset \pi$, $k=1, \overline{n}$

$$\prod_{k=1}^n p_{\alpha, \pi_{j_k}^{(k)}}(t) = p_{\alpha, \prod_{k=1}^n \pi_{j_k}^{(k)}}(t)$$

и

$$\prod_{k=1}^n p_{\pi_{j_k}^{(k)}}(t) = p_{\prod_{k=1}^n \pi_{j_k}^{(k)}}(t).$$

Теорема 3. Для того чтобы ДМП $\xi(t)$ параллельно декомпозировался с покрытием на ДМП $\xi_k(t)$, $k=1, \overline{n}$ ($I_k \subset I$; $k=1, \overline{n}$), необходимо и достаточно существование таких нетривиальных разбиений $\pi^{(d)}$, $d=1, \overline{n}$ множества состояний I , которые удовлетворяют следующим условиям:

- $\xi(t)$ укрупним по $\pi^{(d)}$, $d=1, \overline{n}$;
- $\pi^{(d)}$, $d=1, \overline{n}$ независимы относительно ДМП $\xi(t)$;



$$в) \left| \prod_{k=1}^n \pi_{j_k}^{(k)} \right| \leq 1 \text{ для всех } \pi_{j_k}^{(k)} \subset \pi^{(k)}, \quad k = \overline{1, n}, \text{ где } \left| \prod_{k=1}^n \pi_{j_k}^{(k)} \right| -$$

мощность множества $\prod_{k=1}^n \pi_{j_k}^{(k)}$.

Следствие. Для того чтобы ДМП $\xi(t)$ параллельно декомпозировался без покрытия на ДМП $\xi_k(t)$, $k = \overline{1, n}$, с множествами состояний $I_1 \subset I$; $I_k = \{1, 2, \dots, m_k\}$, $m_k < +\infty$; $k = \overline{2, n}$, необходимо и достаточно, чтобы он допускал укрупнение состояний по независимым разбиениям $\pi^{(d)}$, $d = \overline{1, n}$, где

$$\pi^{(d)} = \{\pi_{i_d}^{(d)}; i_d \in I_d\}; \quad \pi_{i_d}^{(d)} = \left\{ \sum_{\alpha=1}^n (i_\alpha - 1) \prod_{\beta=\alpha+1}^n m_\beta + i_n; i_k \in I_k; k = \overline{1, n}; k \neq d \right\}.$$

Доказательства теоремы 3 и следствие являются обобщениями доказательств аналогичных результатов, приведенных в [2], при $n=2$,

только надо учесть, что $\left| \prod_{d=1}^n \pi_{i_d}^{(d)} \right| = \left| \left\{ \sum_{\alpha=1}^{n-1} (i_\alpha - 1) \prod_{\beta=\alpha+1}^n m_\beta + i_n \right\} \right| = 1$.

Пусть ДМП не допускает параллельную декомпозицию. Тогда, согласно теореме 2 и определению 3, его можно последовательно декомпозировать только при наличии фиктивных состояний.

Теорема 4. ДМП $\xi(t)$, не допускающий параллельную декомпозицию и не имеющий фиктивных состояний, не допускает последовательную декомпозицию в классе ДМП.

Если рассмотреть ДМП $\xi(m)$, $m \in I$ с множеством состояний I , описываемый начальным вектором p и стохастической матрицей P , тогда теоремы 1 и 3 справедливы и n -кратная последовательная композиция не выводит из класса ДМП.

Теорема 5. Для того чтобы ДМП $\xi(m)$ последовательно декомпозировался на ДМП $\xi_1(m)$, $\{\xi_k^{(i_1, \dots, i_{k-1})}(m)\}$, $k = \overline{2, n}$ с множествами состояний I_k , $I_k \subset I$; $k = \overline{1, n}$, начальными стохастическими распределениями $p^{(k)}$, $k = \overline{1, n}$ и стохастическими матрицами $P_1, \{P_k^{(i_1, \dots, i_{k-1})}\}$, $k = \overline{2, n}$, необходимо и достаточно существование нетривиальных разбиений $\pi^{(d)}$, $d = \overline{1, n}$ множества состояний I , удовлетворяющих следующим условиям:

- 1) $\xi(m)$ укрупним по $\pi^{(1)}$;
- 2) все $\pi^{(d)}$, $d = \overline{1, n}$ независимы относительно $\xi(m)$;

- 3) $\left| \prod_{k=1}^n \pi_{j_k}^{(k)} \right| \leq 1$ для всех $\pi_{j_k}^{(k)} \subset \pi^{(k)}$, $k = \overline{1, n}$.

Последняя теорема при $n=2$ и $|I| < +\infty$ приводится в [4].

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 24.2.1978)

ე. კისტაური

დისკრეტული მარკოვის პროცესების დეკომპოზიცია
 n -განზომილებიან სივრცეში

რეზიუმე

განხილულია კომპოზიციისა და დეკომპოზიციის ამოცანები. მოძებნილია სხვადასხვა ტიპის დეკომპოზიციის აუცილებელი და საკმარისი პირობები.

CYBERNETICS

E. I. KISTAURI

DISCRETE MARKOV PROCESS DECOMPOSITION IN
 N -DIMENSIONAL SPACE

Summary

Cascade composition and decomposition problems are considered. Necessary and sufficient conditions for different kinds of decomposition are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Свешников. Прикладные методы теории случайных функций. М., 1968.
2. Э. И. Кистаური. Кибернетика, № 4, Киев, 1977.
3. Э. И. Кистаური. Декомпозиция цепей Маркова со счетным множеством состояний. Деп. ВИНТИ, № 3304—77.
4. A. Paz. Introduction to Probabilistic Automata. Academic Press. New York and London, 1971.
5. И. П. Натансон. Теория функции вещественной переменной. М., 1974.



Р. М. КИЛАДЗЕ

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА МАКСИМУМА Л. С. ПОНТРЯГИНА
 В ЗАДАЧАХ ОРОШЕНИЯ

(Представлено академиком В. В. Чавчанидзе 12.5.1978)

Рассматривается задача определения оптимального управления $Q(t)$ при поверхностных способах орошения на основе минимизации функционала

$$J = \int_{t_0}^T (H_N(t) - P)^2 dt, \quad (1)$$

где Q — подаваемый расход в начальном створе ($x=0$) на единице ширины орошаемого участка, P — высота преграды в конце орошаемого участка, H_N — переменная по времени глубина воды у преграды, t_0 — время, соответствующее началу управления, T — время окончания процесса, определяемое из условия реализации нормы полива

$$\int_{t_0}^T Q(t) dt = W \cdot S, \quad (2)$$

где W — норма полива в $\text{м}^3/\text{га}$, S — длина орошаемого участка.

В результате минимизации функционала (1) достигается экономное расходование воды, сокращение времени полива и выравнивание увлажнения по длине.

Уравнения движения и неразрывности (уравнения Сен-Венана) можно привести к виду, рассматривая единицу ширины орошаемого участка [1]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial t} &= -g \frac{\partial H}{\partial x} - U \frac{\partial U}{\partial x} + gi - g n_0^2 \frac{U^2}{H^{3/2}} + V \frac{U}{H}, \\ \frac{\partial H}{\partial t} &= -U \frac{\partial H}{\partial x} - H \frac{\partial U}{\partial x} - V, \end{aligned} \quad (3)$$

где H — глубина воды, U — средняя по высоте скорость, g — ускорение силы тяжести, x — расстояние, t — время, i — уклон дна орошаемого участка в направлении полива, V — отъем расхода на единице длины и ширины в результате впитывания воды в почву (предполагается заданной функцией t), n_0 — коэффициент шероховатости дна.

Для системы (3) ставится задача Коши с начальным условием: при $t = t_0$ имеем $U = U(x)$, $H = H(x)$, и граничными условиями: при $x=0$ имеем $Q = Q(t)$, при $x = S$, $U = 0$ (где $Q = U \cdot H$).

Управление может принимать следующие значения:

$$Q \in \{0, Q_M/2, Q_M\}, \quad (4)$$



где Q_M — максимально допустимое значение управления.

Задача оптимального управления формулируется следующим образом.

Требуется найти такое допустимое управление $Q(t)$, удовлетворяющее условию (4), которое при уравнениях движения (3) доставляет минимум функционалу (1) [2].

Особенность этой задачи заключается в том, что объект управления зависит не только от времени t , но и от пространственной координаты x , что дает основание отнести этот объект к системам с распределенными параметрами [3]. Такие системы не допускают непосредственного применения принципа максимума. В рассматриваемом случае для применения этого принципа наиболее целесообразно применить метод сведения дифференциальных уравнений в частных производных к системе обыкновенных дифференциальных уравнений. В случае системы (3) этого можно достичь путем деления длины интервала S на конечное число малых интервалов Δ и фиксирования x в точках деления.

Система обыкновенных дифференциальных уравнений формируется следующим образом.

Поскольку длина интервала S делится на конечное число малых интервалов Δ , то для граничных сечений этих интервалов приняты следующие обозначения:

$$H_k = y_{2k} \quad (k = 0, 1, 2, \dots, N), \quad u_k = y_{2k-1} \quad (k = 1, 2, \dots, N-1),$$

где k — номер граничного сечения, а N — максимальное значение этого номера.

Система (3) записывается для каждого граничного сечения $k=0, 1, 2, \dots, N$ путем представления производных $\frac{\partial H}{\partial x}$ и $\frac{\partial u}{\partial x}$ в конечных разностях. В результате правые части системы (3) уже не будут зависеть от x , а левые части этой системы будут представлены в виде прямых производных. Расписанная таким образом система (3) для k -го граничного сечения при использовании центральной разности для промежуточных граничных сечений ($k=1, 2, \dots, N-1$) будет иметь вид

$$\begin{aligned} \dot{y}_{2k-1} &= -g \frac{y_{2k+2} - y_{2k-2}}{2\Delta} - y_{2k-1} \frac{y_{2k+1} - y_{2k-3}}{2\Delta} + g_i - g n_0^2 \frac{y_{2k-1}^2}{y^{3/2}} + V_k \frac{y_{2k-1}}{y_{2k}}, \\ \dot{y}_{2k} &= -y_{2k-1} \frac{y_{2k+2} - y_{2k-2}}{2\Delta} - y_{2k} \frac{y_{2k+1} - y_{2k-3}}{2\Delta} - V_k. \end{aligned} \quad (5)$$

На левой и правой границе аналогичные уравнения записываются иначе. Прежде всего система (3) записывается опять-таки в виде двух уравнений, но в характеристической форме [4]. Для левой границы используется одно из этих двух уравнений, соответствующее обратной характеристике, а для правой границы — другое уравнение, соответствующее прямой характеристике.

В уравнении для левой границы ($k=0$) исключаются U и $\frac{dU}{dt}$ с помощью соотношения $Q=U \cdot H$, которое здесь имеет место. В результате это уравнение приводится к виду

$$\dot{y}_0 = f_0(y_0, y_2, Q, t). \quad (6)$$

Аналогичное уравнение для правой границы (здесь $k = N$, $U_N = 0$, $\frac{du_N}{dt} = 0$) будет иметь вид

$$\dot{y}_{2N} = f_{2N}(y_{(2N-1)}, y_{2N}, Q, t). \quad (7)$$

Объединяя (5), (6), (7), полную систему обыкновенных дифференциальных уравнений можно привести к виду

$$\dot{y}_i = f_i(y_0 \dots y_{2N}, Q, t), \quad (8)$$

где $i = 0, 1, 2 \dots 2N$, y_i — фазовые переменные в точках деления.

Начальные условия для системы (8) имеют вид

$$y_i(t_0) = y_i^0. \quad (9)$$

Система (8) уже допускает использование принципа максимума. Поскольку на правые концы траекторий $y_i(T)$ не накладывается никаких ограничений, мы имеем дело с задачей со свободным правым концом [5].

Согласно выражений (1) и (2) введем новые переменные

$$y_{2N+1} = \int_0^t (H_N - P)^2 dt; \quad y_{2N+2} = \int_0^t Q(t) dt. \quad (10)$$

Тогда к системе (8) можно прибавить еще два дифференциальных уравнения

$$\dot{y}_{2N+1} = (H_N - P)^2, \quad \dot{y}_{2N+2} = Q(t). \quad (11)$$

В результате задача минимизации функционала (1) сводится к задаче минимизации одной координаты системы y_{2N+2} , а время окончания процесса T определяется из условия задания другой координаты [5].

$$y_{2N+2}(T) = W \cdot S. \quad (12)$$

Начальные условия для импульсов в случае, когда минимизируется одна координата y_{2N+1} , а время T определяется из условия (12), запишутся следующим образом:

$$\begin{aligned} P_i(T) &= 0, \quad i = 0, 1, 2 \dots 2N, \\ P_{2N+1}(T) &= -1, \\ P_{2N+2}(T) &= \frac{(N_N(T) - P)^2}{Q(T)}. \end{aligned} \quad (13)$$

Принцип максимума утверждает, что искомое оптимальное управление Q^* доставляет функции Гамильтона максимум по Q при ограничении (4) в любой момент времени $t \in [t_0, T]$, если y_i, P_i — решения системы (8) и системы уравнений для импульсов при краевых условиях (9) и (13).

Для поиска оптимального управления существуют различные способы [6], однако в условиях рассматриваемой нелинейной системы для этого целесообразно использовать уже отлаженный алгоритм метода последовательных приближений, который можно непосредственно применить для решения поставленной задачи. Этот алгоритм, разработанный



ный И. А. Крыловым и Ф. Л. Черноусько, записан на языке Алгол-60 и отлажен на ЭВМ БЭСМ-6 [7].

С помощью изложенного подхода могут быть решены также и другие задачи орошения.

Грузинский НИИ
гидротехники и мелиорации
Минводхоза СССР

(Поступило 12.5.1978)

კიბერნეტიკა

რ. კილაძე

ლ. პონტრიაგინის მაქსიმუმის პრინციპის გამოყენება
მორწყვის ამოცანებში

რეზიუმე

სტატია ეძღვნება ლ. პონტრიაგინის მაქსიმუმის პრინციპის გამოყენებას მორწყვის ოპტიმალური მართვის ამოცანის გადასაწყვეტად. ამოხსნა დაყვანილია ცნობილი ალგორითმის გამოყენების დონემდე.

CYBERNETICS

R. M. KILADZE

THE USE OF L. S. PONTRJAGIN'S PRINCIPLE OF THE MAXIMUM IN THE PROBLEMS OF IRRIGATION

Summary

The paper deals with the use of L. S. Pontrjagin's principle of the maximum in solving one problem of irrigation optimal control. The solution has been brought up to the level allowing the use of a known algorithm.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. P. M. Kilaძე. Труды Груз. НИИГиМ, вып. 28, 1971.
2. Л. С. Понтрягин, В. Г. Болтянский, Р. В. Гамкрелидзе, Е. Ф. Мищенко. Математическая теория оптимальных процессов. М., 1961.
3. А. Г. Бутковский. Методы управления системами с распределенными параметрами. М., 1975.
4. Дж. Стокер. Волны на воде. М., 1959.
5. Л. И. Розоноэр. Автоматика и телемеханика. XX, № 10, 1959.
6. Н. Н. Моисеев. Элементы теории оптимальных систем. М., 1975.
7. И. А. Крылов, Ф. Л. Черноусько. Ж. вычисл. матем. и матем. физ., 12, № 1, 1972.

М. С. МАТИНОВА, В. М. МИХЕЛАШВИЛИ, Э. В. ТУЛАШВИЛИ,
Р. И. ЧИКОВАНИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛУБОКИХ УРОВНЕЙ У ГЕТЕРОГРАНИЦЫ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ $Al_xGa_{1-x}As$

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Р. Хуцишвили 30.5.1978)

Настоящая работа посвящается изучению причин возникновения глубоких уровней у гетерограницы структур на основе $Al_xGa_{1-x}As$ и определению их параметров (глубины залегания, концентрации и т. д.), а также исследованию влияния указанных уровней на стабильность характеристик светоизлучающих диодов (СИД).

Объектом исследования служили диодные структуры $p-Al_xGa_{1-x}As-n-Al_xGa_{1-x}As$, отличающиеся технологическими условиями выращивания слоев (температурой кристаллизации активной p -области, содержанием Al , типом и концентрацией легирующих примесей). Структурные, технологические, световые и электрические параметры исследованных СИД сведены в таблицу. У всех типов диодов ширина слоя объемного заряда была не более 0,2 мкм, и этот слой находился в основном в p -области (кроме образцов типа 3), толщина же активной части p -слоя равнялась 5—7 мкм.

Исследование глубоких уровней проводилось фотоемкостным методом (ФЕ) [1, 2] в области энергий фотонов 0,2—1,50 эв при $T=77^\circ K$ и обратном смещении на диодах 8 В. Измерялись также спектры электролюминесценции, вольтамперные и световые характеристики СИД при комнатной температуре. В образцах типа 1, 3, 4 (см. таблицу) при $300^\circ K$ и $77^\circ K$ линейной была зависимость $1/C^2=f(v)$, а в образцах типа 2 — $1/C^3=f(v)$.

Типичные спектры ФЕ исследованных структур приведены на рис. 1. Характерным для всех типов образцов является наблюдаемый рост емкости в интервале энергий $E_v+(0,5\div 0,7)$ эв. Оказалось, что общая концентрация уровней в полосе в значительной мере зависит от температуры кристаллизации активного слоя и уменьшается от $1,8 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ при температуре $\sim 930^\circ C$ до значения $5,3 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ при $\sim 820^\circ C$. Следовательно, обнаруженные нами глубокие уровни связаны с большим количеством точечных дефектов, возникающих во время роста в p -области независимо от типа акцепторной примеси. В нелегированных слоях $Al_xGa_{1-x}As$ наблюдались [3] два глубоких уровня с глубинами залегания, близкими к определенным нами, которые связывались с дефектами роста. Отсутствие примесной фоточувствительности, а также спада ФЕ в области энергий $E_c-(0,7\div 0,5)$ эв указывает на то, что наблюдаемые уровни являются уровнями прилипания.

Тип образца	$Al_xGa_{1-x}As$	Содержание Al, x, ат. %	Тип примеси	Концентрация носителей, $см^{-3}$	Температура кристаллизации активного слоя, °C	Площадь диода, $см^2$	Ширина слоя объемного заряда, мкм	Основной пик излучения, эВ
1	Подложка	0	Zn	$1 \cdot 10^{19}$	935—930	$1,6 \cdot 10^{-3}$	0,07—0,15	1,85—1,91
	I слой	0,33	Zn	$1 \cdot 10^{18}$				
	II слой	0,38	Te	$5 \cdot 10^{18}$				
2	Подложка	0	Zn	$1 \cdot 10^{19}$	895—890	$1,6 \cdot 10^{-3}$	0,05—0,10	1,85—1,91
	I слой	0,33	Zn	$5 \cdot 10^{17}$				
	II слой	0,60	Te	$1 \cdot 10^{18}$				
3	Подложка	0	Te	$1 \cdot 10^{18}$	~820	$7,0 \cdot 10^{-4}$	0,15—0,20	1,87
	I слой	0,73	Te	$1 \cdot 10^{18}$				
	II слой	0,30	Zn	$1 \cdot 10^{18}$				
	III слой	0,50	Zn	$1 \cdot 10^{18}$				
4	Подложка	0	Zn	$1 \cdot 10^{19}$	920—915	$5,6 \cdot 10^{-3}$	0,07—0,10	1,91
	I слой	0,33	Ge	$3 \cdot 10^{17}$				
	II слой	0,42	Te	$5 \cdot 10^{18}$				

Слои выращивались методом жидкостной эпитаксии, для структур типа 1, 3, 4 использовался Ga-99,999, для структур типа 2 использовался Ga повышенной чистоты—99,9999.

Для выяснения влияния обнаруженных глубоких уровней на деградацию параметров СИД нами были исследованы диоды типа 1 (см. таблицу). Испытания диодов проводились в течение 500 ч. при различных температурах наработки и разных плотностях тока через диод.

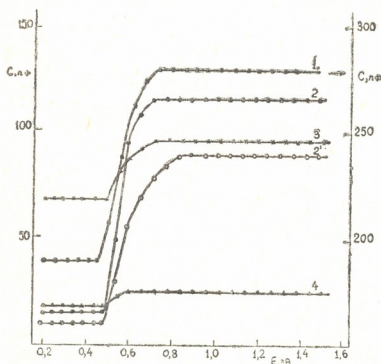


Рис. 1. Типичные спектры фотоэмиссии диодов, $v = 8$ В, $T = 77^\circ K$. 1—Диод типа 4 (№ 50), 2, 2' — диод типа 1 (№ 122) соответственно до и после деградации. Время наработки—500 ч. плотность тока через диод — $20 A/cm^2$, температура наработки — $100^\circ C$. 3 — Диод типа 2 (№ 21), 4 — диод типа 3 (№ 9)

Для всех продеградировавших диодов наблюдалось расширение полосы глубоких уровней на $\sim 0,15$ эВ в коротковолновую область (см. рис. 1, кр. 2 и 2'), при этом общая концентрация уровней несколько уменьшалась (почти в 2 раза для образца № 122), в то время как для недеградировавших диодов такие факты не обнаружены. Наблюдаемое различие в стабильности исследованных СИД, полученных в одинаковых технологических условиях, вероятнее всего обусловлено неравномерным распределением дефектов у гетерограницы продеградировавших

СИД, вызывающим увеличение микрополей и температуры в участках скопления этих дефектов [4]. Расширение полосы залегания уровней, по-видимому, связано с появлением в процессе наработки у гетерограницы дефектов, создающих более глубокие уровни, а уменьшение концентрации в полосе — облегченной миграцией ионизованных точечных дефектов из участков их скопления вглубь активной области. Именно ускоренной диффузией в электрическом поле точечных дефектов, в частности, ионизованных междоузельных атомов и вакансий, создающей дополнительные безызлучательные центры рекомбинации в активной области прибора, объясняется деградация лазерных диодов в [5, 6]. На появление дополнительных центров безызлучательной рекомбинации в

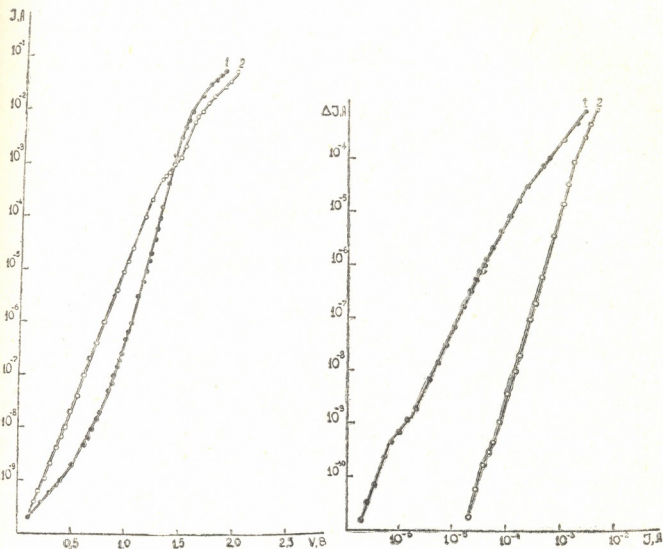


Рис. 2. Вольтамперные (а) и световые (б) характеристики диода № 122 до (1) и после (2) деградации. Интенсивность излучения диода в виде фототока ΔI снималась с фотоумножителя ФЭУ-84

р-области диода указывает и увеличение безызлучательной компоненты тока в диоде после наработки, что и иллюстрируется на рис. 2, а (кр. 2). Здесь же приведены световые характеристики диода (рис. 2, б). Из последнего рисунка видно, что деградация излучения более существенно проявляется при малых плотностях тока через диод (см. кр. 2 — уменьшение интенсивности излучения почти на два порядка), в то время как при больших плотностях уменьшение менее существенно (не превышает 5—7 раз). Причина такого явления пока не ясна и требует дальнейшего изучения. Аналогичные характеристики до и после наработки диодов на основе $Al_xGa_{1-x}As$ наблюдали авторы работ [7, 8].



Диоды типа 2 после испытаний в течение 500 ч при повышенных температуре и плотности тока не деградируют, имея общую концентрацию точечных дефектов роста $\sim 7 \cdot 10^{17}$ см⁻³. По-видимому, использование при выращивании р-слоя Ga повышенной чистоты, а также одновременный с наращиванием последующего п-слоя отжиг структуры в течение 1 ч. 15 мин. при температуре 890—880°C, предотвращают неравномерное распределение дефектов роста у гетерограницы [9].

Таким образом, нами обнаружены глубокие уровни, связанные с дефектами роста, которые могут оказать как непосредственное влияние на параметры СИД, так и являться одной из причин их деградации.

(Поступило 2.6.1978)

ფიზიკა

ა. მათინოვა, ბ. მიხელაშვილი, ვ. თულაშვილი, რ. ჩიკოვანი

ღრმა დონეების გამოკვლევებში $Al_xGa_{1-x}As$ -ის საფუძველზე

შეგნობილ სტრუქტურების პბტეროსაზღვარზე

რეზიუმე

შესწავლილ იქნა ჰეტეროეპიტაქსიალური მეთოდით მიღებული $Al_xGa_{1-x}As$ -ის საფუძველზე შექმნილი სპექტრის წითელ არეში მქონე გამოსხივების დიოდების ფოტოტევადობის სპექტრები, ვოლტამპერული და სიკაშკაშის მახასიათებლები. დადგენილ იქნა, რომ ღრმა დონეები უმთავრესად განლაგებულია P-ფენის ჰეტეროსაზღვართან ენერგეტიკულ ინტერვალში $E_v + (0,5 \div 0,7)$ ev.

PHYSICS

M. S. MATINOVA, V. M. MIKHELASHVILI, E. V. TULASHVILI, R. I. CHIKOVANI
STUDY OF DEEP LEVELS IN $Al_xGa_{1-x}As$ HETEROEPITAXIAL
STRUCTURES

Summary

The photocapacitance spectra of heteroepitaxial $Al_xGa_{1-x}As$ red light emitting diodes have been studied. Measurements of their I-V and light characteristics were carried out. Deep levels in the p-layer were observed in the intervals of energy $E_v + (0,5 \div 0,7)$ eV.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. T. Sah, L. Forbes, L. I. Rosier, A. F. Tasch. Solid St. Elec., 13, 1970, 759.
2. А. А. Лебедев, А. Т. Мамадалимов, Ш. Махкамов. ФТП, 6, 1972, 2198.
3. T. Uji, K. Nishida. Japan J. Appl. Phys., 15, 1976, 2247.
4. М. Г. Мильвидский, В. Б. Освенский. Кристаллография, 22, 1977, 431.
5. P. W. Hutchinson, P. S. Dobson, S. O. Hara, D. H. Newman. Appl. Phys. Lett., 26, 1975, 250.
6. P. Petroff, R. L. Hartman. J. Appl. Phys., 45, 1974, 3899.
7. А. А. Птащенко, В. П. Сушков, Л. Ф. Литовченко, В. М. Бранов, В. А. Тепляков. Электронная техника, сер. 2. «Полупроводниковые приборы», вып. 8 (110), 1976, 41.
8. В. М. Бусов, В. М. Марахонов, Р. П. Сейсян, Н. М. Шулинская. ФТП, 11, 1977, 248.
9. W. R. Wagner. J. Appl. Phys., 49, 1978, 173.

А. И. БИЧИНАШВИЛИ, Е. З. ВИНТАЙКИН, Д. Н. ГОНГАДЗЕ,
Э. К. ЛАБАРТКАВА

ЭФФЕКТ ПАМЯТИ В СПЛАВАХ МАРГАНЕЦ-МЕДЬ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 30.6.1978)

Эффект памяти формы впервые был обнаружен на экваторном сплаве никель-титан [1]. Позднее было установлено, что эффект памяти при нагреве образцов имеет место не только в сплавах никель-титан, но и во многих металлах и сплавах, в которых происходят мартенситные превращения. Особенно сильно этот эффект проявляется в сплавах, для которых характерно термоупругое мартенситное превращение [2]. Термоупругое мартенситное превращение наблюдается и в сплавах марганец-медь [3], в которых также был обнаружен эффект памяти формы [4]. Настоящая работа посвящена изучению явления эффекта памяти в состаренных сплавах марганец-медь.

Сплавы Мп-Си с содержанием 75% Мп были выплавлены в индукционной печи. Слитки проковывались в прутки, которые подвергались гомогенизационному отжигу при температуре 850°C в течение 100 часов. Сплавы закалялись в воде и отпускались при 450°C в течение 1 и 2 часов. Затем образцы подвергались неоднородной и однородной деформации (растяжение и сжатие). В случае неоднородной деформации степень восстановления определялась перемещением свободного конца консольно-закрепленного образца [4].

Исследование эффекта памяти в случае однородной деформации проводилось на dilatометре «Linsis» в атмосфере аргона. За количественную меру восстановления деформации принимался коэффициент термического расширения в интервале температур 20-;200°C ($\alpha = \frac{\Delta l}{l \Delta t}$).

Переориентация тетрагональных доменов и изменение внутренних напряжений определялись рентгеновским методом на установке ДРОН-2,0 в СгK α - и FeK α -излучениях. Измерения проводились на отражениях 220 и 200. Расчет напряжений производился по формуле

$$\langle \sigma \rangle = \frac{E}{8} \frac{B-b + \sqrt{B(B-b)}}{\operatorname{tg} \theta_0} \quad [5],$$

где E — модуль Юнга, B и b — истинное уширение линии рабочего и эталонного образцов соответственно, θ_0 — угол Брэгга.

Результаты измерений изгиба и среднего коэффициента термического расширения в интервале температур (20—200°C) показаны на рис. 1, а, б, в, из которых следует, что при степени пластической деформации 2,5% имеется максимум восстановительных свойств в случае однородной и неоднородной деформаций. Однако между этими двумя случаями существует различие при формирующей деформации выше 2,5%: в случае неоднородной деформации (рис. 1,а) степень восстановления формы после прохождения максимума резко ухудшается. В случае же однородной деформации после максимума (2,5%) наблюдается область более плавного спада восстановления формы (рис.

1, б, в) и при деформациях до 10% материал все же проявляет хорошую способность восстановления формы. Качественно это различие объясняется следующим образом.

В случае неоднородной деформации различные участки образца деформируются неодинаково. В нашем случае материал деформируется изгибом, поэтому на выпуклой стороне происходит растяжение, на вогнутой — сжатие. По мере углубления в толщу указанные деформации постепенно уменьшаются и, как известно, может реализоваться нейтральный слой, в котором деформация равна нулю. При нагреве деформированного до 2,5% материала области («сильные»), в которых восстановление исходной формы осуществляется путем двойникования,

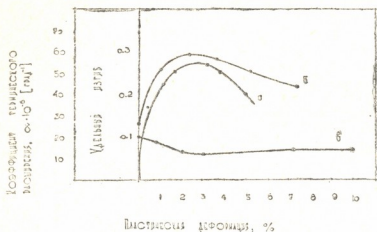


Рис. 1. Изменение удельного изгиба (а) и коэффициента температурного расширения от пластической деформации для сжатых (а) и растянутых (б) образцов сплавов 75 %, отпущенных при 450°C 2 часа

значительно преобладают над областями, где идут скольжения («слабые»). При формирующей деформации, например 4%, «слабых областей» (в которых деформация при нагреве осуществляется путем скольжения) значительно больше и соответственно восстановление формы ухудшается (рис. 1, б, в).

Причиной резкого увеличения «слабых областей» при неоднородной деформации является то, что в этом случае вероятность перемещения дислокаций больше, чем при однородной деформации. Из рис. 1, б, в следует, что большие деформации (до 7-10% при однородной деформации) не могут заметно уменьшить число «сильных областей» (деформация идет путем двойникования) и соответственно степень восстановления ухудшается незначительно. Подтверждением сказанного могут служить результаты рентгеновских исследований: нами были изучены явления переориентации тетрагональных доменов вследствие пластической деформации по изменению отношения интегральных ин-

тенсивностей $\frac{I_{002}}{I_{200}}$; $\frac{I_{022}}{I_{220}}$ (рис. 2, а, б). Из рисунка видно, что при

пластических деформациях до 2% отношение $\frac{I_{002}}{I_{200}}$ резко увеличивается для растяженных образцов и уменьшается для сжатых. В интервале формирующей деформации от 2 до 4% отношение интегральных

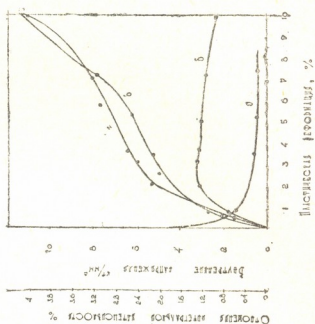
интенсивностей постоянно. Выше 4% наблюдается уменьшение $\frac{I_{002}}{I_{200}}$

в случае растяжения и увеличение $\frac{I_{022}}{I_{220}}$ в случае сжатия. Качественно

аналогичные результаты получаются при исследовании изменения внутренних напряжений в зависимости от формирующей деформации (рис. 2, в, г). До 2% пластическая деформация осуществляется в основном за счет двойникования — движения двойниковых границ и

скольжение играет незначительную роль. При нагреве образца наблюдается максимальное восстановление формы (рис. 2, а, в) и изменение внутренних напряжений имеет линейный характер (рис. 2, в, г). Как

Рис. 2. Изменения отношения интегральной интенсивности (а, б) и внутренних напряжений (в, г) от пластической деформации для сплавов 75% Мп, отпущенных при 450°C 2 часа



известно [3], внутренние напряжения возникают потому, что в благоприятно ориентированных мартенситных кристаллах имеет место переориентация тетрагональных доменов — движение двойниковых границ, тогда как скольжение наблюдается лишь в неблагоприятно

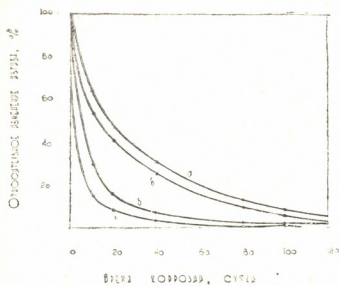


Рис. 3. Относительное изменение среднего (а, в) и максимального (б, г) изгиба для сплавов Мп-Си 75% Мп, отпущенных при 450°C 1 час: а, б — в атмосфере морской воды, в, г — в атмосфере H_2SO_4 (25% $H_2SO_4 + H_2O$)

ориентированных кристаллах. Конкуренция этих процессов приводит к возникновению внутренних напряжений. В области деформации до 2% материал упрочняется, увеличивается число благоприятно ориентированных мартенситных кристаллов (по отношению к внешним напряжениям), приводящих к увеличению величины упорядочения внутренних напряжений и яркого характера восстановления формы.

По-видимому, при пластических деформациях выше 2,5% дислокации преодолевают препятствия и начинают перемещение. Однако в этом участке пластической деформации (2,5%-4%) имеется максимальное число благоприятно ориентированных мартенситных кристаллов (рис. 2, а, б). Таким образом, на этом участке, по-видимому, имеется максимальное число «сильных областей», однако число «слабых областей» приводит к незначительному увеличению внутренних напряжений и восстановлению формы (рис. 2, в, г).

На третьей стадии (4% и выше) пластическая деформация осу-



ществляется за счет скольжения, так как происходит разориентация тетрагональных доменов (рис. 3, а, б) и наблюдается резкое увеличение внутренних напряжений. Следовательно, в этом случае по сравнению с первой стадией, за увеличение внутренних напряжений, ответственно возрастание числа «слабых областей» — роль скольжения увеличивается и степень восстановления формы ухудшается (рис. 2).

Сплавы с эффектом памяти применяются в различных устройствах, работающих в самых различных средах — от космоса [6] до морской воды. Поэтому представляет определенный интерес исследование этого явления в агрессивных средах. Образцы Mn-Cu исследовались в атмосфере морской воды и разбавленной 25%-ной H_2SO_4 . Результаты приведены на рис. 3, из которого следует, что средний и максимальный изгибы образца уменьшаются с увеличением продолжительности коррозии. Рентгеновские исследования показали, что в матрице Mn-Cu выпадают окислы меди и марганца. Однако появление окислов нельзя считать основным фактором, обуславливающим ухудшение восстановительных свойств. Более детальные рентгеновские исследования показали, что в матрице Mn-Cu идет ускоренное естественное старение и соответственно расслоение. Так, например, после 120 суток выдержки в морской воде в матрице имеется α Mn+ γ -твердый раствор Cu-Mn. Таким образом, можно сделать вывод, что в начальной стадии коррозии за ухудшение восстановительных свойств ответственны окислы, которые приводят к разориентации доменов. В более поздних стадиях расслоение, приводящее к исчезновению ГЦТ фазы, вызывает уменьшение и в дальнейшем исчезновение эффекта памяти.

Грузинский политехнический институт

им. В. И. Ленина

(Поступило 30.6.1978)

ფიზიკა

ა. ბიჩინაშვილი, ე. ვინტაიკინი, დ. ღონღაძე, ე. ლაბარტკავა

დამახსოვრების ეფექტი მანგანუმ-სპილენძის შენადნობებში

რეზიუმე

მანგანუმ-სპილენძის შენადნობებში შესწავლილია დამახსოვრების ეფექტის მექანიზმი. ნაჩვენებია, რომ ნიმუშის გახურების დროს ფორმის აღდგენა ხდება ორეულის საზღვრების მოძრაობით.

PHYSICS

A. I. BICHINASHVILI, E. Z. VINTAIKIN, D. N. GONGADZE, E. K. LABARTKAVA
THE EFFECT OF MEMORY IN MANGANESE-COPPER (Mn-Cu) ALLOYS

Summary

The mechanism of the effect of memory in the alloys of manganese-copper (Mn-Cu) has been studied. It is shown that the restoration of the specimen form after annealing occurs by twin boundary motion.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. «Product Engineering», 32, 43, Dec. 1961.
2. L. Delaey, R. V. Krishnan, H. Tas, H. Warlimont. G. Met. sci. 9, 1521, 1974.
3. А. И. Бичинашвили и др. Физика металлов и металловедение, 41, I, 130, 1976.
4. Е. З. Винтайкин и др. ДАН СССР, 222, 2, 322, 1975.
5. В. И. Иверенова и др. Теория рассеяния рентгеновских лучей. М., 1972.
6. И. И. Корнилов, О. К. Белоусов, Е. В. Качур. Никелид титана и другие сплавы с эффектом «памяти». М., 1977.

Д. И. СИХАРУЛИДZE, Т. Ш. ГЕГЕЧКОРИ, П. В. МАНДЖГАЛАДZE

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТРАЖЕНИЯ ВОЛН РЭЛЕЯ В СЛУЧАЕ СЛАБОЙ СКОРОСТНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ КОНТАКТИРУЮЩИХ СРЕД

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 16.6.1978)

Поверхностные сейсмические волны, встречая на пути своего распространения различные горизонтальные неоднородности в земной коре, могут испытывать явления отражения и преломления [1, 2]. Отраженные поверхностные волны Рэлея и Лява обнаружены на полевых сейсмограммах сравнительно недавно [1]. Проведенные ранее лабораторные исследования отражения волн Рэлея на двумерной модели клина показали возможность отражения этих волн [3]. Исследованиями отраженных рэлеевских волн в натурных условиях установлено, что в некоторых случаях наблюдаются интенсивные отражения для границ раздела с незначительной скоростной дифференциацией контактирующих блоков земной коры, — к примеру, в районе разлома Загрос (Иран) [4]. Для этого случая коэффициенты отражения рэлеевских волн оказались равными 0,5—0,6. Впоследствии этот результат был подвергнут сомнению [5]. Основным доводом при этом служили малые значения коэффициентов отражения рэлеевских волн, полученные с помощью двумерного моделирования [6]. Однако исследования поверхностных волн методом трехмерного моделирования доказали, что результаты двумерного моделирования дают иногда ограниченное представление о динамических характеристиках волн, так как позволяют исследовать лишь случай нормального падения на границу раздела [7]. Поэтому в настоящей работе была поставлена задача исследовать с помощью трехмерного ультразвукового моделирования явление отражения волн Рэлея на модели со слабой скоростной дифференциацией контактирующих сред. Целью эксперимента являлось определение зависимости величины коэффициента отражения волн Рэлея от угла падения φ на границу раздела для различных углов наклона i поверхности раздела (рис. 1). В качестве модельных материалов были выбраны гипс и сургуч, так как отношение скоростей волн Рэлея в сургуче ($V_1=1,21$ км/сек) и гипсе ($V_2=1,3$ км/сек) равнялось 0,93 и было аналогично скоростной дифференциации в районе разлома Загрос. Было изготовлено 5 моделей с наклонами поверхности раздела i , равными 120, 90, 60, 45, 30°. Модели изготовлялись следующим образом. В заранее приготовленную форму размером 90×60×40 см помещался блок гипса с соответствующим наклоном поверхности раздела. В оставшуюся половину объема модели заливался расплавленный сургуч. Размеры модели были подобраны таким образом, чтобы поверхностные волны, отраженные от боковых граней и объемные от дна модели, не накладывались на изучаемую волновую картину. Измерение амплитуды прямых и отраженных волн производилось на свободной поверхности сургуча, т. е. в низкоскоростной среде. Излучатель ульт-

развуковых импульсов фиксировался на расстоянии 75 мм от отражающей границы. Приемник перемещался по продольному профилю, параллельному границе раздела, с шагом 10 мм. Коэффициент отражения волн Рэлея вычислялся по формуле, приведенной в работе [8]. Критический угол для использованных модельных материалов равнялся

$$\varphi_{кр} = \arcsin \frac{V_1}{V_2} \approx 69^\circ [9].$$

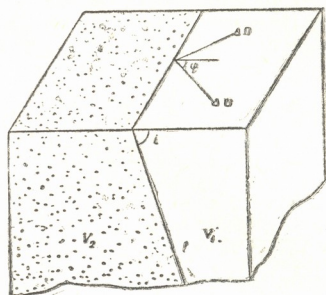


Рис. 1. Вид модели: И — источник; П — приемник

На рис. 2 приведены полученные зависимости коэффициента отражения $K_{отр}$ от угла падения φ волн на границу раздела. Параметр кривых — наклон поверхности раздела i . Как видно из рисунка, ко-

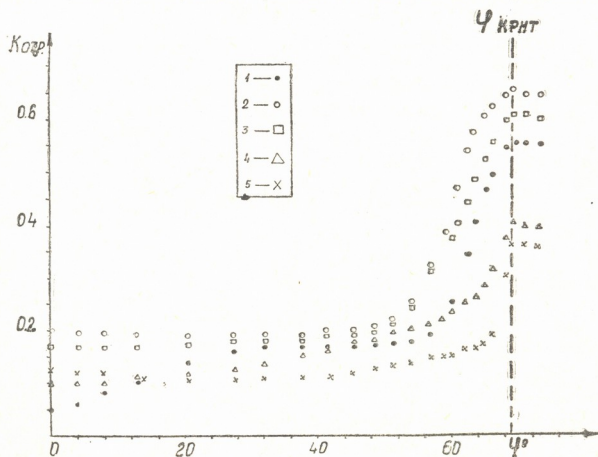


Рис. 2. Зависимость коэффициента отражения $K_{отр}$ от угла падения φ волн на границу раздела: 1 — $i=120^\circ$; 2 — $i=90^\circ$; 3 — $i=60^\circ$; 4 — $i=45^\circ$; 5 — $i=30^\circ$

ээффициент отражения увеличивается с ростом угла падения φ и функция $K_{\text{отр}}(\varphi)$ характеризуется максимумом, положение которого совпадает с критическим углом. В области максимума наибольшее значение коэффициента отражения имеет место для вертикальной поверхности раздела ($i=90^\circ$) и равняется 0,65. Характерной особенностью приведенных на рис. 2 кривых является уменьшение высоты максимума с уменьшением угла падения i границы раздела. В качестве примера на рис. 3 приведены сейсмограммы, полученные в докритической области и в области критического угла для вертикальной поверхности раздела. Стрелкой указана отраженная волна Рэлея, а точкой — прямая волна.

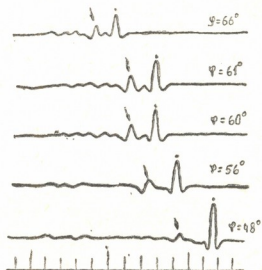


Рис. 3. Сейсмограммы отраженных волн Рэлея

Полученные результаты подтверждают возможность интенсивных отражений поверхностных волн в реальных средах. Они говорят о том, что интенсивные отражения поверхностных волн от разлома Загрос должны наблюдаться при падении волн на границу раздела под критическим или закритическими углами. Кроме того, уровень кривых $K_{\text{отр}}(\varphi)$ при различных углах i позволяет сделать вывод, что поверхность разлома Загрос составляет угол $60-90$ или 120° с горизонтом. Как следует из карты сейсмичности Земли, в районе Загроса наблюдается увеличение глубины гипоцентров происходящих землетрясений до 300 км, в сторону территории Малой Азии и Ирана [10]. По-видимому, это является следствием погружения Аравийской плиты под эту территорию. Следовательно, из двух вариантов углов падения поверхности разлома Загрос, по модельным результатам, следует предпочесть $i=60-90^\circ$.

Полученные в работе данные подтверждают возможность обнаружения с помощью отраженных поверхностных волн разломов в земной коре и определения, в первом приближении, по положению максимума на кривой $K_{\text{отр}}(\varphi)$ упругих свойств контактирующих сред.

დ. სიხარულიძე, თ. გეგეჩკორი, პ. მანჯგალაძე
 რელების ტალღების არეკვლის მოდელური შესწავლა
 კონტაქტში მყოფი სივრცეების სუსტი სიჩქარული
 დიფერენციაციის შემთხვევაში

რეზიუმე

სამგანზომილებიანი ულტრაბგერითი მოდელირების საშუალებით შესწავლილია რელების ტალღების არეკვლის კოეფიციენტის დამოკიდებულება კონტაქტში მყოფ გარემოთა საზღვარზე ტალღების არეკვლის კუთხესთან. ეს დამოკიდებულება შესწავლილ იქნა აგრეთვე კონტაქტის ზედაპირის დაცემის კუთხის სხვადასხვა სიდიდის შემთხვევაში.

კრიტიკული კუთხის არეში არეკვლის კოეფიციენტი ღებულობს საკმაოდ დიდ მნიშვნელობებს, როცა კონტაქტის ზედაპირი დახრილია 120° , 90° , 60° -ით. კვლევის შედეგები ადასტურებენ, რომ ბუნებრივ პირობებში ზემაღნიშნულის მსგავსი სიჩქარული დიფერენციაციის დროს შესაძლოა ზედაპირული ტალღების ინტენსიური არეკვა.

GEOPHYSICS

D. I. SIKHARULIDZE, T. Sh. GEGECHKORI, P. V. MANJGALADZE

MODELLING OF THE REFLECTION OF RAYLEIGH WAVES IN CASE OF WEAK VELOCITY DIFFERENTIATION OF CONTACTING MEDIA

Summary

The dependence of the reflection coefficient of Rayleigh waves on the angle of incidence to the interface of two quarter-spaces with weak velocity differentiation has been investigated with the help of three-dimensional seismic modelling. The experiments were carried out at different values of the inclination angle of the interface equal to 120° , 90° , 60° , 45° , 30° . The reflection coefficient was found to reach substantial values for the angles of incidence to the boundary surface in the critical angle area of 120° , 90° . The level of the reflection coefficient curve decreases with the increase of the inclination angle of the interface.

The results confirm the feasibility of observing intensive reflections of surface waves in real conditions.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. И. Сихарулидзе. Изв. АН СССР, Физика Земли, № 5, 1969.
2. I. Sarop. Bull. Seism. Soc. Amer., v. 60, № 5, 1970.
3. L. Knoroff, A. F. Gangi. Geophysics, 25, № 6, 1960.
4. Д. И. Сихарулидзе, Е. И. Патарая, А. Х. Баграмян. Сообщения АН ГССР, 54, № 1, 1969.
5. Фам Ван Тхух. Автореферат канд. дисс. М., 1969.
6. Л. М. Рыкунов, Фам Ван Тхух. Изв. АН СССР, Физика Земли, № 5, 1972.
7. П. В. Манджгаладзе. Автореферат канд. дисс. М., 1977.
8. Д. И. Сихарулидзе, П. В. Манджгаладзе. Сообщения АН ГССР, 85, № 2, 1977.
9. Е. Ф. Саваренский, П. В. Манджгаладзе, О. В. Лурсманашвили. Сообщения АН ГССР, 83, № 2, 1976.
10. A. C. Tagg. World Seismicity Map. Department of the Interior. United States Geological Survey, 1974.



Н. С. ВАРДЗЕЛАШВИЛИ, М. М. РУБИНШТЕЙН (член-корреспондент
АН ГССР), Э. В. СОБОТОВИЧ

УРАН И ТОРИЙ В ПОРОДАХ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА ХРАМСКОГО МАССИВА (МАЛЫЙ КАВКАЗ)

Радиогеохимические исследования кристаллических массивов Грузии ведутся в ограниченном масштабе. В частности, исследован только Локский массив [1—6]. Представляется интересным изучение Храмского массива, являющегося, как и Локский, частью Закавказского срединного массива.

Наиболее древние породы фундамента Храмского массива представлены кристаллическими сланцами и мигматитами [7—9], связанными постепенными переходами с кварцдиоритовыми пара- и ортогнейсами.

К более поздним образованиям относятся розовые и серые гранитоиды. Т. Г. Казахишвили [9] и Ш. А. Адамия [7] считают, что они имеют интрузивное происхождение, тогда как Г. М. Заридзе и Н. Ф. Татришвили [10—12] полагают их метасоматический генезис.

Граниты, в свою очередь, секутся основными породами: диабазами, порфиритами, габбро-порфиритами и габбро-диабазами. Все эти образования перекрываются вулканогенно-осадочной свитой так называемых нижних туффитов.

Для выяснения закономерностей распределения урана и тория в процессе формирования пород Храмского массива изучалось их содержание в основных разновидностях пород, слагающих массив.

Исследуемые породы кристаллического фундамента в зависимости от минералогических и петрологических особенностей сгруппированы в четыре группы и расположены в таблице по нисходящим значениям геологического возраста. Аналогично расположены породы и в самих группах.

Из таблицы видно, что радиоактивные элементы в породах кристаллического фундамента Храмского массива распределены крайне неравномерно. Однако разброс концентрации U и Th не затушевывает главной особенности их распределения и для каждой литолого-петрографической разновидности характерны только ей свойственные средние значения.

В породах гнейсово-магматитового комплекса исследуемого района (см. таблицу и рис. 1) по мере увеличения степени метаморфизма средние содержания U и Th уменьшаются в ~ 3 и $\sim 1,2$ раза (соответственно). Следовательно, нарушается отношение Th/U, за это нарушение ответственность несет U.

По содержанию U и Th биотитовые гнейсы близки к их среднему содержанию в осадочных породах (рис. 1), относятся к аллюмосиликатному изохимическому ряду, и поэтому можно предполагать их первично-осадочную природу.

При сравнительно нормальном отношении Th/U гранитоиды, по сравнению со средним содержанием этих элементов в земной коре 22. „მეცნიერება“, ტ. 91, № 2, 1978

[13, 14] и в аналогичных породах другого региона [13, 15, 16], беднее U и Th. Однако, по сравнению с локскими, они в $\sim 2,5$ и $\sim 1,5$ раза богаче U и Th (соответственно). Сравнительная бедность локских гранитоидов, как это было показано в [1—6], связана с бедностью U и Th первичного материнского субстрата.

В исследуемых генетически связанных типах гранитоидов Храмовского массива слабо выражена тенденция накопления урана от ранних к более молодым разновидностям, тогда как такой закономерности для тория не наблюдается. Наблюдается закономерное увеличение содержания урана, пропорциональное росту SiO_2 (рис. 2, в). Такая закономерность для тория (рис. 2, в¹) наблюдается лишь в кварцевых диоритах и гранитах, а в кварцпорфирах и порфиритах отмечается обратная пропорциональность в отношении SiO_2 . С увеличением щелочности от кварцевых диоритов к гранитам увеличивается и содержание U и Th, тогда как в кварцпорфирах и порфиритах с уменьшением щелочности содержание урана увеличивается, а тория уменьшается (рис. 2, в¹).

Рис. 2, а, б наглядно иллюстрирует увеличение содержания урана с уменьшением количества CaO и MgO, в то время как для компоненты Al_2O_3 эта закономерность как для урана, так и для тория нарушена при формировании кварцпорфиров и порфиритов (рис. 2, г). Зависимость тория от CaO, MgO, Na_2O и K_2O аналогична его зависимости от щелочности исследуемых типов гранитоидных пород (рис. 2, б, б¹).

Полученные данные свидетельствуют о различном характере поведения U и Th в процессе формирования гранитоидных пород Храмовского массива, что не может служить индикатором геохимических условий магматического процесса.

В породах вулканогенно-осадочной толщи — туффидах при высокой кислотности отмечается относительно равномерное распределение урана, по сравнению с торием, содержание которого меняется в широком интервале (таблица). Высокое отношение Th/U, равное 16, при низком содержании урана указывает на вынос U^{+6} совместно с летучими компонентами (CO_2 , H_2O , F) в процессе кристаллизации пород.

Как следует из таблицы, в породах секущих тел основного состава при значительных вариациях U и Th среднее содержание урана соответствует, а тория близко к кларковому содержанию этих элементов по А. П. Виноградову [14]. При этом почти в 50% исследуемых образцов содержание тория ниже чувствительности метода анализа.

Из анализа полученных данных по основным породам следует, что при внедрении этих пород в значительных масштабах мигриро-

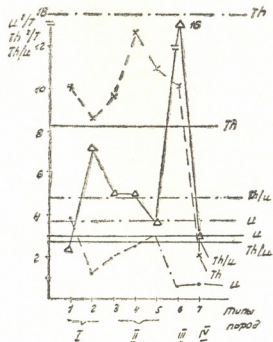


Рис. 1. Распределение U и Th в породах кристаллического фундамента Храмовского массива (по таблице): —U; x—Th; Δ —Th/U;—среднее содержание в кислых породах; — — — — — среднее содержание в осадочных породах

Среднее содержание U и Th в породах кристаллического фундамента
Храмского массива

Породы	Количество анализов		Среднее содержание (г/т) и пределы вариации		\bar{Th}/\bar{U}
	U	Th	U	Th	
I. Породы гнейсово-мигматитового комплекса					
1. Биотитовые гнейсы	5	5	3,90 2,50—6,00	9,94 9,40—10,60	2,50
2. Гнейсовидные кварцевые диориты	5	5	1,20 0,50—3,00	8,64 5,00—11,00	7,20
II. Гранитоиды					
3. Кварцевые диориты	10	10	2,00 0,10—5,00	9,67 7,90—14,00	4,84
4. Граниты	25	25	2,46 0,60—9,00	12,68 2,60—20,30	5,15
5. Кварцпорфиры и порфириты	13	13	3,01 0,30—7,00	10,97 3,60—18,00	3,64
III. Породы вулканогенно-осадочной толщи					
6. Туффиты	6	6	0,63 0,30—0,90	10,15 5,60—14,80	16,00
IV. Секущие тела					
7. Основного состава	13	13	0,70 0,10—2,50	2,03 0,20—5,20	2,90

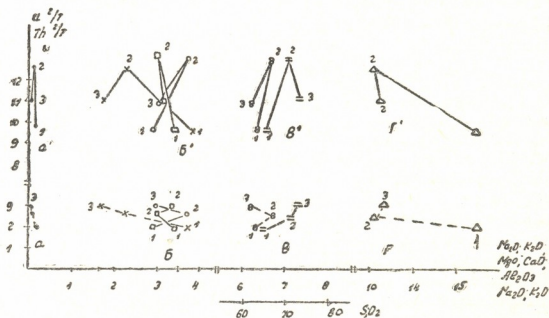


Рис. 2. Зависимость U и Th в гранитоидах от главных петрогенных компонент (пунктирная линия соответствует зависимости урана, сплошная — тория):
 = —SiO₂; ∞ —Na₂O+K₂O; · —MgO; × —CaO; △ —Al₂O₃; ○ —Na₂O;
 □ —K₂O

вал торий, однако трудно объяснима большая миграционная способность тория, по сравнению с ураном.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 26.5.1978)

6. ვარძელაშვილი, მ. რუბინშტეინი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), მ. სოხოტოვიჩი

ურანი და თორიუმი ხრამის მასივის კრისტალური ფუნდამენტის ქანებში (მცირე კავკასიონი)
 რეზიუმე

ხრამის კრისტალური მასივის ფუნდამენტის ქანებში შესწავლილია ურანისა და თორიუმის განაწილების თავისებურება.

GEOPHYSICS

N. S. VARDZELASHVILI, M. M. RUBINSTEIN, E. V. SOBOTOVICH
 URANIUM AND THORIUM IN THE ROCKS OF THE KHRAMI
 MASS CRYSTALLINE BASE (LESSER CAUCASUS)

Summary

Uranium and thorium are distributed unevenly in the base rocks of the khrami crystalline mass. As compared to clark, their content in granitoids is ~1.5 less, whereas in base rocks the content of uranium corresponds to the clark value.

The differing behaviour of uranium and thorium in varieties of genetically related granitoid rocks—regarding petrogenic components—cannot be taken as an indicator of the magmatic genesis of the rocks in question.

The content of uranium and thorium in rocks of the gneis-migmatite complex approaches their average values in sedimentary rocks, while the isochemical series points to their primary sedimentation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. С. Вардзелашвили и др. Сб. «Вопросы прикладной радиометрии». Тбилиси, 1975.
2. Н. С. Вардзелашвили. Там же.
3. Н. С. Вардзелашвили. Сб. «Вопросы разведочной геофизики и физики горных пород». Тбилиси, 1974.
4. Н. С. Вардзелашвили. Сб. «Вопросы прикладной радиометрии». Тбилиси, 1975.
5. Э. В. Соботович, Н. С. Вардзелашвили, Ю. А. Слупицкий, О. В. Цьонь. Изв. АН СССР, сер. геол., 10, 1977.
6. Э. В. Соботович, Н. С. Вардзелашвили. Сб. «Геохронология Восточно-Европейской платформы и сочленения Кавказско-Карпатской системы». М., 1978.
7. Ш. М. Адамия. Доюрские образования Кавказа. Тбилиси, 1968.
8. Ш. И. Джавахишвили. Сообщения АН ГССР, 29, № 5, 1962.
9. Т. Г. Қазахишвили. Труды Груз. гос. геол. управл., вып. 5, 1941.
10. Г. М. Заридзе. Петрография магматических и метаморфических пород Грузии. М., 1961.
11. Г. М. Заридзе и др. Геология СССР, т. X, Грузинская ССР. М., 1964.
12. Г. М. Заридзе и др. Труды Геол. ин-та АН ГССР, нов. сер. вып. I, 1965.
13. А. А. Смыслов. Уран и торий в земной коре. Л., 1974.
14. А. П. Виноградов. Геохимия, 7, 1962.
15. Л. В. Таусон. Геохимия редких элементов в гранитоидах. М., 1961.
16. Л. Л. Леонова. Сб. «Геохимия варийских интрузивных комплексов северного Тянь-Шаня». М., 1966.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Р. М. ВАШАКИДЗЕ, А. Е. ШВЕЛАШВИЛИ, Р. И. МАЧХОШВИЛИ

МОНОАМИННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ НИКЕЛЯ (II)

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 15.6.1978)

Ранее [1] при проведении реакций в «сверхрастворителе» (DMSO) выделен моноэтилендиамин, содержащий кристаллы $Zn(en)NCSCl$, в которых с помощью рентгеноструктурного анализа обнаружена редко реализуемая цис-конфигурация металлоцикла. В продолжение этих исследований проведен синтез в присутствии DMSO, ДМФА и выделены соединения состава $Ni(en)(pn)AX_2 \cdot nH_2O$, где $A = \text{DMSO}$ или ДМФА $X = NCS^-, NO_2^-, SO_4^{--}$; $n = 0, 2, 6$.

В данной статье кратко описаны синтез, некоторые свойства и результаты изучения ИК-спектров поглощения моноаминных комплексов никеля (II), состав которых представлен в таблице.

Результаты химических анализов и некоторые свойства моноаминных комплексов никеля (II)

Соединение	Найдено, %					Вычислено, %					Молярная элект- тропроводн., ом ⁻¹ ·см ⁻¹	Т. пл. °С
	Ni	N	C	H	S	Ni	N	C	H	S		
$NiDMSO(en)(NCS)_2$	18,62 18,56	17,79 17,68	22,85 22,97	5,22 5,09		18,45 17,90	17,90 23,02	4,47			222	152
$Ni(DMSO)_2(en)(NCS)_2$	15,02 15,22	14,28 14,51	24,79 24,64	5,05 5,06		15,02 14,33	14,33 24,57	5,11			223	116
$Ni(ДМФА)_2(en)(NCS)_2$	15,61 15,71	21,82 21,54	31,92 31,99	5,75 5,72	16,56 16,47	15,41 22,06	22,06 31,52	5,77 16,81			225	104
$Ni(ДМФА)_2(Pn)(NCS)_2$	15,06 14,81	21,46 21,16	33,26 33,23	5,89 5,97	16,29 16,85	14,87 21,31	21,31 33,44	6,08 16,21			214	84
$NiDMSOPn(NCS)_2$	17,37 17,54	17,20 17,31	25,52 25,35	4,91 4,83		17,96 17,17	17,17 25,71	4,89			216	134
$Ni(en)SO_4 \cdot 6H_2O$	18,04 17,98	8,41 8,38	7,83 7,81	6,20 6,14	9,64 9,58	18,18 8,67	8,67 7,43	6,19 9,91			224	74
$Ni(en)(NO_2)_2 \cdot 2H_2O$	23,87 23,66	22,20 22,29	8,99 9,04	3,98 3,39		23,79 22,60	22,60 9,75	4,86				

Комплекс $NiDMSO(en)(NCS)_2$. К спиртовому (этанольный или метанольный) раствору 1,74 г $Ni(NCS)_2$ добавляли 1,04 мл DMSO и 3 мл 20% водного раствора en (соотношение DMSO:en=2:1). Раствор оставляли на кристаллизацию.

Комплекс $Ni(DMSO)_2(en)(NCS)_2$. К диметилсульфоксид-спиртовому раствору 1,74 г $Ni(NCS)_2$ добавляли 3 мл 20% водного раствора en. Полученный раствор оставляли на кристаллизацию.

Комплекс $Ni(ДМФА)_2A(NCS)_2$, где $A = en, pn$. Независимо от соотношения лигандов (ДМФА:en, pn) всегда получаются синие кристаллы одного и того же состава.



Комплекс $\text{Ni DMSO en (NCS)}_2$ получен аналогично комплексу $\text{Ni DMSO en (NCS)}_2$.

Комплекс $\text{Ni en SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. К водному раствору 2,80 г сульфата никеля добавляли 1,53 мл ДМФА или 1,4 мл DMSO, а потом 3 мл 20% водного раствора этилендиамина (ДМФА или $\text{DMSO:en}=2:1$). Через день выделялись синие кристаллы.

Комплекс $\text{Ni en (NO}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ получали аналогично предыдущему. Вещество монокристаллическое, красного цвета.

ИК-спектры поглощения ($400\text{--}4000\text{ см}^{-1}$) получены на спектрофотометре UR-20. Использовалась методика растирания с вазелиновым и фторированным маслами.

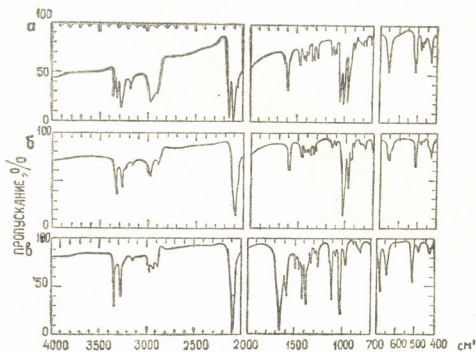


Рис. 1. ИК-спектры поглощения: а — NiDMSO en (NCS)_2 , б — $\text{Ni (DMSO)}_2 \text{ en (NCS)}_2$, в — $\text{Ni (DMFA)}_2 \text{ en (NCS)}_2$.

Рассмотрение ИК-спектров поглощения комплекса $\text{Ni (DMSO)}_2 \text{ en (NCS)}_2$ (рис. 1,б) показывает, что молекулы DMSO координированы через атом кислорода. Об этом свидетельствует частота $\nu(\text{SO})$, найденная в спектрах указанных соединений около 970 и $960, 940\text{ см}^{-1}$ соответственно. В комплексе обе NCS-группы являются внутрисферными и связаны с атомом никеля через атом азота, так как $\nu(\text{CN}) = 2085\text{ см}^{-1}$, $\nu(\text{CS}) 792\text{ см}^{-1}$. Обе полосы $\nu(\text{CN})$ и $\nu(\text{CS})$ синглетны, поэтому можно предположить, что изотиоцианатные группы находятся в транс-положении друг к другу.

Однотипные соединения $\text{Ni DMSO en (NCS)}_2$ (рис. 2,б) и $\text{Ni DMSO en (NCS)}_2$ (рис. 1,а), как и следовало ожидать, обладают схожими спектрами, циклообразующие амины (en, pn) выступают в роли бидентатных лигандов. Молекулы DMSO связаны с центральным атомом металла через атом кислорода, о чем свидетельствует частота $\nu(\text{CO})$, найденная около 955 см^{-1} в спектрах указанных соединений. В области поглощения роданидной группы найдено по две частоты $\nu(\text{CN})$ — около 2105 и $\sim 2140\text{ см}^{-1}$. По значению частоты $\nu(\text{CN})$ около 2105 см^{-1} можно отнести к монодентатной тиоцианатогруппе, а частоту около $\sim 2140\text{ см}^{-1}$ — к мостиковой NCS-группе. Поскольку интенсивности обеих полос поглощения соизмеримы, то можно предположить, что в соединениях содержится приблизительно одинаковое количество монодентатных и мостиковых тиоцианатогрупп.

В области $770\text{--}800\text{ см}^{-1}$ в спектрах имеются также две полосы поглощения небольшой интенсивности. Низкочастотную полосу около 770 см^{-1} можно отнести, по-видимому, к $\nu(\text{CS})$ мостиковой NCS^- -группы, а высокочастотную полосу поглощения около 800 см^{-1} — к монодентной NCS^- -группе.

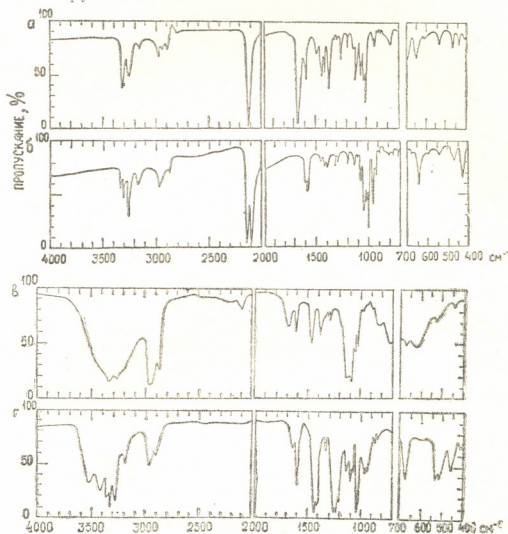
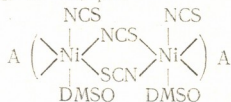


Рис. 2. ИК-спектры поглощения: а— $\text{Ni}(\text{DMFА})_2\text{Pn}(\text{NCS})_2$, б— $\text{Ni}\cdot\text{DMSO Pn}(\text{NCS})_2$, в— $\text{Ni в SO}_4\cdot 6\text{H}_2\text{O}$, г— $\text{Ni en}(\text{NO}_2)_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Полученные данные позволяют предположить следующее строение для $\text{Ni}\cdot\text{DMSO A}(\text{NCS})_2$, $\text{A}=\text{en}$, pn :



ИК-спектры поглощения соединений $\text{Ni}(\text{DMFА})_2\text{en}(\text{NCS})_2$ (рис. 1, в) и $\text{Ni}(\text{DMFА})_2\text{Pn}(\text{NCS})_2$ (рис. 2, а) в общих чертах аналогичны.

Молекулы диметилформаида связаны с атомом никеля, по-видимому, через атом кислорода. Действительно, так называемая «полоса амид-1» [2] (преимущественное валентное колебание связей $\text{C}=\text{O}$) в спектрах этих комплексов лежит около $\sim 1665\text{ см}^{-1}$.

Тиоцианатные группы являются, бесспорно, внутрисферными, об этом свидетельствуют частоты $\nu(\text{CN})$ и $\nu(\text{CS})$, найденные при 2100 и 800 см^{-1} и 2120 и 790 см^{-1} в спектрах этилендиаминового и пропилендиаминового комплексов соответственно. Значения этих частот и синглетный характер соответствующих полос поглощения указывают на то, что NCS^- -группы связаны с центральным атомом никеля через азот



и находятся в транс-положении друг к другу. Следовательно, указанные соединения имеют транс-октаэдрическое строение.

Отнесения некоторых колебательных частот, найденных в ИК-спектре поглощения $\text{Ni en}(\text{NO}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (рис. 2, г): $\nu(\text{OH})$ 3525, 3425 cm^{-1} , $\nu(\text{NH}_2)$ 3360, 3330, 3285, 3190 cm^{-1} , $\delta(\text{OH})$ 1650 cm^{-1} , $\delta(\text{NH}_2)$ 1605 cm^{-1} , ν_{as} 1435 cm^{-1} , $\nu_{\text{s}}(\text{NO}_2)$ 125 cm^{-1} , $\delta(\text{ONO})$ 885, 870, $\omega(\text{NO}_2)$ 672 cm^{-1} , свидетельствуют о том, что нитрогруппа непосредственно связана с атомом металла-комплексообразователя. Если предположить, что полоса поглощения около $\sim 672 \text{ cm}^{-1}$ действительно относится к веерным колебаниям NO_2 -группы, в таком случае NO_2 -группы связаны с никелем через атом азота. Однако повышенные значения частот $\nu_{\text{as}}(\text{NO}_2)$ и $\delta(\text{ONO})$ также не противоречат существованию связи никеля с кислородом нитрогруппы. Что же касается бидентатного характера NO_2 , в изученном соединении без дополнительных данных трудно сделать определенный вывод.

В ИК-спектре поглощения $\text{Ni enSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (рис. 2, в) частоты ν_3 и ν_4 сульфатогруппы обнаружены около ~ 1100 и 640 cm^{-1} , что указывает на ионный характер SO_4^{2-} . В области 3050—3500 cm^{-1} в спектре присутствует широкая сложная полоса поглощения, соответствующая валентным колебаниям связей NH_2 и OH . Частоты деформационных колебаний воды имеют повышенное значение и найдены около $\sim 1680 \text{ cm}^{-1}$.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 16.6.1978)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

რ. ვაშაკიძე, ა. შველავილი, რ. მახკოშვილი

ორვალენტიანი ნიკელის მონოამინიანი ნაერთები

რეზიუმე

აღწერილია $\text{Ni en}(\text{pn})\text{AX}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ტიპის ნაერთების სინთეზი, სადაც $\text{A} = \text{DMSO}$ ან DMFA ; $\text{X} = \text{NCS}^-$, NO_2^- , SO_4^{2-} ; $n = 0, 2, 6$. განსაზღვრულია მიღებული ნაერთების მოლური ელექტროგამტარებლობა და ლღობის ტემპერატურები. შესწავლილია აგრეთვე მათი ინფრარწითელი შთანთქმის სპექტრები.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

R. M. VASHAKIDZE, A. E. SHVELASHVILI, R. I. MACHKHOSHVILI MONOAMINO COMPOUNDS OF NICKEL (II)

Summary

The synthesis of $\text{Ni en}(\text{Pn})\text{AX}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ type compounds is briefly described, where $\text{A} = \text{DMSO}$, DMFA $\text{X} = \text{NCS}^-$, NO_2^- , SO_4^{2-} and $n = 0, 2, 6$; the molar electric conductivity and the temperature of melting are determined. The results of a study of the absorption IR spectra of the compounds in question are presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Е. Швелашвили, М. А. Порай-Кошиц. Коорд. химия, т. I, вып. 4, 1975.
2. Ю. Я. Харитонов, Р. Н. Мачхошвили. ЖХХ, 16, 1971, 924.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Э. А. КВЕЗЕРЕЛИ, А. П. ЛЕЖАВА

СМЕШАННЫЕ БРОМИДО-ТИОЦИАНАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ
ГЕРМАНИЯ (IV)

(Представлено академиком Н. А. Ландия 30.6.1978)

Ранее нами сообщалось [1] о получении тиоцианатных комплексов германия, которые были синтезированы путем полного обмена хлор-ионов тиоцианатными группами в молекуле четыреххлористого германия с последующим взаимодействием с разными органическими лигандами.

Представляло интерес исследовать возможность образования смешанных бромидо-тиоцианатных комплексов германия (IV), так как в настоящее время соединения германия указанного типа не получены.

Настоящая работа посвящена синтезу и ИК-спектральному изучению смешанных бромидо-тиоцианатных комплексов германия (IV). В качестве лигандов применялись α , α - и γ , γ -дипиридил (α - и γ -dipy), 1,10-фенантролин (Phen), ларусан (Лар.), гидразиды изоникотиновой (ГИНК), никотиновой (ГНК) и пиколиновой (ГПК) кислот.

Для синтеза смешанных бромидо-тиоцианатных комплексов германия в ацетоновом растворе сперва получали дибромдителиоцианат германия $\text{GeBr}_2(\text{NCS})_2$. При этом смешивали ацетоновые растворы четырехбромистого германия и роданида калия (соотношение 1:2). Реакция протекала по следующей схеме:



Выпавший осадок бромистого калия отделяли от раствора фильтрованием и к ацетоновому раствору $\text{GeBr}_2(\text{NCS})_2$ добавляли ацетоновые растворы соответствующих лигандов: α -dipy, Phen, ГИНК, ГНК, ГПК, (соотношение 1:4), γ -dipy, Лар. (соотношение 1:2). Полученные осадки отфильтровывали на стеклянном фильтре, промывали сухим ацетоном, эфиром, высушивали над CaCl_2 и анализировали.

Комплексы с α -dipy и Phen белого с ГИНК, ГНК, ГПК и γ -dipy желтого, а с Лар. кирпичного цвета. Синтезированные комплексы в воде растворяются хорошо, в обычных органических растворителях нерастворимы.

Германий определяли подобно [1], серу — по микрометоду, азот — по методу Дюма, бром-ион — совместно с тиоцианат-ионом по методу Фольгарда.

Результаты химического анализа (среднее значение из трех определений) приведены в таблице.

ИК-спектры поглощения записывали на спектрофотометре UR-20 (400 — 4000 см^{-1}). Применяли методику растирания с вазелиновым маслом. Волновые числа максимумов полос поглощения (см^{-1}) исследуемых соединений даются ниже.



Результаты химического анализа смешанных бромидо-тиоцианатных координационных соединений германия (IV)

№	Соединения	Ge		S		Br		N	
		выч.	найд.	выч.	найд.	выч.	найд.	выч.	найд.
1	GeBr ₂ (NCS) ₂ ·4α-dipy.	7,50	7,28	6,57	6,21	16,44	16,26	14,38	14,25
2	GeBr ₂ (NCS) ₂ ·2γ-dipy.	11,04	10,96	9,68	9,46	24,20	24,15	12,70	12,54
3	GeBr ₂ (NCS) ₂ ·4Phen	6,82	6,75	5,97	5,45	14,96	14,70	13,09	13,00
4	GeBr ₂ (NCS) ₂ ·2Лар.	8,49	8,36	7,44	7,28	18,62	18,45	13,03	12,92
5	GeBr ₂ (NCS) ₂ ·4ГИНК	8,13	8,02	7,13	7,61	17,83	17,67	21,85	21,67
6	GeBr ₂ (NCS) ₂ ·4ГНК	8,13	8,07	7,13	6,96	17,83	17,56	21,85	21,60
7	GeBr ₂ (NCS) ₂ ·4ГПК	8,13	8,11	7,13	6,85	17,83	17,80	21,85	21,52

Частоты колебания (см⁻¹) смешанных бромидо-тиоцианатных комплексов германия (IV)

GeBr₂(NCS)₂·4α-dipy: 445, 480, 660, 740, 1010, 1040, 1070, 1110, 1130, 1170, 1190, 1250, 1290, 1325, 1390, 1470, 1545, 1595, 1620, 2080.

GeBr₂(NCS)₂·2γ-dipy: 450, 495, 555, 660, 800, 820, 900, 1020, 1090, 1110, 1130, 1200, 1220, 1240, 1300, 1370, 1410, 1490, 1595, 1630, 2075, 2170, 3060, 3395, 3450.

GeBr₂(NCS)₂·4Phen: 470, 545, 630, 675, 720, 790, 860, 890, 950, 1060, 1160, 1200, 1260, 1290, 1320, 1340, 1425, 1475, 1500, 1550, 1600, 1620, 1640, 2070, 2090, 3040, 3360.

GeBr₂(NCS)₂·2Лар.: 550, 595, 645, 685, 750, 790, 840, 890, 920, 930, 985, 1025, 1040, 1065, 1085, 1180, 1215, 1290, 1310, 1340, 1390, 1475, 1510, 1540, 1570, 1620, 1640, 1705, 2070, 3050, 3110.

GeBr₂(NCS)₂·4ГПК: 445, 545, 625, 685, 730, 760, 830, 860, 950, 1040, 1070, 1090, 1190, 1300, 1380, 1470, 1520, 1570, 1600, 1630, 2080, 3340, 3450.

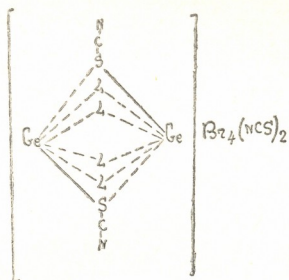
GeBr₂(NCS)₂·2ГНК: 505, 520, 615, 630, 665, 690, 750, 840, 920, 1050, 1100, 1120, 1160, 1280, 1310, 1380, 1470, 1535, 1595, 1640, 1685, 2070, 3040, 3120, 3400, 3500.

GeBr₂(NCS)₂·4ГИНК: 505, 525, 615, 670, 770, 785, 1010, 1050, 1100, 1155, 1210, 1240, 1300, 1335, 1380, 1510, 1540, 1600, 1640, 1690, 2020, 2100, 3000, 3050, 3150.

В спектрах комплексов GeBr₂(NCS)₂·4α-dipy и GeBr₂(NCS)₂·4Phen обнаружены частоты колебания как некоординированного (в области 1500--1600 см⁻¹), так и координированного (при связывании лигандов с металлами частоты колебания кольца смещаются в высокочастотную область [2]) гетероциклического жюльца. Частоты ν(CN) тиоцианатогруппы отмечены при 2080 см⁻¹ для дипиридилового и 2070, 2090 см⁻¹ для фенатролинового комплекса. При этом, как видно, в случае комплекса с фенантролином ν(CN) расщеплена на два компонента. Из вышесказанного можно заключить, что ионы тиоцианата и брома и по одной молекуле α-dipy и Phen находятся во внешней сфере, тогда как три молекулы лигандов, проявляя бидентатный характер, должны находиться во внешней сфере комплексов: [GeL₃]Br₂(NCS)₂L. Интересно отметить, что аналогичные результаты получены авторами [3] при рассмотрении результатов исследования комплексов ко-

бальта и никеля с шестью молекулами пиридина: $[M(NCO)_2 \cdot 4 Py] \cdot 2 Py$ ($M=Co, Ni$).

В спектре комплекса $GeBr_2(NCS)_2 \cdot 2 \gamma$ дipy частоты колебания некоординированного гетероцикла отсутствуют, что говорит о нахождении молекул γ -дипиридила во внутренней сфере комплекса и их непосредственной связи с германием. Частоты колебания $\nu(CN)$ тиоцианатогруппы обнаружены при 2075 и 2170 cm^{-1} , которые, по-видимому, указывают на наличие внешнесферной и мостиковой тиоцианатогрупп [4]. Учитывая вышесказанное, синтезированному комплексу можно дать следующее приближенное строение:



В спектрах комплексов $GeBr_2(NCS)_2 \cdot 4$ ГПК и $GeBr_2(NCS)_2 \cdot 4$ ГНК полосы преимущественно валентных колебаний связей NH найдены в области 3300—3500 cm^{-1} . Судя по значениям высокочастотных компонент $\nu(NH)$ эти полосы повышены, по сравнению с такими же полосами свободных лигандов [5], при этом в случае комплекса с ГНК $\nu(NH)$ подвергается более глубокому смещению в высокочастотную область. Повышение $\nu(NH)$ в комплексах свидетельствует о том, что связи германий-азот аминогруппы отсутствуют.

В области 1500—1600 cm^{-1} в спектрах комплексов с ГНК и ГПК найдено по две интенсивные полосы при 1530, 1595 и 1550, 1585 cm^{-1} соответственно. Эти полосы, относящиеся к колебанию гетероцикла, в случае комплекса с ГНК смещаются в высокочастотную область на 20 cm^{-1} , по сравнению со свободным лигандом, а в случае комплекса с ГПК практически не меняются. Интенсивная полоса свободного лиганда около 1670 cm^{-1} , относящаяся к колебанию $C=O$ карбонильной группы, в спектре комплекса с ГНК практически не претерпевает изменения, тогда как в спектре комплекса с ГПК заметно смещена в высокочастотную область.

В отличие от комплексов с ГНК и ГПК, в спектре комплексов $GeBr_2(NCS)_2 \cdot 4$ ГИНК и $GeBr_2(NCS)_2 \cdot 2$ Лар. частоты $\nu(NH)$ аминогруппы смещены в низкочастотную область (3050 и 3110 cm^{-1} для комплексов с ГИНК и Лар.; в некоординированном лиганде они отмечены при 3320 и 3130 cm^{-1} [6]). Частоты колебания кольца и $\nu(C=O)$ в этих комплексах не претерпевают заметного изменения.

Частоты $\nu(CN)$ тиоцианатогруппы в спектрах этих соединений обнаружены при 2080, 2070, 2020 и 2100 cm^{-1} для комплексов ГПК, ГНК, Лар., ГИНК соответственно. Эти полосы, по-видимому, соответствуют внешнесферным тиоцианатогруппам. Кроме того, частоты ко-



лебания, найденные при 2100 см^{-1} в спектре комплекса с ГИНК, можно отнести к внутрисферной тиоцианогруппе.

На основании результатов исследования можно заключить, что рассмотренные лиганды (ГПК, ГНК, ГИНК, Лар.) в комплексах проявляют монодентатный характер и с германием ГИНК и Лар. связываются при помощи атомов азота гидразина: ГНК — атома азота гетероцикла, а ГПК — атома кислорода карбонильной группы. По-видимому, ионы брома, проявляя более сильное координационное свойство, вытесняют тиоцианат-ионы и располагаются во внутренней сфере комплекса.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 30.6.1978)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

მ. კვეზერელი, ა. ლეჟავა

გერმანიუმის (IV) ბრომიდულ-თიოციანატური

შერეული კომპლექსები

რეზიუმე

აცეტონ-ხსნარებში მიღებულია გერმანიუმის (IV) ბრომიდულ-თიოციანატური კომპლექსები იზონიკოტინის (INMP), ნიკოტინის (NMH) და პიკოლინ (PMH) მჟავების ჰიდრაზინებთან, აგრეთვე ლარუსანთან (ლარ.) α და γ -დიპირიდალთან (α და γ -dipy), 1,10-ფენანტროლინთან (phen). ახალი მეთოდის საშუალებით სინთეზირებულია ნაერთები $\text{GeBr}_2(\text{NCS})_2 \cdot n\text{L}$. შესწავლილია სინთეზირებული ნაერთების შთანთქმის ინფრაწითელ სპექტრები $400\text{--}4000\text{ სმ}^{-1}$ უბანში.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

E. A. KVEZERELI, A. P. LEZHAVA

MIXED BROMIDE-THIOCYANATE COMPLEXES OF GERMANIUM (IV)

Summary

Bromide-thiocyanate complexes of germanium (IV) with hydrazines of isonicotinic (INMP), nicotinic (NMH), and picolinic (PMH) acids, α and γ dipyridyl (α and γ dipy), and 1,10 phenanthroline (phen) have been obtained in acetone solutions. Compounds of the type $\text{GeBr}(\text{NCS})_2 \cdot n\text{L}$ have been synthesized by a new method developed by the authors.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Цинцадзе, Э. А. Квезерели, А. П. Лежава. ЖХХ, 20, 1975, 1562.
2. K. S. Gill, R. H. Nattall, D. E. Scaipe, D. W. A. Sharp. J. Inorgan. Nucl. Chem. 18, 1961, 79.
3. A. H. Norbury, E. A. Rudor, R. F. Williams. J. Chem. Soc. (A) 1967, 1440.
4. К. Накамото. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений. М., 1966, 239.
5. А. Ю. Цивадзе, Ю. Я. Харитонов, Г. В. Цинцадзе. Ж. Д. Петриашвили. Коорд. химия, 1, 1978, 48.
6. А. Ю. Цивадзе, Г. В. Цинцадзе, Ж. Д. Петриашвили, Ю. Я. Харитонов. Коорд. химия, 3, 1977, 1164.

Г. Ш. ПАПАВА, Н. А. МАЙСУРАДЗЕ, Н. С. ДОХТУРИШВИЛИ,
 Г. Г. АНДРОНИКАШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ЭПОКСИДНОГО
 ПОЛИМЕРА НА ОСНОВЕ ДИГЛИЦИДНОГО ЭФИРА
 4,4' (2-НОРБОРНИЛИДЕН) ДИФЕНОЛА

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 11.4.1978)

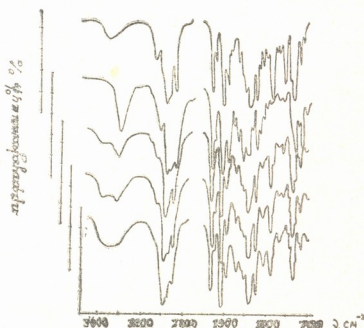
Настоящее исследование посвящается изучению процесса образования эпоксидных полимеров методом ИК-спектроскопии на примере взаимодействия диглицидного эфира 4,4'-(2-норборнилиден) дифенола с N,N'-диамил-4,4'-диаминодифенилметаном.

Реакция проводилась в температурной кювете, в расплаве, в условиях 90°, при эквимолекулярном соотношении исходных компонентов. Спектры композиции были записаны с момента введения отвердителя через определенные промежутки времени. Конверсию эпоксидных, amino- и образовавшихся при реакции гидроксильных групп оценивали по полосам поглощения в области 870,920 см⁻¹ для $\text{CH}_2-\text{CH}-$,



3420 см⁻¹ для NH и 3500—3600 см⁻¹ для OH-групп.

Рис. 1. ИК-спектры диглицидного эфира (а), вторичного диамина (б), смеси диглицидного эфира и вторичного диамина при 90° до начала реакции (в), диглицидного эфира и вторичного диамина по истечении 60 (г) и 210 (д) мин

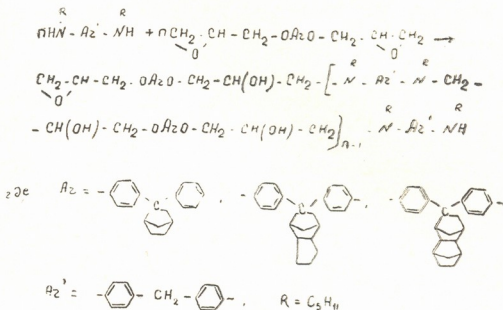


На рис. 1, а, б приведены ИК-спектры исходного диглицидного эфира и отвердителя. В исследуемой области спектра полосы поглощения, соответствующие эпоксидным кольцам (870, 920 см⁻¹) и аминогруппам (3420 см⁻¹), не перекрываются полосами других групп, однако в спектре полимера область поглощения, соответствующая OH-группе (3500—3600 см⁻¹) выражена не четко, из-за частичного наложения на нее полосы, соответствующей аминогруппам (рис. 1, в).



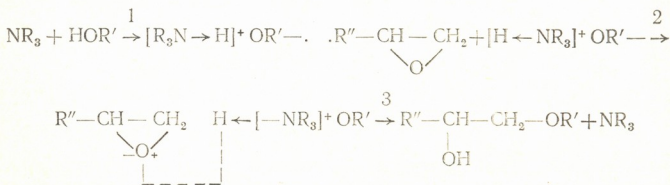
В спектрах полимера по ходу реакции (рис. 1, г, д), наряду с исчезновением полос поглощения эпоксидных и аминогрупп, наблюдается увеличение интенсивности полосы поглощения, соответствующей вторичной гидроксильной группе.

Из вышесказанного следует, что основным направлением реакции является образование полимера за счет взаимодействия вторичных аминогрупп с эпоксидными. Это сопровождается образованием вторичных гидроксильных и третичных аминогрупп. Исходя из вышесказанного, схему образования эпоксидного полимера, при синтезе ее из диглипидного эфира 4,4' (2-норборнилиден)дифенола и вторичного жирноароматического диамина (N,N'-диамил-4,4'-диаминодифенилметана) можно представить следующим образом:



В спектрах полимеров наблюдается появление, а затем и увеличение интенсивности полосы поглощения, в области 1100—1120 см⁻¹, соответствующей простым эфирным связям, что свидетельствует о протекании реакции между эпоксидными и образовавшимся при реакции вторичными гидроксильными группами.

Как указано в [1—5], этот процесс протекает в присутствии катализатора — третичного амина и сокатализатора — донора водорода, образующегося на первой стадии процесса. Механизм реакции можно представить следующим образом:

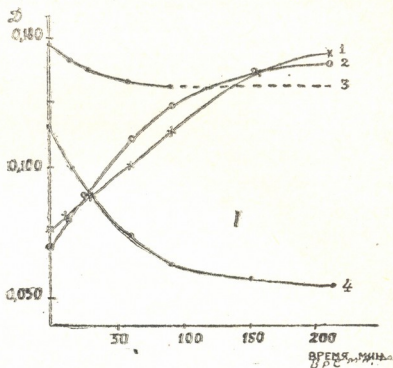


Изменение оптической плотности указанных выше полос поглощения служило критерием для оценки степени протекания реакции.

На рис. 2 показано изменение оптической плотности полос поглощения, соответствующих эпокси- и аминогруппам, а также простым

эфирным связям в зависимости от продолжительности реакции при 90°.

Рис. 2. Изменение оптической плотности полос спектра смеси диглицидного эфира и вторичного диамина от продолжительности реакции при их взаимодействии при 90°C: 1120 (1), 3500 (2), 3420 (3), 920 см⁻¹ (4)



Как видно из рисунка, с увеличением продолжительности реакции наблюдается уменьшение концентрации эпокси- и аминогрупп, с одновременным увеличением концентрации C—O—C групп.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической и
органической химии

им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 25.5.1978)

ორბანული ჟიურის

ბ. პავაძე, ნ. მაისურაძე, ნ. დოხტორიძე, ბ. ანდრონიკაშვილი

4,4'-(2-ნორბორნილიდენ) დიფენოლის დიგლიციდური
ეთერის ბაზაზე ეპოქსიდური პოლიმერის წარმოქმნის
პროცესის კვლევა

რეზიუმე

იწ-სპექტრული ანალიზით შესწავლილია ეპოქსიდური პოლიმერის წარმოქმნის პროცესი ნორბორნილის ტიპის პოლიციკლური ბისფენოლის 4,4'-(2-ნორბორნილიდენ) დიფენოლის დიგლიციდური ეთერისა და მეორეული ცხიმოვანარომატული დიამინის — N, N'-დიამილ-4,4'-დიამინოდიფენილმეთანის ბაზაზე.

სპექტრული ანალიზით დადგენილია, რომ პოლიმერის წარმოქმნა ხდება ძირითადად მეორეული ამინოჯგუფების მოქმედებით ეპოქსიდურთან. ეს მოვლენა ძირითადად ახსნილია მეორადი პიდროქსილებისა და მესამეული ამინოჯგუფების წარმოქმნით.

ოპტიკური სიმკვრივეების ცვლილების მიხედვით დადგენილია რეაქციის მიმდინარეობის ხარისხი.



G. Sh. PAPAVA, N. A. MAISURADZE, N. S. DOKHTURISHVILI,
G. G. ANDRONIKASHVILI

STUDY OF EPOXIDE POLYMER FORMATION ON THE BASIS OF
DIGLYCID ETHER OF 4,4'-(NORBORNYLIDENE) DIPHENOL

Summary

IR spectral study has been made of the epoxide polymer formation on the basis of diglycid ether of polycyclic bisphenol of norbornane order, and secondary fatty-aromatic diamine. Polymer formation was found to occur mainly via interaction of secondary amino- and epoxy groups.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. Patat, R. Erlmeier. *Macromol. Chem.*, 91, 1966, 231.
2. Y. Tanaka, M. Tomio, M. Kakiuchi. *J. Macromol. Sci, A1*, 1967, 471.
3. М. Ф. Сорокин, Л. Г. Шодэ, А. Б. Штейнпресс. *Высокомолек. соед.*, Б II, 1969, 172.
4. М. Ф. Сорокин, Л. Г. Шодэ, А. Б. Штейнпресс. *Лакокрасочные материалы и их применение*, № 3, 1969, 78.
5. П. В. Сидякин. *Высокомолек. соед.*, XIV, № 5, 1972, 983.



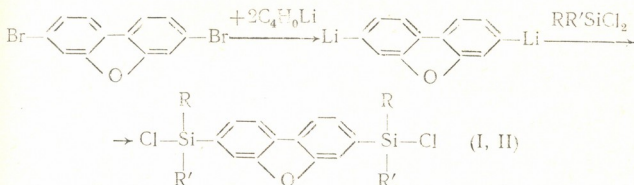
А. И. НОГАЙДЕЛИ, Р. Ш. ТКЕШЕЛАШВИЛИ, Н. И. ЧОБАНИАНИ,
 Н. А. КОЯВА

**СИНТЕЗ НЕКОТОРЫХ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ МОНОМЕРОВ
 И ПОЛИМЕРОВ С ДИФЕНИЛЕНОКСИДНЫМ ЯДРОМ
 В МОЛЕКУЛЕ**

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 29.5.1978)

Продолжая поиски в области синтеза кремнийорганических мономеров и полимеров с гетероциклическими ядрами в молекуле [1], в данной работе мы разработали методы синтеза кремнийорганических мономеров и полимеров с дифениленоксидными группами в молекуле.

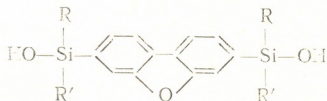
Методом литийорганического синтеза были получены 2,7-дихлор-бис(метилфенил- и дифенилсилил)дифениленоксиды (I, II) по следующей схеме реакции:



где R=CH₃, R'=C₆H₅ (I), R=R'=C₆H₅ (II).

Полученные дихлориды (I, II), представляют собой высококипящие вязкие жидкости коричневого цвета.

При гидролизе соединений (I, II) в щелочной среде при температуре -15°C были получены соответствующие диолы (III, IV):



где R=CH₃, R'=C₆H₅ (III), R=R'=C₆H₅ (IV).

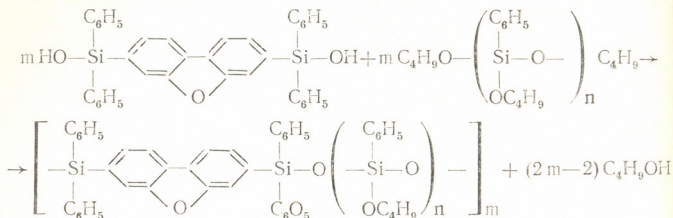
Исследование ИК-спектров, элементный и функциональный анализы, подтверждают строение веществ (III, IV).

В ИК-спектре соединений (III, IV) наблюдается поглощение в области 3400—3600 см⁻¹, соответствующее Si—ОН-группам.

Синтезированный диол (IV) 2,7-дигидрокси-бис(дифенилсилил)-дифениленоксид использовали в качестве исходного мономера в реакции высокотемпературной поликонденсации с полифенилбутоксисилоксанами с различной степенью полимеризации.



Поликонденсацию проводили при эквимолекулярных соотношениях реагирующих компонентов и температуре 150—160°C. Ход реакции поликонденсации контролировали определением количества выделенного бутилового спирта. Реакция поликонденсации, очевидно, протекает по следующей схеме:



где $n=2$ (V), $n=4$ (VI), $n=6$ (VII).

Наблюдение над течением реакции поликонденсации показало, что вязкость продуктов поликонденсации возрастает, а конверсия бутанола почти во всех случаях составляет примерно 80% от теоретического.

В указанных выше условиях получены сополимеры (V, VI, VII) с удельными вязкостями соответственно 0,16; 0,18, 0,20. В ИК-спектрах полимеров обнаружены интенсивные полосы поглощения в области 1100—1080 см^{-1} , соответствующие группам Si—O—Si.

Для доказательства того, что полученные высокомолекулярные соединения являются именно сополимерами, а не смесью соответствующих гомополимеров, проведено фракционирование сополимеров из толуол-метанольной смеси. При этом оказалось, что все фракции имеют один и тот же состав, что свидетельствует об образовании истинных сополимеров по вышеуказанной схеме.

Замечено, что все сополимеры при температуре 190°C в течение 10—20 минут теряют растворимость, что объясняется сшиванием цепей полифенилбутоксисилоксанов в результате переэтерификации.

Растворы синтезированных полимеров после испарения растворителя образуют пленки.

Синтез 2,7-дихлор-бис(дифенилсилил)дифениленоксида. Раствор 2,7-дилитийдифениленоксида (из 15,3 г бутиллития и 4 г 2,7-дибромдифениленоксида) получали по описанной ранее методике [1]. К коричневому раствору 2,7-дилитийдифениленоксида добавляли 26 г дифенилдихлорсилана. Смесь нагревали 2 часа при температуре 70°C на водяной бане. Реакционную смесь фильтровали, удаляли растворитель и фракционировали. Выделяли фракцию с температурой кипения 220—225°C (1 мм рт. ст.) — вязкую жидкость коричневого цвета, которая по своему составу соответствует 2,7-дихлор-бис(дифенилсилил)дифениленоксиду (I). Аналогично получали 2,7-дихлор-бис(метилфенилсилил)дифениленоксид (II), представляющий собой вязкую жидкость светло-коричневого цвета с температурой кипения 180—185°C (1 мм рт. ст.).

Гидролиз 2,7-дихлор-бис(дифенилсилил)дифениленоксида. К смеси 15 мл 5% водного раствора NaOH и 50 мл эфира при перемешивании и охлаждении до —16—18°C прибавляли по каплям 5 г дихлорида 2,7-дихлор-бис(дифенилсилил)дифениленоксида, разбавленного эфиром. После добавления всего дихлорида перемешивание продолжали в течение 30 минут, затем реакционную смесь про-

Характеристика синтезированных соединений



№ соедине- ний	T _{кип} °C (P мм рт. ст.)	γ _{уд} дл/г	Найдено, %					Формула	Вычислено, %					Свойства полимера
			C	H	Si	Cl	OH		C	H	Si	Cl	OH	
I	180—185 (1)	—	65,64 65,71	5,01 5,22	11,52 11,83	14,75 15,92	—	C ₂₀ H ₂₂ Si ₂ Cl ₂ O	65,40	4,82	11,72	14,25	—	Прозрачный, стек- лоподобный, ко- ричневого цвета
II	220—225 (1)	—	70,52 70,71	4,83 4,74	9,90 9,87	12,01 12,14	—	C ₃₆ H ₂₆ Si ₂ Cl ₂ O	70,21	4,32	9,31	11,81	—	
III	—	—	70,82 71,35	5,78 5,92	12,40 12,93	—	7,95 8,09	C ₂₆ H ₂₄ Si ₂ O ₃	71,07	5,46	12,75	—	7,74	
IV	—	—	76,85 76,90	5,21 5,41	10,02 10,21	—	6,41 6,52	C ₂₆ H ₂₈ Si ₂ O ₃	76,59	4,96	9,92	—	6,02	
V	70—75 (760)	0,16	74,82 74,95	6,01 6,21	12,60 12,65	—	—	C ₂₆ H ₃₄ Si ₄ O ₄	74,50	5,98	12,41	—	—	
VI	80—82 (760)	0,18	69,21 69,34	6,60 6,71	12,92 12,85	—	—	C ₇₀ H ₈₂ Si ₆ O ₁₀	68,91	6,20	12,71	—	—	
VII	85—90 (760)	0,20	67,72 67,64	6,60 6,81	13,80 13,64	—	—	C ₉₆ H ₁₁₆ Si ₈ O ₁₄	67,32	6,04	13,09	—	—	



мывали дистиллированной водой до нейтральной реакции и высушивали над CaCl_2 . Эфир отгоняли, продукт вакуумировали при комнатной температуре (5 мм рт. ст.). Получали воскообразное вещество желтого цвета, которое хорошо растворялось в бензоле, толуоле и других органических растворителях. По своему составу оно соответствовало диолу 2,7-дигидрокси-бис(дифенилсилил)дифениленоксида (II).

Методика проведения реакции поликонденсации полифенилбутоксисилоксана с 2,7-дигидрокси-бис(дифенилсилил)дифениленоксидом. Исходные полифенилбутоксисилоксаны ($n=2, 4, 6$) получены нами ранее.

В трехгорлую колбу, снабженную мешалкой, термометром, холодильником, соединенным с приемником для сбора конденсата с хлоркальциевой трубкой, загружали 1,08 г 2,7-дигидрокси-бис(дифенилсилил)дифениленоксида и 1 г полифенилбутоксисилоксана ($n=2$). Реакционную смесь нагревали при постоянном перемешивании до 150°C . Выделяющийся бутанол отгоняли при температуре 150°C . Затем температуру повышали до 170° и через 40 минут завершали реакцию. К этому времени конверсия бутанола составляла 80% от теоретического. По окончании реакции полимер высаживали метанолом из толуольного раствора и сушили в вакууме (2 мм рт. ст.) не выше 55°C до постоянного веса.

Синтез остальных полимеров (IV, V) осуществляли по аналогичной методике.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 1.6.1978)

ორბანული ჟიურის

ა. ნოგაიდელი, რ. ტყეშელაშვილი, ნ. ჩობანიანი, ნ. ჭობიანი

დიფენილენოქსიდური ბირთვის შემცველი ზოგადი სილიციუმორგანული მონომერის და პოლიმერის სინთეზი

რეზიუმე

ლითიუმორგანული ნერთების გამოყენებით მიღებულია 2,7-დილითიუმ-დიფენილენოქსიდი და შესწავლილია მისი კონდენსაცია ალკილარლ- და დიარლიდიქლორსილანებთან.

ORGANIC CHEMISTRY

A. I. NOGAIDELI, R. Sh. TKESHELASHVILI, N. I. CHOBANIANI

SYNTHESIS OF SOME ORGANO-SILICON MONOMERS AND POLYMERS WITH DIPHENYLENEOXIDE NUCLEUS IN THEIR MOLECULES

Summary

2,7-dilithiumdiphenyleneoxide has been obtained by the method of organo-lithium synthesis. Condensation reaction of 2,7-dilithiumdiphenyleneoxide with alkylaryl- and diaryldichlorosilanes has been studied and further hydrolysis of the obtained dichlorides has been conducted.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. А. Андрианов и др. Изв. АН СССР, сер. хим., № 3, 1972.



Д. К. ИОСЕЛИАНИ, Х. И. АРЕШИДЗЕ (академик АН ГССР),
Г. О. ЧИВАДЗЕ

КИНЕТИКА РЕАКЦИИ ДЕГИДРОГЕНИЗАЦИИ *n*-ПРОПИЛОВОГО СПИРТА НА МЕДНЫХ И СЕРЕБРЯНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Как известно, альдегиды могут быть получены классическим методом окисления первичных спиртов. Все более широкое применение находят каталитические методы получения альдегидов [1—3].

В данной работе исследовались активность и селективность медных и серебряных катализаторов, нанесенных на природный алюмосиликат—гумбрин. Изучалась кинетика дегидрогенизации *n*-пропилового спирта в импульсном нехроматографическом режиме, в кинетической области, в интервале температур 200—400°C. Методика эксперимента, приготовление и обработка катализаторов приведены в наших предыдущих работах [4, 5].

Данные, полученные по превращению *n*-пропилового спирта на исследованных катализаторах, представлены в таблице.

Наиболее активен медный катализатор, восстановленный при 400°C, а серебряный — при 350°.

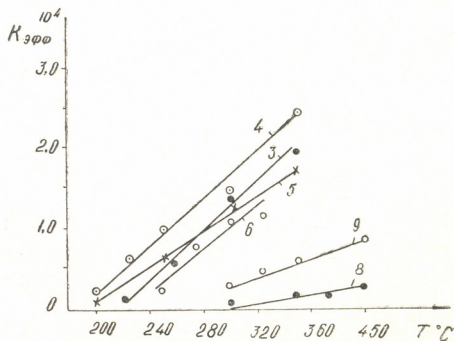


Рис. 1. Зависимость константы скорости реакции дегидрогенизации *n*-пропилового спирта от температуры для различных образцов катализатора

Во время дегидрирования *n*-пропилового спирта, как и в случае изопропилового спирта, на природном алюмосиликате — гумбрине образуются пропилен и дипропиловый эфир. С ростом температуры содержание пропилена растет, а эфира уменьшается.



Для подавления реакции дегидратации предпринималась предварительная обработка гумбина раствором едкого кали. Из-за нейтрализации раствором щелочи кислотных центров алюмосиликата реакция дегидратации доходит до минимума.

Результаты превращений спирта

№ катализаторов	Наименование катализаторов	Температура, °С	Выход продуктов реакции, вес. %				Селективность, %	K _{эфф} 10 ⁴	E ккал моль
			Пропионовый альдегид	Пропилен	Дипропиловый эфир	н-Пропиловый спирт непревращенный			
1	Гумбрин	250	1	—	7	90	12		
		300	1	8	5	85	7		
		350	7	55	1	35	11		
		400	8	81	—	5	9		
2	Гумбрин + КОН	300	—	4	—	94	—		
		350	2	5	следы	91	33		
		400	3	12	"	82	20		
3	Гумбрин + КОН + Си (2,5)	220	6	—	—	92	100	0,1	12
		260	16	—	—	80	100	0,4	
		300	40	1	—	56	98	1,4	
		350	52	3	следы	43	95	2,0	
4	Гумбрин + КОН + Си (5)	200	5	—	—	93	100	0,2	10
		225	13	—	—	85	100	0,6	
		250	32	следы	—	66	99	1,0	
		300	37	—	—	61	99	1,5	
		350	60	"	—	34	98	2,5	
5	Гумбрин + КОН + Си (10)	200	5	—	—	92	100	0,1	10
		250	20	—	—	77	100	0,6	
		300	37	1	—	59	97	1,3	
		350	45	3	следы	50	92	1,7	
6	Гумбрин + КОН + СиО (5)	250	8	—	—	90	100	0,2	13
		275	27	следы	—	71	98	0,8	
		300	35	1	—	62	97	1,1	
		325	40	1	—	56	98	1,2	
7	Гумбрин + Си (5)	350	30	32	2	34	47		
8	Гумбрин + Аg (5)	300	2	5	4	87	18	0,1	11
		350	4	30	3	62	10		
		375	6	54	2	35	9		
		400	10	65	следы	22	13		
9	Гумбрин + КОН + Аg (5)	300	11	1	—	87	91	0,3	8
		325	15	1	следы	82	93	0,5	
		350	20	2	"	76	90	0,6	
		400	27	12	"	60	65	0,9	

Нанесение на гумбрин сравнительно малых количеств меди и серебра приводит к резкому повышению активности полученных катализаторов. Катализаторы 7, 8 без предварительной обработки подкладки раствором щелочи активны, но не селективны. Одновременно с дегидрированием на образцах 7, 8 имеет место дегидратация с образованием пропилена и дипропилового эфира. Носитель катализаторов 4 и 9



предварительно обрабатывался раствором щелочи, и селективность на образцах 4, 9 в некоторых случаях достигала 93—100%.

Изучена зависимость выхода целевого продукта — пропионового альдегида от количества нанесенной меди (2,5; 5 и 10%). Наиболее активен катализатор, содержащий 5% меди.

На рис. 1 приведена зависимость константы скорости реакции для катализаторов 3—9 от температуры. С увеличением температуры величина константы скорости реакции для всех катализаторов растет, особенно отличаются медные катализаторы.

При сравнении каталитической активности металлической и окисной форм меди видно, что они мало различаются. Предварительная обработка катализаторов водородом или воздухом влияет лишь на их первоначальную активность, так как в процессе реакции окись меди переходит в металлическую за счет выделившегося во время реакции водорода, как и в случае этилового и изопропилового спиртов [4, 5].

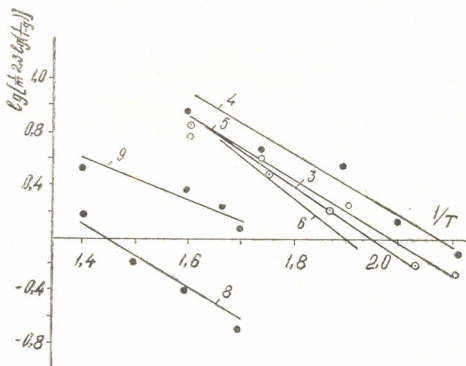


Рис. 2. Зависимость $\lg \left[\frac{1}{m} 2,3 \lg \left(\frac{1}{1-y} \right) \right]$ от $\frac{1}{T}$ в реакции дегидрогенизации n-пропилового спирта для различных образцов катализатора

На рис. 2 показана зависимость $\lg \left[\frac{1}{m} 2,3 \lg \left(\frac{1}{1-y} \right) \right]$ — величины, пропорциональной логарифму константы скорости реакции, от $\frac{1}{T}$. Значение $E_{\text{каж}}$ для катализаторов, предварительно обработанных раствором щелочи, на 3—4 ккал/моль меньше, чем на необработанных образцах, а для катализаторов с различным содержанием меди они различаются незначительно.

Сравнение медных и серебряных катализаторов показывает, что величины константы скорости реакции для медных катализаторов го-

раздо выше, чем для серебряных, хотя значения кажущихся активации мало различаются.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физической и
 органической химии
 им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 12.5.1978)

ორბანული ჰიშია

დ. იოსელიანი, პრ. არეშიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),
 ბ. ჩივაძე

ნ-პროპილის სპირტის დეჰიდროგენიზაციის რეაქციის კინეტიკა
 სპილენძისა და ვერცხლის კატალიზატორებზე

რეზიუმე

ნ-პროპილის სპირტის დეჰიდროგენების რეაქციაში შესწავლილია გუმბრინის ბაზაზე მომზადებული სპილენძისა და ვერცხლის შემცველი კატალიზატორების გავლენა პროპილალდეჰიდის გამოსავლიანობაზე.

ცდის მონაცემების მიხედვით შემჩნეულია, რომ კატალიზატორების აქტივობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს გუმბრინის წინასწარი დამუშავება კალიუმის ტუტით, რის შედეგადაც რეაქციის სელექტიურობა 100% აღწევს.

გამოთვლილია რეაქციის სიჩქარის კონსტანტები და აქტივაციის ენერგიები.

ORGANIC CHEMISTRY

D. K. IOSELIANI, Ch. I. ARESHIDZE, G. O. CHIVADZE

KINETICS OF DEHYDROGENIZATION REACTION OF N-PROPYL
 ALCOHOL OVER Cu AND Ag CATALYSTS

Summary

The influence of Cu- and Ag-containing catalysts, prepared on the basis of gumbrin, on the yield of propyl aldehyde has been studied in the dehydration reaction of n-propyl alcohol.

According to the data of the experiment pretreatment of gumbrin with KOH significantly influences the activity of the catalysts, as a result of which the selectivity of reaction reaches 100%.

Reaction rate constants and activation energies have been calculated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. М. Флид, А. Е. Красоткин. Кинетика и катализ, 2, 1962, 282.
2. Д. М. Рудковский, В. Л. Клименко, Е. Б. Цыркин. Хим. промышленность, № 7, 1962, 18.
3. О. К. Богданова, А. А. Баландин, А. П. Щеглова. Изв. АН СССР, отд. хим. наук, № 7, 1957, 787.
4. З. В. Грязнова, Д. К. Иоселиани, Г. О. Чивадзе, Х. И. Арешидзе. Кинетика и катализ, 6, 1975, 1548.
5. Х. И. Арешидзе, Г. О. Чивадзе, Д. К. Иоселиани. Изв. АН СССР, сер. хим., т. 2, № 2, 1976, 109.

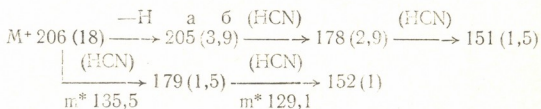
Ш. А. САМСОНИЯ, М. В. ТРАПАИДЗЕ, Н. Н. СУВОРОВ,

И. М. ГВЕРДЦИТЕЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

СИНТЕЗ 1Н, 6Н-ИНДОЛО[6, 7-g]ИНДОЛА⁽¹⁾

Известны конденсированные бисиндолы, в которых сочленение колец осуществляется посредством атомов углерода пиррольного ядра [2]. Гетероциклические структуры, образованные конденсацией двух индольных циклов за счет бензольных колец, являющиеся аналогами бензиндолов [3, 4], до сих пор, за исключением изатина [5], полученного синтетическим путем, не были известны. В настоящей работе описывается синтез 1Н, 6Н-индоло[6, 7-g]индола, о котором сообщалось ранее [6].

Для введения в реакцию Фишера непосредственно 1,5-нафтилендигидразона пировиноградной кислоты (II) нами в качестве циклизующего агента была использована смесь концентрированной серной и ледяной уксусной кислот. Соединение IV получали термическим декарбокислированием продукта III. Строение соединений III и IV подтверждается исследованием их ПМР- и масс-спектров. Отнесения химических сдвигов протонов указанных соединений приведены в таблице. Молекулярный вес соединения IV, определенный масс-спектрометрически, соответствует расчетному, а характер фрагментации не противоречит предлагаемой структуре. Схема распада соединения IV принципиально не отличается от схемы распада самого индола [7]:



a — здесь и далее приведены величины m/e , б — относительные интенсивности к полному ионному току.

В спектре поглощения 1Н, 6Н-индоло[6, 7-g]индола (IV), снятого в этаноле, наблюдается интенсивная полоса поглощения в области 264 нм (см. рисунок). Из рисунка видно, что УФ-спектр соединения IV мало отличается от спектра 6,7-бензиндола.

УФ-спектры сняты на спектрофотометре «Specord», ПМР-спектры — на спектрометре JNM-MH-100 с рабочей частотой 100 Мгц и ТМС в качестве внутреннего эталона, масс-спектр — на установке MX-1303 с модифицированной системой ввода образца (непосредственный ввод в ионный источник) и системой регистрации при энергии ионизирующих электронов 50 эв, ИК-спектры — на UR-20. R_f определяли в тонком слое на силикофоле.

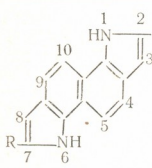
1,5-Нафтилендигидразин дигидрохлорид (I). К суспензии 15,8 г (0,1 мол) 1,5-диаминонафталина в 588 мл конц. HCl при

(¹ Сообщение 1 см. [1].)



перемешивании и охлаждении до -5°C добавляют раствор $14,4\text{ г}$ ($0,2\text{ мол}$) нитрита натрия в 250 мл воды. Через 15 минут полученный раствор приливают к охлажденному до -5°C раствору восстановителя (полученного из $87,5\text{ г}$ ($0,45\text{ мол}$) SnCl_2 , 3 гранул металлического олова и 200 мл конц. HCl при нагревании на водяной бане; раствор охлаждают и добавляют 225 мл конц. HCl). Через час осадок отфильтровывают и перекристаллизовывают из воды. После кристаллизации продукт промывают насыщенным раствором NaCl , затем изопропанолом, эфиром и сушат. Выход $20,11\text{ г}$ (77%). Т. разл. 140°C .

Величины химических сдвигов в диметилсульфоксиде, б. м. д.

Соединение	1Н	2Н	3Н	4Н	5Н
 III R=COOH	12,3 с	—	7,20 с	7,68 д*	8,38 д*
IV R=H	11,58 ш. с	7,39 т	6,60 т	7,72 д*	8,0 д*

* Возможны обратные отнесения указанных сигналов; ш. с.—широкий синглет, с—синглет, д—дублет, т—триплет.

1,5-Нафтилендигидразон пировиноградной кислоты (II). Горячий водный раствор $13,1\text{ г}$ ($0,05\text{ мол}$) соединения 1 при перемешивании прибавляют к водному раствору $12,3\text{ г}$ ($0,14\text{ мол}$) пировиноградной кислоты в 100 мл воды.

Через 2 часа отфильтровывают, промывают горячей водой и сушат. Получают порошок желтого цвета. Выход $12,3\text{ г}$ (74%). Т. пл. $172-173^{\circ}\text{C}$. Найдено, %: С $58,7$; Н $5,2$; N $15,7$. $\text{C}_{16}\text{H}_{16}\text{N}_4\text{O}_4$. Вычислено, %: С $58,6$; Н $4,9$; N $16,1$. ИК-спектр (в вазелиновом масле): 3300 (NH) , 1650 (C=N) , $1720-1740\text{ см}^{-1}\text{ (C=O)}$. УФ-спектр (в этаноле), λ_{max} нм, (lg ϵ): $203,5\text{ (4,26)}$, 247 (4,35) , 275 (4,05) , 340 (4,11) , 380 (4,2) . Данные приведены для смеси геометрических изомеров.

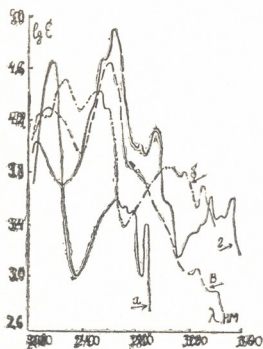


Рис. 1. УФ-спектры в этаноле: а—индол; б—4,5-бензиндол; в—6,7-бензиндол; г—1Н, 6Н-индоло[6,7-г] индол

1Н, 6Н-индоло [6,7-г] индоло-2,7-дикарбоновая кислота (III). К $19,7\text{ г}$ ($0,06\text{ мол}$) дигидразона при перемешивании приливают нагретую до 67°C смесь 225 мл ледяной уксусной и 45 мл конц.

серной кислот. Реакционную массу перемешивают в течение 5 минут при 80°C , затем выливают в холодную воду. Осадок отфильтровывают, промывают холодной водой до нейтральной реакции и сушат. Выход



сырого продукта 5,35 г (30%). Т. пл. 220° с разложением (колонка сорбент силикагель с размерами частиц 5/40 мк, элюент—этилацетат). R_f 0,52 (этилацетат:бензол=6:1). Найдено, %: N 10,0. $C_{16}H_{20}N_2O_4$. Вычислено, %; N 9,53%. ИК-спектр (в вазелиновом масле): 3460 (NH), 1675 cm^{-1} (C=O). УФ-спектр (в этаноле), λ_{max} нм, (lg ϵ): 210,5 (4,30), 232,5 (4,23), 270 (4,55), 282 (4,60), 328 (4,20), 354 (4,11), 371 (4,15). Продукт коричнево-зеленоватого цвета, с реактивом Эрлиха при нагревании дает малиновую окраску. При синтезе продукта III наблюдается также образование 2-карбоксо-6,7-бензиндола.

1Н, 6Н-индола [6, 7-г] индол (IV). В колбу, снабженную обратным воздушным холодильником, помещают 6 г (0,02 мол) соединения (III) и нагревают при 300—310°C в течение 45 минут. На стенках холодильника оседает сублимат белого цвета. Затем смесь охлаждают и экстрагируют ацетоном. Экстракт упаривают, полученный продукт сушат. Далее хроматографируют на колонке с Al_2O_3 по Брокману нейтральным. Элюент — серный эфир. После удаления эфира получают 0,93 г (22%) продукта. Т. субл. от 300°. R_f 0,55 (бензол:ацетон=10:1). Найдено, %: C 81,9; H 4,9; N 13,6. $C_{14}H_{10}N_2$. Вычислено, %: C 81,6; H 4,9; N 13,6. ИК-спектр (в вазелиновом масле): 3410 cm^{-1} (NH). УФ-спектр (в этаноле), λ_{max} (lg ϵ): 205 (3,99), 256 (4,68), 265 (4,99), 268 (4,81) плечо, 284 (3,99), 295 (4,12), 336 (3,52), 353 нм (3,61). Кристаллы белого цвета. С реактивом Эрлиха при комнатной температуре продукт дает синюю окраску.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 23.6.1978)

ორბანული ქიმიის

შ. სამსონია, მ. ტრაპაიძე, ნ. სუვოროვი,

ი. გვერდსიტელი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

1Н,6Н-ინდოლო[6,7-გ]ინდოლის სინთეზი

რეზიუმე

ფიშერის რეაქციით 1,5-დიაამინონაფტალინიდან სინთეზირებულია ჰეტეროციკლური სისტემა 1Н, 6Н-ინდოლო[6, 7-გ]ინდოლი. პიროყურძნის მეყავას 1,5-ნაფტილენდიჰიდრაზონის ინდოლიზაცია განხორციელებულ იქნა კონცენტრირებულ გოგირდმყავასა და ყინულოვან ძმარმყავას ნარეგში. სინთეზირებული დიკარბონმყავას თერმული დეკარბოქსილირებით მიღებულია კონდენსირებული ჰეტეროციკლური სისტემა.

ORGANIC CHEMISTRY

Sh. A. SAMSONIA, M. V. TRAPIDZE, N. N. SUVOROV, I. M. GVERDTSITELI

SYNTHESIS OF 1H, 6H-INDOLO(6,7-g)-INDOLE

Summary

From 1,5-diaminonaphthaline the heterocyclic system 1H, 6H-indolo (6, 7-g) indole has been synthesized by Fisher's reaction. The indolization of



1,5-naphthylhydrazone of pyruvic acid has been carried out in the mixture of concentrated sulphuric and acetic acids. By thermal decarboxylation of the obtained dicarbonic acid a condensed heterocyclic system has been isolated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Суворов, Ш. А. Самсония и др. ХГС, № 2, 1978, 217—224.
2. P. Ruggli. Berichte, Jg. 50, Bd. 1, 1917, s. 883.
3. A. Schlieper. Ann., Bd. 239, 1887, s. 229.
4. H. Rydon, S. Siddappa. J. Chem. Soc., 1951, 2462.
5. Англ. пат. 1251082 (1971); С. А., vol. 77, 1972, 151907.
6. Ш. А. Самсония, М. В. Трапандзе, И. М. Гвердцители, Н. Н. Суворов. ХГС, № 9, 1279—1280.
7. А. А. Полякова, Р. А. Хмельницкий. Масс-спектрометрия в органической химии. Л., 1972, 211.



УДК 551.763.1

ГЕОЛОГИЯ

Э. В. ВАРСИМАШВИЛИ

О ТИПАХ НИЖНЕМЕЛОВОГО ФЛИША ЮЖНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА (междуречье Арагви — Алазани)

(Представлено академиком П. Д. Гамкрелидзе 15.6.1978)

Нижнемеловые (K_{1h}^{al} — al) отложения Южного склона Большого Кавказа (междуречье Арагви—Алазани) характеризуются всеми обязательными признаками флиша [1]. Наблюдается наличие в их составе по крайней мере двух основных гранулометрических групп осадков — фанеромерных и скрытомерных, независимо от вещественного состава зерен и частиц — песчаников и аргиллитов; в верхних горизонтах этих отложений (в альбе) представлены и карбонатные породы — известняки и мергели. При этом для изученного комплекса свойственно ритмичное строение, заключающееся в повторении по разрезу слабо варьирующих по составу ритмов, мощность которых измеряется в основном сантиметрами и дециметрами (в некоторых случаях достигая до 8 м). Они начинаются с относительно более крупнозернистого осадка — псаммитового и сменяются кверху тонкозернистыми вплоть до пелитового, что и обуславливает резкую границу между ритмами. Фанеромерные породы составляют первый элемент ритма (I э. р.), который подразделяется на подэлементы — песчаники (I_b) и алевролиты (I_c). Скрытомерные породы образуют второй (II э. р.) и третий (III э. р.) элементы ритма, разделяющиеся по карбонатности — известняки (II_a), мергели (II_b) и аргиллиты (III). Обычно нижняя поверхность фанеромерного осадка, отвечающая нижней границе ритма, покрыта различного рода знаками или гиероглифами.

По составу слагающих пород изученные нами нижнемеловые отложения междуречья Арагви—Алазани относятся к терригенному флишу, сложенному в основном песчаниками и аргиллитами (кроме верхних горизонтов, в которых развиты и элементы карбонатного флиша). Исследованный комплекс содержит двучленные ритмы, I э. р. которых являются песчаник (I_b) и алевролит (I_c), а II э. р. — аргиллит (II). Различаются полные и неполные ритмы. Полные представлены следующими вариациями: $I_b + I_c + II$, $I_b + II$ и $I_c + II$, неполные — $I_b + I_c$. Из них большим распространением пользуется $I_b + II$.

По характеру и мощности элементов ритма в изученном комплексе, как и в синхронных отложениях верхней Рачи и Юго-Осетии [2], выделяются следующие типы флиша (рис. 1):

1. Песчаниково-аргиллитовый флиш, где I э. р. — большей частью мелкозернистый песчаник (I_b), изредка алевролит (I_c), а II э. р. — аргиллит (II). Этот тип характеризуется всеми признаками терригенного флиша; это относится и к мощности слагающих его пластов, которая редко превышает 0,3 м. Песчаники и аргиллиты обычно играют



примерно одинаковую роль в строении ритма, но наблюдаются и случаи, когда аргиллиты резко преобладают. На нижней поверхности I э. р. наблюдаются различные гиероглифы.

2. Песчаниковый флиш, который характеризуется явным преобладанием среднезернистых песчаников (I_b) как в целом по разрезу, так и в строении большинства ритмов. Мощность песчаников достигает 8—10 м, при средней мощности 3 м; разделены они тонкими прослойками сланцеватых аргиллитов мощностью 0,02—0,2 м; иногда последние разорваны на отдельные линзы тектоническими движениями. В таком случае смежные пласты песчаников отделены друг от друга только четкими слепками с поверхностей размыва, на которых обычно развиты разные гиероглифы. Для этого типа флиша характерны крупные гиероглифы, главным образом механоглифы.

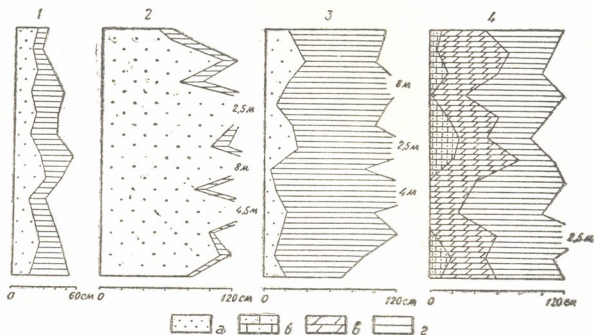


Рис. 1. Типы флиша: 1 — песчаниково-аргиллитовый, 2 — песчаниковый, 3 — аргиллитовый, 4 — мергельно-аргиллитовый, а — песчаник, б — известняк, в — мергель, г — аргиллит

3. Аргиллитовый флиш, наиболее характерной чертой которого является интенсивное развитие II э. р. — аргиллитов. Мощность их пачек достигает 6—8 м, при средней мощности 2 м. I э. р. — в основном тонкослойный (0,1—0,3 м) мелкозернистый песчаник, на нижней поверхности которого различаются следы ползания червей и мелкие биоглифы.

В верхних горизонтах (в альбских отложениях) изученного комплекса развиты преимущественно неполные ритмы трехэлементного карбонатного флиша, представленные следующими вариациями: $I_c + II_a + II_b + III$ (полный ритм) и $II_a + II_b + III$, $II_a + III$ и $II_b + III$ (неполные ритмы), где I_c — алевролит, II_a — известняк, II_b — мергель и III — аргиллит. Полные ритмы встречаются редко, а из неполных в основном развиты $II + III$ вариации. Поэтому в этих отложениях мы выделяем:

4. Мергельно-аргиллитовый флиш, где мергели и аргиллиты представлены пестрыми сланцеватыми пачками с мощностью от 0,4 до 3—4 м.

Вышеописанные флишевые типы закономерно сменяются в вертикальном разрезе исследованных отложений и достаточно устойчивы

по простиранию: нижняя часть исследованного комплекса — подсвета аргиллитов и плагиоклазово-кварцевых песчаников [3] представлена в основном песчаниково-аргиллитовым флишем, который вверх постепенно переходит в песчаниковый флиш — в подсвету толстослоистых аркозово-кварцевых песчаников; за этими отложениями следует аргиллитовый флиш — подсветы аргиллитов и тонкослоистых аркозово-кварцевых песчаников и аргиллитов и слюдястых плагиоклазово-кварцевых карбонатных песчаников, а самые верхние горизонты исследованного комплекса — подсвета пестрых аргиллитов, песчаников, мергелей и известняков сложены в основном мергельно-аргиллитовым флишем.

О происхождении флиша и флишевой ритмичности существуют две наиболее распространенные гипотезы. Согласно первой, ритмичность возникает благодаря перемещению береговой линии и изменению глубины моря. Обмелению бассейна соответствует образование грубозернистой части ритма, а углублению — тонкозернистая часть. Трансгрессии и регрессии моря являются следствием осцилляции земной коры. Для этой осцилляции в период, предшествующий общей инверсии геотектонического режима, естественно ожидать большой частоты импульсивности [1]. В соответствии с этим вместо крупных циклов, возникающих при обычных трансгрессиях моря, образуется мелкая ритмичность, свойственная флишу.

Вторая гипотеза подразумевает периодическое взмучивание осадков, накопившихся в прибрежной полосе моря, и их перенос в виде оползней, а затем мутьевых потоков в более глубоководные участки бассейна, где они отлагаются, образуя слои с градиационной слоистостью; в периоды же затишья между мутьевыми потоками отлагаются тонкие илы. При этом взмучивание осадков происходит благодаря землетрясениям, моретрясениям и связанными с ними волнами цунами.

Каждая из указанных гипотез имеет свои достоинства и недостатки. Осцилляционная гипотеза не освещает вопрос о способе фракционирования зернистых осадков и ограничивает область возможного образования флиша относительно небольшими глубинами (до 200 м), так как до этих глубин периодическое перемещение береговой линии может существенно сказываться на гранулометрическом составе осадков, в то время как в последние годы накопились факты в пользу возможно глубоководного происхождения флиша. Гипотеза же «эпизодического взмучивания» не ограничивает глубину флишевого бассейна, хорошо объясняет фракционирование зернистых осадков и некоторые другие особенности флиша, но неудовлетворительно объясняет большее постоянство флишевого набора пород вдоль трога, а также образование циклов в грубом флише, сложенном осадками, трудно поддающимися оползанию, и т. д.

В настоящее время ряд геологов считает, что проблема батиметрии флиша вообще не существует и флиш мог отлагаться и в прибрежных зонах, и на значительных глубинах [4].

Изученные нами флишевые отложения, кроме верхних горизонтов, по характерным структурно-текстурным признакам основных типов пород (косая слоистость, наличие обуглившихся растительных остатков, риппельмарки, быстрая смена гранулометрии по простиранию и др.), по нашему мнению, относятся к мелководным осадкам. Преобладание же в верхних горизонтах (в альбских образованиях) тонкозернистых глинистых пород, обогащенных пиритом, быстрая смена их тонкозернистыми карбонатными отложениями — мергельями и известняками, микрофауна открытого моря и другие признаки указывают на

сравнительное углубление этой зоны осадконакопления в альбское время.

На основании наших наблюдений и анализа фактического материала можно предполагать, что образование флишевых отложений междуречья Арагви—Алазани происходило в определенной зоне водоема, где одновременно накапливались и другие типы осадков (вследствие чего в пределах исследованного района выделить береговую полосу изученных отложений не удастся). При этом, не исключая ни одну из вышеотмеченных гипотез, мы считаем, что осадкообразование изученного флишевого комплекса происходило в тектонически активной зоне в основном из мутьевых потоков.

Академия наук Грузинской ССР
 Геологический институт
 им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 16.6.1978)

ბიოლოგია

მ. ვარსიმაშვილი

კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ქვედაკრატული
 ფლიშის ტიპების შესახებ
 (არაგვისა და ალაზნის მდინარეთაშუაშეთი)

რეზიუმე

კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ქვედაკრატულ ნალექებში გამოყოფილი ფლიშის ოთხი ტიპი: 1. ქვიშაქვა-არგილიტიანი, 2. ქვიშაქვიანი, 3. არგილიტიანი და 4. მერგელიან-არგილიტიანი.

გამოთქმულია მოსაზრება შესწავლილი ნალექების წარმოშობის შესახებ.

GEOLOGY

E. V. VARSIMASHVILI

ON THE TYPES OF THE LOWER CRETACEOUS FLYSCH OF THE
 SOUTHERN SLOPE OF THE CAUCASUS
 (THE ARAGVI AND ALAZANI INTERFLUVE)

Summary

In the Lower Cretaceous sediments of the southern slope of the Caucasus four types of flysch have been distinguished: 1) psammitic-argillaceous, 2) psammitic, 3) argillaceous, and 4) marly-argillaceous. The origin of the investigated sediments is considered.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Б. Вассоевич. Флиш и методика его изучения. Л., 1948.
2. Э. В. Варсимашвили. Сообщения АН ГССР, 56, № 2, 1969.
3. Э. В. Варсимашвили. Сообщения АН ГССР, 84, № 1, 1976.
4. Ж. Обуэн. Геосинклинали. М., 1967.



И. В. КВАНТАЛИАНИ, М. З. ШАРИКАДЗЕ

О СТРАТИГРАФИЧЕСКОМ РАСПРОСТРАНЕНИИ НЕКОТОРЫХ СРЕДНЕ- И ПОЗДНЕАПТСКИХ АММОНИТОВ НА СЕВЕРО- ЗАПАДНОМ КАВКАЗЕ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 20.6.1978)

В среднем (гаргаз) и верхнем (клансей) апте, как известно, широко распространены представители многочисленных родов аммонитов (см. таблицу). Из них наиболее ценными как для Северо-Западного Кавказа, так и в целом для Средиземноморской области являются *Epicacheloniceras*, *Eodouvilleceras*, *Protacanthoplites*, *Acanthohoplites*, *Gargasiceras*, *Diadochoceras*, *Nodosohoplites*, *Huracanthoplites*, *Colombiceras* и *Parahoplites*. Биостратиграфическое расчленение средне- и верхнеаптских отложений базируется именно на этих аммонитах.

В рассматриваемом регионе упомянутые отложения наиболее полно и богато охарактеризованы аммонитами в бассейнах рр. Кубань, Пшеха и Хокодзь. Эти разрезы изучались многими исследователями [1—6 и др.], и имеющиеся у них разногласия, по существу, сводятся к различной интерпретации взаимоотношения средне- и верхнеаптских отложений по р. Хокодзь и особенно стратиграфического распространения родов *Parahoplites* и *Colombiceras*.

По мнению В. В. Друщица и И. А. Михайловой [3], в этом разрезе между клансеем и гаргазом наблюдается стратиграфическое несогласие. В основании клансея, в пласте «ракушечника» (образование которого, по Н. П. Луппову [1], сопровождалось явлениями перемывания) совместно с типичными верхнеаптскими аммонитами *Acanthohoplites polani* Seun., *Diadochoceras nodosocostatum* Orb. и др. встречаются и среднеаптские *Parahoplites* и *Colombiceras*, что объясняется переотложением среднеаптских аммонитов.

В. Л. Егоян [4—6] расширяет диапазон стратиграфического распространения в основном представителей этих двух последних родов, утверждая, что они встречаются и в клансейских отложениях, в тех же конкрециях, что и собственно клансейские аммониты. В длинном списке клансейской фауны Северо-Западного Кавказа, приведенном В. Л. Егояном [4, 6], фигурируют и *Parahoplites multicostatus* Sinz., *P. cf. schmidti* Jac. et Tobl., *P. ex gr. maximus* Sinz., *Colombiceras subtbleri* Kasan. и несколько новых видов: *Parahoplites tumidus* Eg., *P. necopinus* Eg., *Colombiceras crassicosatum angulata* Eg. Из перечисленных аммонитов лишь *P. schmidti*



был найден в нижних слоях клансея⁽¹⁾, на правом берегу р. Кубани, выше устья р. Дзегуты (к сожалению, автор не приводит список сопутствующей типичной клансейской фауны), остальные — в нижней части клансея по р. Хокодзь [5]. Судя по всему, В. Л. Егоян в последнем разрезе допускает согласный переход гаргаза в клансей.

Таблица стратиграфического распространения некоторых аммонитов

Роды	А п т				Альб
	нижний (бедуль)	средний (гаргаз)		верхний (клансей)	
		зона subno- dosocost- tatum	зона melchioris	зона polani	зона jacobi
<i>Euphyloceras</i> Druz̆zic . . .					
<i>Phyllopachyceras</i> Spath . . .					
<i>Salfeldiella</i> Spath					
<i>Tetragonites</i> Kossmat					
<i>Jaubertella</i> Jacob					
<i>Eogaudryceras</i> Spath					
<i>Ptychoceras</i> Orbigny					
<i>Parahoplites</i> Anthula					
<i>Acanthohoplites</i> Sinzov					
<i>Colomb'ceras</i> Spath					
<i>Protacanthoplites</i> Tobina					
<i>Gargasiceras</i> Casey					
<i>Diadochoceras</i> Hyatt					
<i>Nodosohoplites</i> Egoian					
<i>Hypacanthoplites</i> Spath					
<i>Beudanticeras</i> Hitzel					
<i>Uhligella</i> Jacob					
<i>Zuercherella</i> Casey					
<i>Desmoceras</i> Zittel					
<i>Aconeceras</i> Hyatt					
<i>Epicheloniceras</i> Casey					
<i>Eodouvilleiceras</i> Casey					

Факты присутствия некоторых гаргазских аммонитов (*Epicheloniceras martini* Orb., *E. martini orientalis* Jac., *E. aff. tschernyschewi* Sinz., *Parahoplites melchioris* Anth., *P. grossouvrei* Jac., *P. schmidti* Jac. et Tobl., *P. aff. campischei* Pict. et Renév. и др.) в клансее отмечаются в ряде работ как советских, так и зарубежных исследователей [7—10], отдельные стратиграфические выводы которых, на наш взгляд, порой грешат неточностями, устарели и на современном этапе исследований не могут быть приняты без

⁽¹⁾ Этот факт, по нашему мнению, нуждается в уточнении.

критики. В данном случае перечисленные гаргазские виды, очевидно, оказались в списках клансейских аммонитов в результате их переотложения. Данные вышеуказанных авторов послужили В. Л. Егояну одним из аргументов для расширения стратиграфического диапазона некоторых гаргазских аммонитов, в частности *Parahoplites* и *Colombiceras*. Однако это утверждение на основании стратиграфо-палеонтологических исследований в Закаспии [11 и др.], а также наших наблюдений в Дагестане и на Северо-Западном Кавказе не находит подтверждения.

По нашим данным, на правом берегу р. Хокодзь можно наблюдать следующую последовательность отложений интересующей нас части аптекого разреза (рис. 1):

- $K_1ar_2^3$ 1. Рыхлые слабосцементированные песчаники желтоватого цвета с *Colombiceras ex gr. tobleri* Jac. et Tobl. >10 м
- $K_1ar_1^4$ 2. Брекчия-конгломерат («ракушечник») с окатанными гальками и включениями различной формы конкреций и линз, содержащих многочисленную фауну и сцементированных карбонатным песчаником 3 м

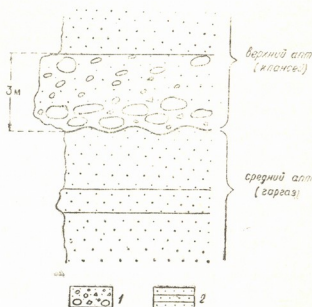


Рис. 1. Схематический разрез пограничных отложений среднего и верхнего апта по р. Хокодзь: 1—брекчия-конгломерат с конкрециями и линзами, 2 — рыхлые слабосцементированные песчаники, местами с уплотненными пластинами

3. Слабосцементированные кварцево-глауконитовые песчаники с включениями шаровых конкреций. В этих слоях В. В. Друщичем и И. А. Михайловой [3] были обнаружены *Acanthohoplites nolani* Seun., *A. bigoureti* Seun. >10 м

Гаргазский возраст слоев 1 у исследователей не вызывает сомнений. Слои 2 и 3 относятся к клансею. Выделяемый в основании клансея брекчия-конгломерат (слой 2) залегает с явными признаками размыва на неровной поверхности песчаников среднего апта (слои 1). В слое 2 линзы и конкреции хаотично разбросаны и в большинстве случаев настолько тесно примыкают, что их трудно бывает отделить и отличить; если не проявить максимальной осторожности и внимания, то их можно принять за единое образование. Фауна каждой отдельной конкреции собиралась под одним номером. После тщательной обработки материала выяснилось, что одни конкреции содержат комплекс клансейской фауны (*Acanthohoplites ex gr. nolani* Seun., *Nodosohoplites subplanatus* Eg., *N. aff. sinuosocostatus* Eg., *Diado-*



choceras ex gr. nodosocostatum Orb. и др.), другие же—гаргазской (*Parahoplites melchioris* Anth., P. aff. *multicostatus* Sinz., P. cf. *schmidti* Jac. et Tobl., *Colombiceras* ex gr. *crassicostatus* Orb.). В материале, цементирующем конкреции и линзы, также были встречены клансейские аммониты — представители родов *Diadochoceras* и *Nodosohoplites*. Однако не было случая, чтобы в одной и той же конкреции или линзе встречались представители гаргазских родов *Parahoplites* и *Colombiceras* с типично клансейскими *Diadochoceras*, *Nodosohoplites*, *Acanthohoplites* из группы *polani*.

Таким образом, в разрезе по р. Хокодзь клансейские отложения, как это утверждалось ранее [2, 3], несогласно залегают на подстилающих слоях гаргаза. Совместное нахождение в основании клансея в пласте брекчия-конгломерата («ракушечника») типично клансейских аммонитов в одних конкрециях и гаргазских в других можно объяснить только переотложением гаргазских конкреций, естественно, с заключенной в них фауной.

Грузинский политехнический институт Грузинское КНИПО СевКавНИПИнефть
им. В. И. Ленина

(Поступило 23.6.1978)

გეოლოგია

ი. კვანტალიანი, მ. შარიკაძე

შუბა- და გვიანატუბრი ზომიერობის ამონიტის სტრატობრაფიული
ბავრცელების შესახებ ჩრდილო-დასავლეთ კავკასიაში
რეზიუმე

წერილში განხილულია აბტური ამონიტების (*Parahoplites* და *Colombiceras*) სტრატობრაფიული გავრცელების საკითხი მდ. ხოკოდის ჭრებში (ჩრდილო-დასავლეთი კავკასია). აღნიშნულ ჭრებში კლანსეური ნალექების ფუძეში შემოსხენებული გვარების არსებობა ახსნილია მათი გადალექვით გარგაზული ასაკის კონკრეციებთან ერთად [2, 3].

GEOLOGY

I. V. KVANTALIANI, M. Z. SHARIKADZE

ON THE STRATIGRAPHIC DISTRIBUTION OF SOME MIDDLE
AND LATE APTIAN AMMONITES OF NORTH-WESTERN CAUCASUS

S u m m a r y

The stratigraphic distribution of the genera *Parahoplites* and *Colombiceras* in the Khokodz river section (North-Western Caucasus) is described. The presence in the Clansayes deposits of representatives of these genera is explained by their redeposition together with the Gargasian nodules.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. П. Луппов. Нижнемеловые отложения Северо-Западного Кавказа и их фауна. Л.—М., 1952.
2. В. В. Друщиц. В кн. «Атлас нижнемеловой фауны Северного Кавказа и Крыма». М., 1960.
3. В. В. Друщиц, И. А. Михайлова. Биостратиграфия нижнего мела Северного Кавказа. М., 1966.
4. В. Л. Егоян. Труды КФ ВНИИНефть, вып. 16. Л., 1965.
5. В. Л. Егоян. Геология СССР, т. IX, Северный Кавказ, ч. I. М., 1968.
6. В. Л. Егоян. Труды КФ ВНИИНефть, вып. 19. М., 1969.
7. Ch. Jacob. Bull. de la Soc. Géol. de France, sér. IY., t. V, 1905.
8. Ch. Jacob, A. Tobler. Mém. de la Soc. Paléont. Suisse, vol. XXXIII, 1906.
9. M. Breistroffer. Trav. Lab. Géol. Univ. Grenoble, t. XXVI, 1947.
10. А. Е. Глазунова. Аммониты апта и альба Копет-Дага, Малого и Большого Балханов и Мангышлака. М., 1953.
11. С. З. Товбина. Изв. АН ТуркмССР, сер. физ.-техн., хим. и геол. наук, № 2, 1968.



Х. А. ТЕДИАШВИЛИ, Р. А. АХВЛЕДИАНИ

О НАХОДКЕ ФЛЮОРИТА НА КВАЙСИНСКОМ СВИНЦОВО-ЦИНКОВОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ГРУЗИНСКАЯ ССР)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 25.5.1978)

До настоящего времени в горных породах и рудных месторождениях Грузии в коренном залегании флюорит не был известен; единичные его находки отмечались в россыпях р. Инцоба в Кахети [1] и в шлифах образцов из Цителсопельского рудного поля Южной Грузии [2].

В этой связи заслуживает внимания найденный одним из авторов (Х. А. Тедиашвили) в околорудноизмененных порфиритовых породах байоса Квайсинского свинцово-цинкового месторождения (Юго-Осетинский рудный район) прожилок мощностью до 5 см, выполненный кристаллами светло-изумрудного и бесцветного флюорита. Здесь флюорит представлен как прожилковым типом, так и в виде выполнения пустот.

Первый тип флюоритовой минерализации был зафиксирован на участке «Надарбаз» в кваршлагае «Надежда» на абсолютной высоте 1600 м и в штольне «Капитальная» на высоте 1400 м, где флюорит встречен в ассоциации с кальцитом; последний в нем образует сеть мелких прожилков. Вмещающие кальцит-флюоритовую жилку породы представлены плагиоклазовыми порфиритами байоса, в которых порфиновые выделения замещены серицитом, хлоритом и отчасти кальцитом. Основная масса, представленная главным образом стеклом и микролитами плагиоклаза, претерпевает гидрослюдизацию, местами сосуритизацию; наблюдаются также образование кварца и халцедона.

Рудная минерализация в ассоциации с кальцит-флюоритовой жилкой (штольня «Капитальная») связана в основном с альбитизированными и кальцитизированными порфиритами и выражается в образовании прожилкообразных скоплений пирита и колломорфного сфалерита в ассоциации с хальцедоном.

Второй тип флюоритовой минерализации встречен в измененных туфах (разрез близ сел. Часавали), в которых порфиновые выделения плагиоклаза замещены пренитом, а основная масса — хлорит-гидрослюдой. Флюорит образует зерна неправильной формы и выполняет межзерновое пространство (рис. 1).

Макроскопически флюорит кристаллический, агрегаты зернистые, цвет светло-зеленый, местами бесцветный, блеск стеклянный. Уд. вес 3,06. Минерал обладает совершенной спайностью. В шлифе в проходящем свете бесцветный с зеленоватым оттенком; изотропный, показатель преломления варьирует от 1,425 до 1,430. Аномально низкое светопреломление флюорита, возможно, вызвано дефицитом фтора в минерале, компенсирующимся присутствием коллоидального кальция [3].



Диагностика флюорита подтверждена рентгенометрическим анализом. Характерные пики на дифрактограмме 3,157; 1,933, 1,619; параметр решетки $a=5,467 \text{ \AA}$.



Рис. 1. Флюорит выполняет межзерновое пространство в измененном порфириновом туфе: светлое—флюорит, черное — хлоритгидрослюдистая масса (без анализа, ув. 70 \times)

Что же касается зеленой окраски флюоритов Квайсинского месторождения, то, по-видимому, она обусловлена наличием редкоземельных элементов, в частности Sm^{++} , изоморфно замещающего в кристаллической решетке флюорита ионы Ca^{++} [4—6].

Полуколичественный спектральный анализ флюорита выявляет постоянное присутствие в нем следующих элементов примесей (см. таблицу):

Месторождения	Si	Al	Mg	Fe	Mn	Ti	Cu	Pb	Na	Tl
Квайсинское	0,01	0,01 —0,1	0,1—1	0,01 —0,1	0,001 —0,01	0,001 —0,01	0,0001	0,01 —0,1	0,001 —0,01	0,001 —0,01
Кули-Колон (по [6])	0,01	0,01	0,01	0,003	0,001	0,001				

Спектральный анализ Квайсинского флюорита показывает примерно такое же количество примесей, как в монокристаллах гидротермального флюорита (сульфидно-кварцево-флюоритовое месторождение Кули-Колон).

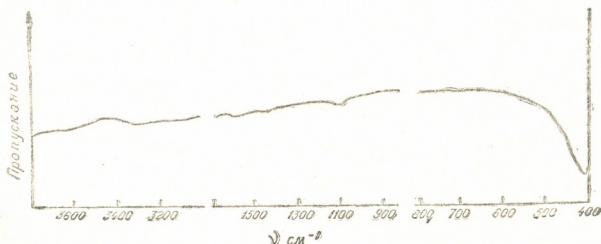


Рис. 2. Кривая ИК-спектра флюорита

Относительно формы вхождения примесей в решетку флюорита высказывается соображение [6], что ионный радиус преобладающей

части рассмотренных элементов—примесей значительно ниже ионного радиуса кальция и поэтому большое количество этих ионов может разместиться в свободных октаэдрических пустотах решетки флюорита.

В полученном ИК-спектре флюорита в диапазоне 400—4000 см⁻¹, как и следовало ожидать, наблюдается лишь одна полоса поглощения с максимумом при 410 см⁻¹, которая соответствует колебаниям Са—F (рис. 2).

Запись ИК-спектра флюорита проводилась на двухлучевом спектрометре UR-20 в интервале частот 400—4000 см⁻¹ в таблетках КВЧ при соотношении 2:500 (аналитик Т. А. Гвахария).

В исследованном флюорите наблюдаются газово-жидкие включения, имеющие негативную форму октаэдра (рис. 3).

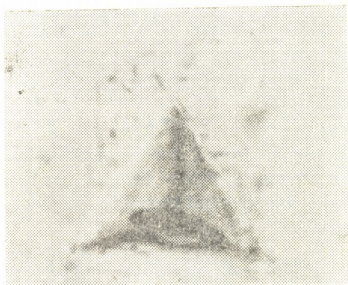


Рис. 3. Газово-жидкое включение во флюорите (ув. 800×)

Температура гомогенизации этих включений в минерале колеблется в пределах 105—116°. Объем жидкости во включении составляет 95%.

Наличие зеленого флюорита в Квайсинском гидротермальном месторождении в ассоциации с кальцитом и рудными минералами коллоидного строения, выполняющими обычно обособленные жилы и прожилки, подтверждает гидротермальный низкотемпературный характер минерала и указывает на определенную роль фтора в процессах формирования руд Квайсинского свинцово-цинкового месторождения.

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт
им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 1.6.1978)

მინერალოგია

ბ. თაფიაშვილი, რ. ახვლედიანი

ქვემო ქართლის ტერიტორიის სახელმწიფო ფლორისტის
ბამრეზიანიების უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ბაიოსის პორფირიტული წყების ქანებში განლაგებულ ქვასის ტყვიათუთის საბადოზე ფიქსირებულია 5 სმ-მდე სიძლიერის ძარღვაკა, რომელიც წარმოადგენილია ღია მწვანე და უფრო მინერალით კალციტთან ერთად. ეს



მინერალი აღინიშნება პორფირიტული წყების შეცვლილ ქანებშიც სფალერიტისა და პირიტის ასოციაციაში.

ობტიკური, რენტგენოსტრუქტურული, სპექტრული და თერმობარომეტრიული ანალიზის საფუძველზე აღნიშნული მინერალი ფლუორიტს მიეკუთვნება.

გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ქვაისის ტყვია-თუთიის საბადოზე კალციტთან და ქალცედონთან ასოციაციაში გამოვლენილი ფლუორიტი დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული წარმონაქმნია და საბადოს ფორმირებაში ფტორი მნიშვნელოვან როლს თამაშობდა.

MINERALOGY

Kh. A. TEDIASHVILI, R. A. AKHVLEDIANI

DISCOVERY OF FLUORITE IN THE LEAD-ZINC DEPOSIT OF KVAISA (GEORGIAN SSR)

Summary

In the Kvaisa lead-zinc deposit low-temperature hydrothermal fluorite, hitherto unknown for the ore deposits of Georgia, has been found. The roentgenometric, spectral, and thermobarometric methods have been used to investigate the mineral.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. А. Авалиани. Сб. «Минеральные ресурсы ССР Грузии». Тбилиси, 1933.
2. Т. Ш. Гогишвили. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1967.
3. У. А. Дир, Р. А. Хауи, Д. Ж. Зусман. Породообразующие минералы, т. 5. М., 1966.
4. П. П. Феофилов. Зап. Всесоюз. минерал. о-ва, 85, вып. 4, 1956.
5. К. Пшибрам. Окраска и люминесценция минералов. М., 1959.
6. Н. А. Василькова, С. Г. Соломкина. Типоморфные особенности флюорита и кварца. М., 1965.

А. Г. ТВАЛЧРЕЛИДZE, И. Г. НАРОЗАУЛИ

К ТЕМПЕРАТУРНЫМ УСЛОВИЯМ ОБРАЗОВАНИЯ УРУПСКОГО
 МЕДНОКОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Твалчрелидзе 25.4.1978)

Урупское медноколчеданное месторождение на Передовом хребте Северного Кавказа является одним из типичных представителей вулканогенно-осадочных рудных залежей [1, 2]. Геологическое строение этого месторождения освещено в большом количестве публикаций. Одно-

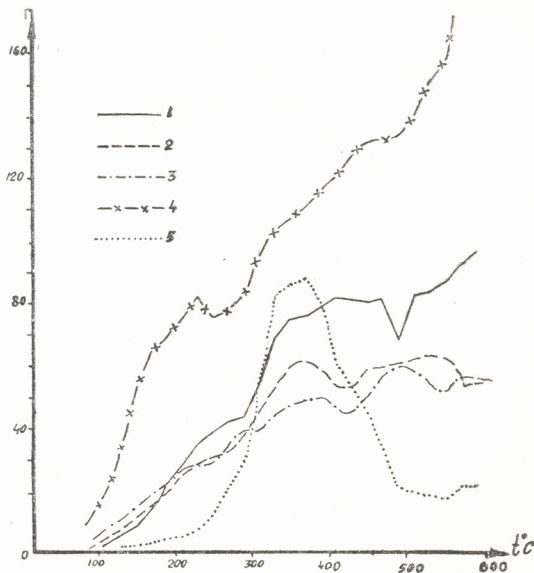


Рис. 1. Среднестатистические декрептограммы сульфидных и кварцевых монофракций Урупского месторождения: 1 — пирит массивных медноколчеданных руд; 2—халькопирит массивных медноколчеданных руд; 3—неразделенная сульфидная часть массивной руды; 4 — пирит прожилковых руд; 5—кварц кварцевых и кварц-хлоритовых прожилков

временно имеются лишь отрывочные и во многом противоречивые сведения о температурных условиях рудогенеза.

Так, В. И. Джумайло [3], а также Н. Г. Родзянко и др. [4] отмечают, что декрепитация рудных и жильных минералов сплошных



Температура гомогенизации газово-жидких первичных включений в кварце и кальците различных образований Урупского месторождения

Горные породы	Количество определений	Коз.фф. заполнения в-кволи, об. %	Характеристика включений	Температура гомогенизации, °С		
				макс.	мин.	сред.
Измененные кварцевые альбитофиры из зоны прожилковых руд лежащего бока рудного тела. Газово-жидкие включения расположены в окварцованных фенокристаллах кварца и кварц-серпичит-хлоритовых агрегатах, развитых по основной массе	20	15—30	Газово-жидкие включения размером 3—15 мк, имеют изометричную, слегка вытянутую форму, часто заполняют отрицательные кристаллы	305	215	257
Прожилково-вкрапленные руды. Газово-жидкие включения расположены в прожилках кварца, секущих кварцевые альбитофиры и метасоматиты и несущих прожилковую минерализацию	31	7—20	Газово-жидкие включения очень мелкие, размером не более 1—5 мк, чаще всего имеют неправильную вытянутую форму	181	73	121
Массивные медноколчеданные руды. Газово-жидкие включения расположены в интерстициях криптористаллического кварца в пределах массивных руд	86	0—15	Газово-жидкие включения очень мелкие, размером не более 1—1,5 мк, обычно изометричные, реже вытянутой формы	163(?) 145	60	112
Надрудные кремнистые и кремнисто-гематитовые сланцы. Газово-жидкие включения расположены на границе кремнисто-хлоритовых и кремнисто-гематитовых слоев	20	около 10	Газово-жидкие включения размером 15—20 мк, имеют обычно изометричную форму	118	60	110
Пострудные жилы кварц-кальцитового состава	40	10—15	Газово-жидкие включения размером около 10 мк, имеют преимущественно вытянутую форму	132	60	115
Кварц-хлоритовые жилы «альпийского» типа. Газово-жидкие включения развиты преимущественно на границе кварца и хлоритовых чешуй	15	7—15	Газово-жидкие включения размером около 5 мк, имеют изометричную и неправильную форму	115	70	105

и вкрапленных руд месторождения происходит в температурных интервалах 100—150°C, 200—250°C и 300—400°C. Одновременно В. И. Смирнов [5] приводит данные декрепитации пиритов месторождения, согласно которым верхняя часть рудного тела лишена декрептоактивности, а массовое растрескивание включений пиритов нижней части происходит в температурном интервале 240—300°C.

На рис. 1 приведены среднестатистические декрептограммы сульфидов и кварца сплошных руд и прожилковой минерализации Уруп-

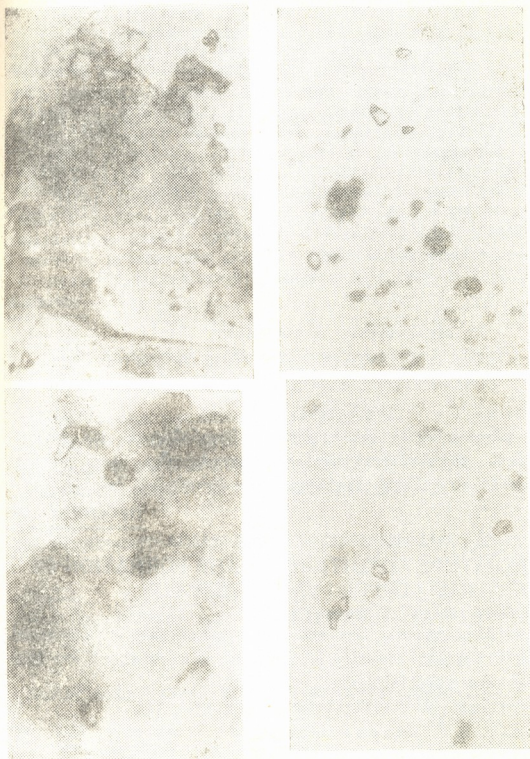


Рис. 2. Морфология газове-жидких включений различных образований Урупского месторождения (микрофотографии, ув. х 980): а — высокотемпературные (около 250°C) включения в гидротермально-измененных кварцевых альбитофирах, отчетливо виден хлоритизированный реликт фенокристалла кварца; б — газове-жидкие включения (170—180°C) в кварце кварц-сульфидных прожилков прожилковых руд; в — газове-жидкие включения в секущих массивную руду кварцевых прожилках; г — газове-жидкие включения в гематитизированных (черное) кремнисто-хлоритовых сланцах. Температура гомогенизации двух последних типов включений составляет $100 \pm 10^\circ\text{C}$

ского месторождения, основанные на 350 анализах. Отчетливо видно, что начало массового растрескивания включений сульфидных фракций наблюдается в низкотемпературной области (90—140°C). Кривые декрепитации сульфидов не имеют экстремумов, поскольку, очевидно, с 300°C начинаются их окисление и активное выделение серы, что было нами ранее экспериментально показано [6] на примере серноколчеданных руд Горной Абхазии.



В этой связи большой интерес представляют данные гомогенизации первичных газово-жидких включений различных образований Урупского месторождения, которые приведены в таблице. Основные морфологические типы включений показаны на рис. 2.

Таким образом, можно считать, по-видимому, доказанным, что рудообразованию на месторождении предшествовал интенсивный гидротермальный метаморфизм кварц-серицит-хлоритовой фации, протекающий в среднетемпературных условиях (305—215°C). Вместе с тем, снимается долгое время существовавшее противоречие между вулканогенно-осадочным типом рудогенеза и относительно высокими температурами рудообразования, установленными предшествующими исследованиями. Сущность этого противоречия, как удачно показал в свое время Дж. Р и д ж [7], заключается в том, что в близповерхностных условиях разгрузки гидротермальных систем при низком гидростатическом давлении в среднетемпературных условиях должны произойти вскипание раствора, удаление газовой фазы и обязательное «выхолащивание» флюида вследствие рудоотложения на глубине — условия, явно нереальные для Урупского месторождения. Полученные же результаты предпринятого исследования удовлетворительно сочетаются с вулканогенно-осадочной теорией рудогенеза, предложенной для Урупского месторождения более 20 лет тому назад [1, 2, 8].

Кавказский институт минерального сырья

(Поступило 28.4.1978)

გეოქიმია

ა. თვალჩრელიძე, ი. ნაროზაული

ურუპის სკილენდ-კოლჩედანური საბადოს ფორმირების
ტიმპერატურის პირობებისათვის

რეზიუმე

განხილულია გაზურ-თხიერი ჩანართების ჰომოგენიზაციის და დეკრეპიტაციის მონაცემები. თერმობაროგეოქიმიის საფუძველზე გაკეთებულია დასკვნა მადანწარმოების დაბალტემპერატურული პირობების შესახებ.

GEOCHEMISTRY

A. G. TVALCHRELIDZE, I. G. NAROZAULI

ON THE TEMPERATURE CONDITIONS OF THE FORMATION OF THE URUP COPPER-PYRITIC DEPOSIT

Summary

Fluid inclusions of homogenization and decrepitation data are discussed. On the basis of thermobarogeochemistry a conclusion is made about low temperature conditions of ore precipitation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Смирнов, Т. Я. Гончарова. Изв. АН СССР, сер. геол., № 2, 1960.
2. Н. С. Скрипченко. Вулканогенно-осадочное рудообразование. М., 1966.
3. В. И. Джумайло и др. Сб. «Минералого-петрографические и геохимические исследования на Северном Кавказе и Донбассе». Ростов-на-Дону, 1971.
4. Геология и геохимия центральной части Северного Кавказа. Ростов-на-Дону, 1971.
5. В. И. Смирнов. Сб. «Геосинклинальные магматические формации и их рудоносность». Свердловск, 1973.
6. А. Г. Твалчрелидзе и др. ДАН СССР, т. 231, № 1, 1976.
7. J. D. Ridge. Geology, vol. 2, № 6, 1974.
8. В. И. Смирнов, Т. Я. Гончарова. ДАН СССР, т. 126, № 1, 1959.



Д. В. ТАБАТАДЗЕ

К РАСЧЕТУ СБОРНОГО КУПОЛА С СОПРЯЖЕННЫМИ В
 МЕРИДИОНАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЯХ ЭЛЕМЕНТАМИ

(Представлено академиком К. С. Заврневым 22.5.1978)

Рассмотрим ортотропную кольцевую оболочку вращения, равновеликие элементы которой шарнирно сопрягаются между собой вдоль меридиональных сечений. Шарнирное или подобное шарнирному соединение можно встретить на практике при возведении сборных куполов. Теория таких куполов предложена М. Ш. Микеладзе [1, 2].

Напряженное состояние оболочки будем считать полубезмоментным, считая кольцевой изгибающий момент, соответствующую перерезывающую силу и крутящий момент равными нулю. Следовательно, к моменту исчерпания несущей способности оболочки, предполагая состояние последней всюду пластическим, можем написать [3]:

$$\frac{16(H+F)}{h^4} M_0^2 + \frac{GH+HF+FG}{(H+F)h^2} T_0^2 + \frac{2N}{h^2} S^2 = 1, \quad (1)$$

$$T_\varphi = \frac{H}{H+F} T_0, \quad (2)$$

где h обозначает толщину оболочки, G, H, F и N —известные постоянные, характеризующие пластические свойства материала, T_0 и T_φ — нормальные усилия, S — сдвигающая сила, а M_0 — меридиональный изгибающий момент. Если компоненты действующей на оболочку нагруз-

ки представить в виде рядов Фурье $\left(q_\theta = \sum_0^\infty q_{\theta,h} \cos k\varphi, \quad q_\varphi = \sum_0^\infty q_{\varphi,h} \sin k\varphi, \quad q_n = \sum_0^\infty q_{n,h} \cos k\varphi \right)$, то внутренние усилия и моменты

можно искать также в виде аналогичных рядов: $T_\theta = \sum_0^\infty T_{\theta,h} \cos k\varphi,$

$$T_\varphi = \sum_0^\infty T_{\varphi,h} \cos k\varphi, \quad S = \sum_0^\infty S_h \sin k\varphi, \quad M_\theta = \sum_0^\infty M_{\theta,h} \cos k\varphi, \quad N_\theta =$$

$$= \sum_0^\infty N_{\theta,h} \cos k\varphi. \quad \text{В этом случае уравнения равновесия с учетом (2)}$$

приводят к следующей системе дифференциальных уравнений относительно „амплитудных“ множителей $T_{\theta,h}, M_{\theta,h}$ и S_h :



$$\frac{d}{d\theta} (rT_{\theta,h}) + kR_1 S_h - R_1 \cos \theta \frac{H}{H+F} T_{\theta,h} + \frac{1}{R_1} \frac{d}{d\theta} (rM_{\theta,h}) + rR_1 q_{\theta,h} = 0, \quad (3)$$

$$\frac{d}{d\theta} (r, S_h) - kR_1 \frac{H}{H+F} T_{\theta,h} + R_1 \cos \theta S_h + rR_1 q_{\theta,h} = 0, \quad (4)$$

$$\frac{d}{d\theta} \left[\frac{1}{R_1} \frac{d}{d\theta} (rM_{\theta,h}) \right] - rR_1 T_{\theta,h} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{H}{H+F} \frac{1}{R_2} \right) + rR_1 q_{\theta,h} = 0. \quad (5)$$

Условие текучести (1) и уравнения (3)—(5) позволяют найти усилия, моменты и толщину h . Для определения четырех постоянных интегрирования имеем четыре условия вдоль свободного внутреннего края оболочки.

Рассмотрим коническую оболочку, которая подвергается действию ветровой нагрузки $q_{\theta} = q_{\varphi} = 0$, $q_n = P(-0,7 + 0,5 \cos \varphi + 1,2 \cos 2\varphi)$, где P — максимальная величина ветрового давления. Расчет оболочки сводится к интегрированию следующего дифференциального уравнения:

$$\frac{d^4}{dx^4} (rM_{x,h}) + a_1 \frac{1}{x} \frac{d^3}{dx^3} (rM_{x,h}) + b_1 \frac{d^2}{dx^2} (rM_{x,h}) + f(x) = 0, \quad (6)$$

где

$$a_1 = \left(4 - \frac{H}{H+F} \right), \quad b_1 = \left[2 \left(1 - \frac{H}{H+F} \right) \sin^2 \beta - k^2 \frac{H}{H+F} \right] \frac{1}{\sin^2 \beta},$$

$$f(x) = \left(6 - \frac{3H}{H+F} \right) \frac{1}{x} \sin \beta q_{n,h}, \quad \beta = \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right).$$

Обозначим $\frac{d^2}{dx^2} (rM_{x,h})$ через $Y_{x,h}$. В результате приходим к уравнению Эйлера [4]

$$\frac{d^2}{dx^2} (Y_{x,h}) + \frac{a_1}{x} \frac{d}{dx} (Y_{x,h}) + \frac{b_1}{x^2} Y_{x,h} + f(x) = 0,$$

общее решение которого имеет вид

$$Y_{x,h} = \frac{x}{a_1 + b_1} D + C_1 x^{A_1} + C_2 x^{A_2},$$

где

$$D = \left(6 - \frac{3H}{H+F} \right) \sin \beta q_{n,h}, \quad A_{1,2} = -\frac{a}{2} \pm \sqrt{\frac{a^2}{4} - b_1}, \quad a = \left(3 - \frac{H}{H+F} \right),$$

а C_1 и C_2 — постоянные интегрирования, которые определяются из граничных условий на внутреннем свободном контуре оболочки ($T_x = 0$ и $S^* = 0$, при $x = x_0$).

Располагая значениями $Y_{x,h}$, согласно формулам

$$T_x = \sum_0^{\infty} \left[\frac{1}{a} \operatorname{tg} \beta (Y_{x,h} + x q_{n,h}) \right] \cos k\varphi, \quad N_x = \sum_0^{\infty} \left[\frac{1}{r} (Y_{x,h}) \right] \cos k\varphi,$$

$$rM_x = \sum_0^{\infty} \left[\iint Y_{x,h} dx dx + \int C_3 dx + C_4 \right] \cos k\varphi,$$



$$S = \sum_I^{\infty} \left[\frac{\sin \beta}{k} \operatorname{tg} \beta (Y_{x,h} + x q_{n,h}) - \frac{1}{a} \left(Y_{x,h} - x \frac{d}{dx} (Y_{x,h}) - 2x \sin \beta q_{n,h} \right) \right] \sin k\varphi,$$

определяем усилия и моменты. Постоянные интегрирования C_3 и C_4 определяются из следующих граничных условий: $M_x=0$ и $N_x^*=0$, при $x=x_0$.

Что касается искомой толщины h , то для ее определения мы располагаем следующим уравнением (см. (1)):

$$h^4 - [(GH + HF + FG) T_x^2 - 2N(H + F) S^2] h^2 - 16(H + F) M_x^3 = 0.$$

В случае сферической оболочки, подвергаемой действию ветровой нагрузки: $q_n = -P \sin \theta \cos \varphi$, имеем следующую разрешающую систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{d^2}{d\theta^2} (Y_{\theta,h}) + 1,5 \operatorname{ctg} \theta \frac{d}{d\theta} (Y_{\theta,h}) + 3,5 \operatorname{ctg} \theta \frac{d}{d\theta} (rM_{\theta,h}) + f(\theta) &= 0, \\ \frac{d^2}{d\theta^2} (rM_{\theta,h}) - Y_{\theta,h} &= 0, \end{aligned}$$

где

$$f(\theta) = (1 + 2\cos^2 \theta) (PR^3).$$

В результате введения новой переменной

$$Y_{\theta,h} = V \exp \left[0,5 \int \frac{3}{2} \operatorname{ctg} \theta d\theta \right], \quad rM_{\theta,h} = U,$$

система (6) принимает вид

$$\begin{aligned} V'' + F_1(\theta) V + F_2(\theta) U' + F_3(\theta) &= 0, \\ U'' + F_4(\theta) V &= 0, \end{aligned} \quad (7)$$

где

$$\begin{aligned} F_1(\theta) &= 3,25 + 0,1875 \operatorname{ctg}^2 \theta, \quad F_2(\theta) = 3 \operatorname{ctg} \theta \left(\frac{\sin \theta}{\sin \theta_0} \right)^{3/4}, \\ F_3(\theta) &= (1 + 2\cos^2 \theta) \left(\frac{\sin \theta}{\sin \theta_0} \right)^{3/4} PR^3, \quad F_4(\theta) = \left(\frac{\sin \theta}{\sin \theta_0} \right)^{3/4}. \end{aligned}$$

С помощью формулы Тэйлора система (7) приводится к эквивалентной системе линейных интегральных уравнений типа Вольтерра второго рода, которая решается численно при помощи рекуррентных формул, предложенных М. Ш. Микеладзе [5]. Что касается искомой толщины оболочки, то она по-прежнему определяется из условия (1).

В случае пологой сферической оболочки имеем

$$\frac{d^4}{dr^4} (rM_{r,h}) - \frac{1}{r} (a - 2) \frac{d^3}{dr^3} (r, M_{r,h}) - \frac{1}{r^2} k^2 a \frac{d^2}{dr^2} (rM_{r,h}) - f(r) = 0, \quad (8)$$

где

$$f(r) = - \frac{d^2}{dr^2} (rq_{n,h}) + \frac{1}{r} (a - 2) \frac{d}{dr} (rq_{n,h}) + \frac{k^2 a}{r^2} (rq_{n,h}).$$

Решение (8) строится аналогично (6).

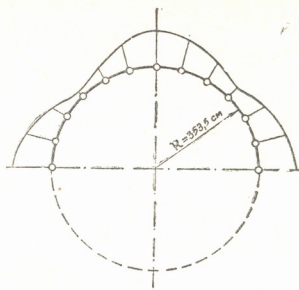


Рис. 1. Коническая оболочка
 $h_{\max}=3,05$ м

На рис. 1 показана эпюра локотой толщины h для наиболее напряженного кольцевого сечения в случае конической оболочки.

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

(Поступило 25.5.1978)

სამშენებლო მეცნიერება

დ. ტაბატაძე

მერიდიანულ კვეთებში შვებულკონიუგებული ელიფენობის მქონე
 ანაკრები გუმბათის გაანბარიშვებისათვის
 რეზიუმე

მ. მიქელაძის თეორიის საფუძველზე განხილულია ისეთი ორთოტროპული ბრუნვითი გარსების ოპტიმალური დაგეგმარება, რომლებსაც მერიდიანების გასწვრივ სახსრები აქვთ.

STRUCTURAL ENGINEERING

D. V. TABATADZE

ON THE ANALYSIS OF PREFABRICATED DOME FORMED OF HINGE-CONJUGATED MERIDIONAL ELEMENTS

Summary

According to the theory of M. Sh. Mikeladze [1,2] the calculation of a prefabricated orthotropic shell of revolution with hinge-conjugated meridional elements is presented.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Ш. Микеладзе. Сообщения АН ГССР, 78, № 2, 1975.
2. М. Ш. Микеладзе. Упругость и пластичность элементов конструкций и машин. Тбилиси, 1976.
3. М. Ш. Микеладзе. Статика анизотропных пластичных оболочек. Тбилиси, 1963.
4. В. В. Степанов. Курс дифференциальных уравнений. М., 1958.
5. М. Ш. Микеладзе. ПММ, XVII, вып. 3, 1953.

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

Б. Р. БАНДЗЕЛАДЗЕ

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ГИРОСКОПИЧЕСКОГО МОМЕНТА
В ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНАХ ВЫЕМОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 31.5.1978)

В исполнительных органах современных выемочных комбайнов поперечные колебания, сопутствующие рабочим режимам, возбуждают колебания в новой плоскости [1], что является причиной появления гироскопического момента с модулем

$$M_{\text{гир}} = I_x \omega_1 \omega_2, \quad (1)$$

где I_x — момент инерции исполнительного органа относительно оси собственного вращения, ω_2 — модуль угловой скорости прецессионного движения.

Появление гироскопического момента нежелательно ввиду увеличения динамической напряженности исполнительного органа. Рассмотрим при каких условиях он имеет экстремальные значения. Необходимыми условиями минимума являются равенство к нулю следующих частных производных: $\frac{\partial M_{\text{гир}}}{\partial \omega_1}$ и $\frac{\partial M_{\text{гир}}}{\partial \omega_2}$. Из механических соображений следует, что $\omega_1 \geq 0$ и $\omega_2 \geq 0$. С учетом этих соотношений (1) имеет минимум при $\omega_1 = 0$ или $\omega_2 = 0$. $M_{\text{гир}}$ является возрастающей функцией от ω_1 и ω_2 , и поэтому другой точки минимума он не имеет. $\omega_1 = 0$ является тривиальным случаем. Наоборот, должно быть $\omega_1 \gg 0$, так как современные выемочные комбайны осуществляют высокую нагрузку на очистной забой, что в частности достигается увеличением скорости резания, т. е. увеличением ω_1 . Поэтому для уменьшения гироскопического момента должны ограничить прецессионное движение исполнительного органа. При заданной угловой скорости вращения (ω_1) близость к нулю угловой скорости прецессионного движения (ω_2) можно достигнуть разработкой специальных средств гашения поперечных колебаний исполнительных органов.

Движение исполнительного органа как твердого тела является подобным случаю движения тяжелого гироскопа. Максимальную угловую скорость прецессии определим при помощи дифференциального уравнения вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси, которое для рассматриваемого случая имеет вид

$$I_y \frac{d\omega_2}{dt} = M_y, \quad (2)$$



где I_y — момент инерции исполнительного органа относительно прецессионной оси y ; M_x — вращающий момент относительно y .

Прецессионное движение исполнительного органа носит колебательный характер [1]. Поэтому законы изменения ω_2 и M_y пусть будут соответственно

$$\omega_2 = \omega_0 \sin t \text{ и } M_y = M_0 \cos t, \quad (3)$$

где ω_0 и M_0 — максимальные значения угловой скорости $\overline{\omega_2}$ и вращающего момента за один период. С учетом (3) из (2) получим $\omega_0 = \frac{M_0}{I_y}$. Подставляя эту величину в выражение (1), максимальное значение гироскопического момента

$$(M_{\text{гир}})_{\text{max}} = M_0 \omega_1 \frac{I_x}{I_y}.$$

Таким образом, снижения гироскопического момента можно достигнуть изменением конструктивных параметров системы I_x и I_y . В частности, момент инерции исполнительного органа относительно собственной оси вращения должны уменьшить, а его момент инерции относительно прецессионной оси — увеличить. К примеру, это можно осуществить увеличением длины вала исполнительного органа и уменьшением радиуса режущего диска, т. е. в конечном счете приданием режущему органу цилиндрической формы.

Проведенный анализ можно учесть при конструировании исполнительных органов современных выемочных комбайнов.

Академия наук Грузинской ССР
Институт горной механики
им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 1.6.1978)

საბადოთა დამუშავება და გამდიდრება

ბ. ბანძელაძე

გიროსკოპული მომენტის შემცირების გზები
ვიწროკპირმოღებნიანი ამომღები კომბაინების
შემსრულებელ ორგანოებში

რეზიუმე

დადგენილია, რომ გიროსკოპული მომენტის შემცირებისათვის საჭიროა დამუშავდეს განივი რბევების ჩაქრობის სპეციალური საშუალებები და მჭრელ ორგანოს მიეცეს ცილინდრული ფორმა.



B. R. BANDZELADZE

WAY OF REDUCING THE GYROSCOPIC MOMENT IN THE
PERFORMING MEMBERS OF NARROW GRABBING EXCAVATING
COMBINES

S u m m a r y

The paper deals with the extremal values of expressions of the gyroscopic moment. The closeness of the gyroscopic moment to the minimal value is attainable through elaboration of special means of damping of transverse vibrations and by imparting a cylindrical form to the cutting member.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. Р. Бандзеладзе. Сообщения АН ГССР, 89, № 1, 1978.



РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБОГАЩЕНИЕ

Н. С. НИКОЛАИШВИЛИ

О ВЛИЯНИИ РАДИУСА КРИВИЗНЫ ПОВЕРХНОСТИ
ТЕПЛООБМЕНА НА ТЕМПЕРАТУРНОМ ПОЛЕ МАССИВА
ВОКРУГ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 14.6.1978)

При решении практических задач нестационарного теплообмена между горным массивом и воздушным потоком в выработках глубоких шахт и транспортных тоннелях нередко пользуются аналитическими зависимостями, полученными для плоской стенки бесконечной толщины, преобразованными при помощи коэффициента формы Φ , учитывающего влияние степени искривленности поверхности теплообмена на температурное поле и интенсивность переноса тепла в системе [1, 2].

$$\Phi = \sqrt{\frac{\tau_h}{\tau_n}}, \quad (1)$$

где τ_h и τ_n — соответственно продолжительность проветривания выработки круглой формы и плоской стенки при одинаковой степени охлаждения массива на одном и том же расстоянии от поверхности теплообмена.

В настоящее время среди исследователей нет единого мнения ни о правомерности такого преобразования, ни о способе определения коэффициента формы.

В данной работе сделана попытка оценить влияние радиуса кривизны поверхности теплообмена между породами и рудничным воздухом, установить правомерность подобного преобразования и экспериментально определить значение коэффициента формы Φ .

Поставленная задача решена методом математического моделирования на интеграторе нестационарных процессов ЭИМП-3/66 [3].

Обычно эквивалентный радиус горных выработок шахт и рудников находится в пределах $1 < R < 3$ м, поэтому модели натуры строились в виде R — C контура для следующих значений радиуса кривизны поверхности теплообмена $R=1, 2, 3$ и 30 ($\sim \infty$) м (при $R > 30$ м температурное поле системы практически не зависит от радиуса; теплопроводность пород $\lambda=3,5$ вт/(м·град) и скорость воздушного потока $v=6,0$ м/сек).

Для каждого рассмотренного значения R исследовано температурное поле окружающего выработку массива и поверхности теплообмена и по выражению (1) определены значения Φ при разной относительной температуре (степени охлаждения) поверхности теплообмена, т. е. при разной продолжительности проветривания выработки τ .

Некоторые из полученных основных результатов представлены на рис. 1, 2 и 3, из которых следует, что радиус кривизны оказывает су-



ществленное влияние на процесс теплообмена и распределение температуры в горном массиве — при одной и той же скорости воздушного потока с увеличением эквивалентного радиуса выработки возмущения температурного поля массива возрастают и температура поверхности теплообмена снижается, значение удельного теплового потока, направ-

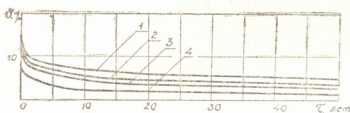


Рис. 1. Динамика относительной температуры поверхности теплообмена во времени при постоянной температуре воздушного потока: 1) $R=1$ м; 2) $R=2$ м; 3) $R=3$ м; 4) $R \approx \infty$ (30 м)

ленного от массива к воздуху уменьшается за счет снижения температурного перепада у поверхности теплообмена (см. рис. 1 и 2). Для практически имеющихся значений эквивалентного радиуса горных выработок шахт и рудников его увеличение вызывает существенное повышение толщины охлажденной зоны пород ($B_{\text{охл.}}$) особенно при постоянной температуре рудничного воздуха, а толщина теплоуравнивающей оболочки ($B_{\text{ур.}}$) практически остается постоянной (см. рис. 2, на котором пунктиром обозначен предполагаемый ход соответствующих кривых).

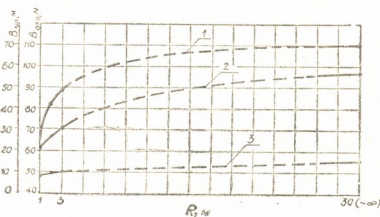


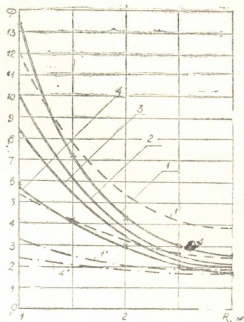
Рис. 2. Зависимость толщины охлажденной зоны (1 — при постоянной, 2 — при переменной температуре рудничного воздуха) и теплоуравнивающей оболочки (3) от радиуса кривизны выработки ($\tau=50$ лет)

Простой способ преобразования аналитических зависимостей для определения удельного теплового потока, коэффициента нестационарного теплообмена и температурного распределения в массиве, полученных при рассмотрении задач нестационарного теплообмена между плоской стенкой бесконечной толщины и воздушным потоком при помощи коэффициента формы [1, 2] — правомочен. Но существующие зависимости для определения Φ не точны и они не пригодны для проведения практических инженерных расчетов.

На рис. 3 представлены кривые зависимости безразмерного коэффициента формы от эквивалентного радиуса горной выработки R для разной степени охлаждения поверхности теплообмена (относительной температуры θ). Приведенный материал показывает, что предложенная А. Ф. Воропаевым [1] зависимость справедлива только при чрезмерно больших поперечных сечениях выработок ($R > 3$ м), а фор-

мула Ю. И. Кулжинского [2] для практических расчетов может быть применена если $1 < R < 1,5$ м, т. е. для весьма узкого круга горных выработок шахт и рудников.

Рис. 3. Зависимость коэффициента формы от радиуса кривизны: 1, 1' — $\theta = 0,23$; 2 — $\theta = 0,24$; 3 — $\theta = 0,25$; 4, 4' — $\theta = 0,26$; — — — по данным моделирования; - - - - по формуле А. Ф. Воропаева; — — — — по формуле Ю. И. Кулжинского; × × × по полуэмпирической зависимости (2)



Поэтому для определения коэффициента формы нами предлагается уточненная полуэмпирическая зависимость

$$\Phi = 1 + 0,43 \sqrt{\frac{a\tau}{R^{2,27}}}, \quad (2)$$

где a — температуропроводность пород, которая, как это следует из рис. 3, обеспечивает высокую точность расчетов для любой степени охлаждения поверхности теплообмена (продолжительность проветривания) горной выработки.

Из вышеприведенного материала следует, что влияние радиуса кривизны на тепловое поле горного массива вокруг выработок глубоких шахт и рудников существеннее, чем это было принято до сих пор.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт горной механики
 им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 15.6.1978)

საბაღოთა დამუშავება და გამომცემება

ბ. ნიკოლაიშვილი

ღრმა შესტების გვირაბების გარემომცველი მასივის
 ტემპერატურათა ველზე თბოგაცემის ზედაპირის
 სიმრუდის რადიუსის გავლენის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია თბოგაცემის ზედაპირის სიმრუდის რადიუსის გავლენა ღრმა შესტებისა და მალარობის გვირაბების გარემომცველ მასივის სითბურ ველზე; მიღებულია ფორმის კოეფიციენტის დაზუსტებული, ნახევრად ემპირიული სანგარიშო გამოსახულება.

N. S. NIKOLAISHVILI

ON THE EFFECT OF THE RADIUS OF CURVATURE OF
THE HEAT EXCHANGE SURFACE ON THE TEMPERATURE FIELD
OF THE MASS AROUND THE UNDERGROUND WORKINGS OF
DEEP-LEVEL MINES

Summary

The effect of the radius of curvature of the heat exchange surface on the thermal yield of the mass around the underground workings of deep-level mines and pits has been studied. A more precise semiempiric relationship has been received for the determination of the coefficient of the form Φ .

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ф. Воропаев. Теория теплообмена рудничного воздуха и горных пород в глубоких шахтах. М., 1966.
2. В. Я. Цодиков. Вентиляция и теплоснабжение метрополитенов. М., 1968.
3. А. Г. Тарапон. Моделирование нестационарных полей на интеграторах ЭИИП. Киев, 1970.



УДК 622.418:536.24

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ И ОБОГАЩЕНИЕ

Ш. И. ОНИАНИ, Т. Г. ПИРЦХАЛАВА

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛООБМЕНА С РУДНИЧНЫМ ВОЗДУХОМ НА ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ ПОВЕРХНОСТИ ТЕПЛОУДАЧИ ОЧИСТНОЙ ВЫРАБОТКИ ПРИ СЛОЕВОЙ РАЗРАБОТКЕ МОЩНЫХ УГОЛЬНЫХ ТОЛЩ С ЗАКЛАДКОЙ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 5.5.1978)

До настоящего времени при построении температурного поля системы «уголь-закладка-порода», необходимого для прогнозирования климатических условий в очистных выработках глубоких шахт со слоевой разработкой мощных угольных толщ и закладкой выработанного пространства, охлаждающее воздействие рудничного воздуха из-за существенных затруднений не учитывалось [1]. В данной работе предпринята попытка оценить роль этого фактора в формировании температурного поля свежееобнаженной поверхности теплоудачи очистной выработки вынимаемого слоя при разработке мощных угольных толщ.

Задача решалась на R—C электрических моделях с сосредоточенными параметрами с применением интегратора ЭИМП-3/66 [2].

Получена критериальная зависимость для определения безразмерной температуры горного массива очистной выработки Φ (рис. 1).

$$\Phi = f(Fo, Bi, R/R_0), \quad (1)$$

где Fo — критерий Фурье; Bi — критерий Био; R/R_0 — безразмерный эквивалентный радиус.

Переход к размерной температуре t (°C) осуществляется по выражению

$$t = \Phi(t_n - t_b) + t_b, \quad (2)$$

где t_n — невозмущенная температура горных пород на глубине расположения очистной выработки, °C; t_b — температура рудничного воздуха, °C.

Допуская, что фронт очистной выемки в слое перемещается равномерно и закладочные работы ведутся циклично, зная среднеинтегральную продолжительность и интенсивность проветривания очистной выработки, по рис. 1 можно определить начальное температурное распределение в прилегающих к свежееуложенной закладке массивах при выемке первого слоя негазоносной угольной толщи. Исходя из этих соображений при моделировании теплопроводности системы «уголь-закладка-порода» задавались различные начальные распределения температуры в прилегающем к закладке массивах, определенные по рис. 1. В результате установлена динамика температурного поля прилегающего к закладке массива толщиной 2,5 м (такая толщина, по технологическим соображениям, считается оптимальной для наклонных угольных слоев); определен характер снижения его относительной

температуры во времени ($\Delta\vartheta^0_{\text{сл}}$), вызванный охлаждающим действием рудничного воздуха, в зависимости от интенсивности проветривания (критерия Био, рис. 2) и его изменение с увеличением времени отработки наклонного слоя при различных коэффициентах теплоусвоения полезного ископаемого (b , Вт/(с^{0.5} · м² · °С), рис. 3).

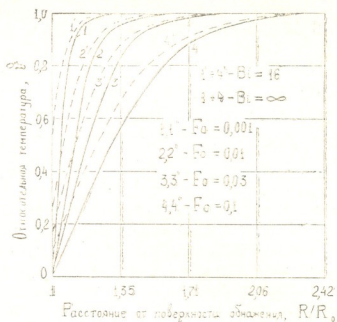


Рис. 1. Динамика температурного поля горного массива очистной выработки

Глубина охлажденной зоны вокруг очистной выработки увеличивается с ростом интенсивности и продолжительности проветривания (критерии Био и Фурье, см. рис. 1). Соответственно наблюдается увеличение снижения средневзвешенной относительной температуры прилегающего к свежеложенной закладке горного массива толщиной

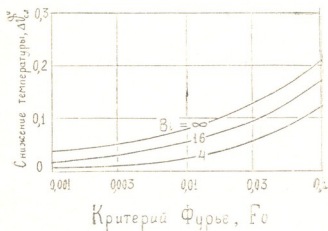


Рис. 2. Динамика снижения температуры угольного слоя мощностью 2,5 м, смежного с вынимаемым, при различной интенсивности проветривания

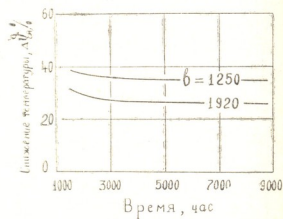


Рис. 3. Динамика снижения относительной температуры вынимаемого слоя в % от $\Delta\vartheta^0_{\text{сл}}$

2,5 м ($\Delta\vartheta^0_{\text{сл}}$, см. рис. 2), причем экспоненциальное — в зависимости от критерия Био и параболическое — от критерия Фурье. Снижение же относительной температуры вынимаемого слоя $\Delta\vartheta_{\text{сл}}$ (в % от $\Delta\vartheta^0_{\text{сл}}$, см. рис. 3) увеличивается при уменьшении времени отработки слоя и коэффициента теплоусвоения полезного ископаемого.

При больших скоростях передвижения фронта очистных работ время интенсивного воздействия вентиляционной струи на теплоотдающую поверхность очистной выработки будет не более суток. В этом случае глубина охлажденной зоны в угле (для $F_0 < 0,03$ и $Bi \rightarrow \infty$, $R/R_0 < 1,7$, см. рис. 1) практически не превышает 1 м ($R_0 \approx 1,4$ м), а снижение относительной температуры прилегающего к свежеложенной закладке слоя горного массива толщиной 2,5 м ($\Delta\theta_{\text{сл}}^0$) доходит до 0,12 (см. рис. 2).

Так как снижение относительной температуры вынимаемого слоя полезного ископаемого в реальных условиях доходит до 40% от $\Delta\theta_{\text{сл}}^0$ (см. рис. 3), то уменьшение средневзвешенной относительной температуры вынимаемого слоя (поверхности теплоотдачи очистной выработки [3]) не превысит 0,05.

В условиях Ткибули-Шаорского каменноугольного месторождения температурный напор между неохлажденными горными породами и рудничным воздухом в очистных выработках первых слоев мощной угольной толщи нижних горизонтов шахт составляет 10–25°C [1]. Следовательно, понижение средневзвешенной температуры поверхности теплоотдачи второго слоя (при восходящей или нисходящей последовательности выемки наклонных слоев в угольной толще) не превысит 0,5–1,2°C. В последующих слоях оно постепенно увеличивается и в среднем может достичь 1,3°C. При делении угольной толщи на отдельные пачки это увеличение меньше.

При гидравлической закладке выработанного пространства максимальное снижение средневзвешенной температуры поверхности теплоотдачи очистной выработки составляет 8–12°C [1]. Поэтому при определении характера формирования температурного поля поверхности теплоотдачи очистной выработки учет влияния охлажденной зоны, созданной в результате теплообмена с рудничным воздухом, является целесообразным.

При дифференцировании периметра поверхности теплоотдачи очистной выработки на отдельные участки [3] величина температурного снижения от воздействия охлажденной зоны, образованной воздействием рудничного воздуха, учитывается отдельно.

Академия наук Грузинской ССР

Институт горной механики

им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 5.5.1978)

საბადოთა დამუშავება და გამდიდრება

ზ. ონიანი, თ. ფირცხალავა

მაღაროს ჰაერთან სითბოს მიმოცვლის გავლენა საწმენდი გვირაბის თბოგაცემის ზედაპირის ტემპერატურათა ველზე ნახშირის მძლავრი ფენების ვსებიტ დამუშავების შემთხვევაში

რ ე ზ ი მ ე

დადგენილია მაღაროს ჰაერთან სითბოს მიმოცვლის შედეგად შექმნილი სამთო მასივის გაცივებული ზონის გავლენა საწმენდი გვირაბის თბოგაცემის ახლად გაშვებული ზედაპირის ტემპერატურათა ველზე ნახშირის მძლავრი ფენების შრეებრივი დამუშავებისა და გამომუშავებული სივრცის ესების შემთხვევაში.

Sh. I. ONIANI, T. G. PIRTSKHALAVA

THE INFLUENCE OF HEAT EXCHANGE WITH THE MINE AIR ON
THE TEMPERATURE FIELD OF THE HEAT EMISSION SURFACE
OF EXCAVATION AT LAYER WORKING OF COAL THICKNESSES
WITH PACKING

Summary

The influence of the cooling area, created by heat exchange with the mine air on the newly exposed temperature field of the heat emission surface of excavation at layer working of coal thicknesses with packing has been established.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. И. Ониани. Тепловой режим глубоких шахт при гидравлической закладке выработанного пространства и сложном рельефе поверхности. Тбилиси, 1973.
2. А. Г. Тарапон. Моделирование нестационарных полей на интеграторах ЭИМП. Киев, 1970.
3. Ш. И. Ониани, Т. Г. Пирцхалава. Сообщения АН СССР, 89, № 2, 1978.



Г. Н. ЗВИАДАДЗЕ, О. В. ШЕНГЕЛИЯ, Р. С. РАЗМАДЗЕ, Е. С. ТАБАТАДЗЕ,
 Н. В. ЧХИКВАДЗЕ

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА АЛЮМОТЕРМИЧЕСКОГО
 ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФТОРИДА ДИСПРОЗИЯ В ВАКУУМЕ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 28.4.1978)

В настоящее время основным методом получения сплавов редкоземельных металлов (РЗМ) с другими металлами является сплавление заранее полученных чистых металлов, которое характеризуется двухэтапностью процесса, усложняющей технологию производства лигатур.

В данной статье изложены результаты экспериментального изучения термодинамики, кинетики и термографических исследований процесса алюмотермического восстановления фторида диспрозия в вакууме с непосредственным получением сплава $XAl-Dy$.

1. Термодинамика процесса. Восстановление фторида диспрозия алюминием протекает по реакции $DyF_3 + XAl \rightarrow AlF_3 + DyAl_{x-1}$.

Для экспериментального изучения равновесия реакций было проведено измерение давления пара фтористого алюминия над реакционной смесью методом потока.

Описание установки и методика эксперимента даны в [1].

Результаты экспериментального определения равновесного давления пара фторида алюминия над смесью $XAl + DyF_3$ представлены в табл. 1.

Таблица 1
 Равновесное давление пара AlF_3 над смесью $XAl + DyF_3$

Температура		Давление пара	
°C	°K	P, мм рт. ст.	P, атм.
875	1148	0,28	$3,68 \cdot 10^{-4}$
900	1173	0,50	$6,55 \cdot 10^{-4}$
925	1198	0,71	$9,34 \cdot 10^{-4}$
950	1223	0,86	$1,13 \cdot 10^{-3}$
975	1248	1,51	$1,99 \cdot 10^{-3}$

По данным этой таблицы составлено уравнение температурной зависимости равновесного давления пара процесса восстановления фторида диспрозия алюминием

$$\lg P_{\text{мм рт.ст.}} = 8,45 - \frac{10330}{T} \quad (1148-1248^\circ\text{K}).$$

2. Кинетика процесса. Ввиду интенсивного испарения фторида алюминия при высоких температурах, изучение кинетики процесса



алюмотермического восстановления фторида диспрозия в вакууме возможно по методу автоматической регистрации убыли веса. Схема установки и методика эксперимента приведены в [2].

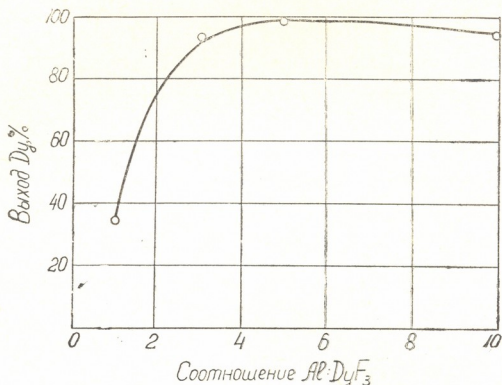


Рис. 1. Зависимость выхода диспрозия от изменения молярного соотношения $Al:DyF_3$ при температуре $1000^\circ C$

Результаты экспериментов, которые представлены на рис. 1, показали, что при наличии вакуума 10^{-2} мм рт. ст. повышение значения молярного соотношения $Al:DyF_3$ до 5 приводит к значительному ро-

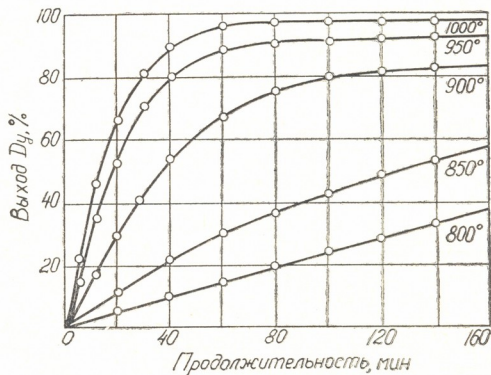


Рис. 2. Кинетические кривые алюмотермического восстановления фторида диспрозия в вакууме при соотношении $Al:DyF_3=5$

сту выхода диспрозия. Дальнейшее насыщение смеси восстановителем несколько ухудшает показатели процесса.

На рис. 2 представлены кинетические кривые восстановления фторида диспрозия алюминием при различных температурах в вакууме

10^{-2} мм рт. ст. Убыль веса образца наблюдается с 800°C ; с увеличением температуры выход диспрозия возрастает, достигая 99% при 1000°C .

Изменение факторов давления брикетирования смеси в пределах $2500\text{--}10000$ кг/см² и крупности зерен порошкового алюминия до 2 мм не дает существенного расхождения в показателях процесса. Это может быть объяснено прохождением реакции между жидким восстановителем и твердой исходной солью в исследуемом температурном интервале.

По экспериментальным данным составлено экспоненциальное уравнение зависимости степени восстановления от продолжительности процесса при различных температурах типа $y=100(1-e^{-a\tau})$, где y — степень восстановления, %; τ — продолжительность, мин; a — постоянная уравнения, вычисленная с применением метода наименьших квадратов.

Производная этого уравнения $\left(\frac{dy}{d\tau}\right)$ является скоростью реакции в заданной точке кривой.

Таблица 2

Константы скорости реакции $\text{DyF}_3 + \text{XAl} \rightarrow \text{AlF}_3 + \text{DyAl}_{x-1}$ при различных температурах

Температура, $^{\circ}\text{K}$	1073	1123	1173	1223	1273
Логарифмы константы скорости	-0,57	-0,26	0,2	0,52	0,66

В табл. 2 приведены значения константы скорости реакции в температурном интервале $1073\text{--}1273^{\circ}\text{K}$ при молярном соотношении реагентов $\text{Al}:\text{DyF}_3=5$.

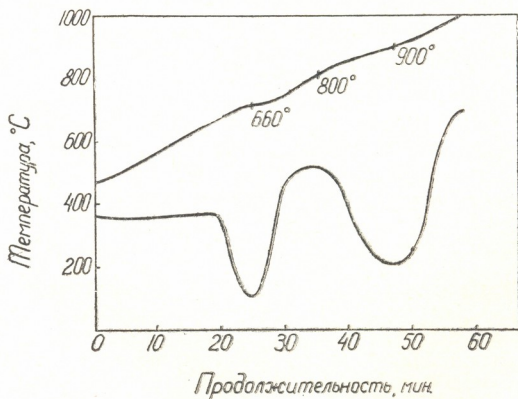


Рис. 3. Термограмма нагрева смеси фторида диспрозия с алюминием в вакууме при соотношении $\text{Al}:\text{DyF}_3=5$

Энергия активации реакции, рассчитанная с помощью этих констант, равна 38,9 ккал/моль.



3. Термографическое исследование. Опыты проводились при оптимальном соотношении шихты $Al:DyF_3=5$.

На термограмме нагрева смеси фторида диспрозия с алюминием, в вакууме 10^{-2} мм рт. ст., представленной на рис. 3, зафиксированы два ярко выраженных эндоэффекта. Первый из них при 660° соответствует плавлению алюминия, а второй, начинающийся вблизи 800° , относится к алюмотермическому восстановлению фторида диспрозия.

Термограмма нагрева смеси $Al:DyF_3=5$ показала, что при атмосферном давлении аргона алюмотермическое восстановление фторида диспрозия в исследуемом температурном интервале практически не протекает.

Проведенные исследования показали осуществимость восстановления фторида диспрозия алюминием в вакууме и возможность практически полного перевода диспрозия из фторида в металлическую форму в виде его сплава с алюминием, что подтвердилось проведенными химическими анализами продуктов реакции.

Академия наук Грузинской ССР

Институт металлургии

(Поступило 28.4.1978)

მეტალურგია

ბ. ზვიადაძე, ო. შენგელია, რ. რაზმაძე, ე. ტაბატაძე, ნ. ჩხიკვაძე

პაკუმში დისპროზიუმის ფთორიდის ალუმოთერმული აღდგენის პროცესის შესწავლა

რეზიუმე

ექსპერიმენტულად შესწავლილია დისპროზიუმის ფთორიდის ალუმოთერმული აღდგენის თერმოდინამიკა და კინეტიკა. ჩატარებულია პროცესის თერმოგრაფიული კვლევა და დადგენილია ამ პროცესში ალუმინ-დისპროზიუმის შენადნის მიღების შესაძლებლობა.

METALLURGY

G. N. ZVIADADZE, O. V. SHENGELIA, R. S. RAZMADZE, E. S. TABATADZE,
N. V. CHKHIKVADZE

STUDY OF THE ALUMINOTHERMIC REDUCTION PROCESS OF DYSPROSIUM FLUORIDE

Summary

The thermodynamics and kinetics of DyF_3 aluminothermic reduction were experimentally studied; thermographic investigations of the process were carried out, and the feasibility of obtaining Al-Dy alloys during this process was determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Н. Звиададзе, О. В. Шенгелия. Сообщения АН ГССР, XLII, № 1, 1966.
2. Г. Н. Звиададзе, Е. С. Табатадзе, Д. В. Вацадзе. ЖНХ, № 2, 1967.



М. Г. КЕКУА

О ВЛИЯНИИ ГЕРМАНИЯ НА НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРЕМНИЯ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 18.5.1978)

Из физических свойств, выделяющих полупроводники в особый класс твердых тел, наиболее важное значение имеют электрические параметры. Однако в каждой области технического применения полупроводниковых материалов выдвигаются свои специфические требования к их основным характеристикам. В этом отношении, наряду с электрическими, важное значение приобретают их физико-механические свойства [1]. Знание этих свойств имеет также теоретическое значение, так как механическая прочность, как и другие свойства полупроводника и вообще всех твердых тел, в своей основе связаны с действующими в материале силами связи [2, 3].

Объем известных сведений о механических свойствах алмазоподобных полупроводниковых материалов довольно незначителен. Что касается сплавов системы кремний-германий и влияния германия на структуру и механические свойства кремния, то сведения о них, за исключением [4, 5], в литературе вовсе отсутствуют.

Для получения информации о пригодности материалов в качестве деталей, работающих под напряжением при высокой температуре, недостаточно испытания механических свойств при комнатной температуре. Литературные данные о механических свойствах кремния при повышенной температуре противоречивы, о сплавах же кремний-германий вовсе ничего не известно.

Настоящая работа посвящена исследованию изменения при комнатной температуре микроструктуры, микротвердости и при высокой температуре механической прочности на изгиб и сжатие кремния в зависимости от содержания в нем германия.

Для исследования были взяты чистый кремний и сплавы на его основе с содержанием германия 2,5; 5,0; 10,0; 16,5; 22,5 и 24 ат%.

Экспериментальные образцы были вырезаны из кристаллов, полученных методом выращивания из большего объема расплава [6].

Образцы исследовались без предварительного отжига. На кусках, отрезанных из примыкающей части образцов, предназначенных для испытания механической прочности, были изучены при комнатной температуре: удельное электросопротивление, эффект Холла, микроструктура и микротвердость. Удельное электросопротивление измерялось обычным компенсационным методом. Эффект Холла изучался при постоянном токе и постоянном магнитном поле, равном $8 \cdot 10^3$ э.

На образцах размерами 10×10 и высотой 15 мм была измерена прочность на сжатие; для испытания на изгиб были взяты образцы $5 \times 5 \times 25$ мм³. Испытание осуществлялось нагружением одной сосредоточенной силы в середине образца, свободно лежащего на двух опорах, расстояние между которыми составляло 15 мм. Испытания проводились.



лись на универсальном пятитонном прессе УММ-5 при помощи приспособленной к нему специальной нагревательной камеры, предназначенной для испытания малых образцов на сжатие и изгиб в температурном интервале 300—1175°К. Для нагрева образцов служил электрический нагреватель сопротивления. Длина зоны равномерного нагрева в 5 раз превышала высоту образца. Температура измерялась платина-платина-родиевой термопарой, горячий спай которой устанавливался у середины экспериментального образца. Учитывая, что окисление поверхности образцов кремния не оказывает влияния на его механические свойства [7], испытание проводилось без защитной атмосферы. Каждое полученное значение механической прочности соответствует усредненным результатам испытаний трех образцов.

Электрические характеристики. Экспериментальные образцы были Р-типа проводимости, удельное электросопротивление образцов кремния менялось в пределах 90—120 ом·см, концентрация носителей не превышала $2\text{--}3 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$. Электросопротивление сплавов составляло 80 ом·см, при концентрации носителей тока $1 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$.

Микротвердость. Микротвердость образцов измерялась на приборе ПМТ-3 при нагрузке 50 г на травленных микрошлифах (рис. 1). Средняя квадратичная ошибка измерений не превышала $\pm 15 \text{ кг/мм}^2$.

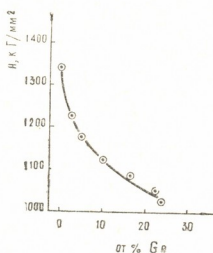


Рис. 1. Зависимость микротвердости кремния от содержания германия

Ход кривой изменения микротвердости показывает, что присадка германия понижает микротвердость кремния. Отметим, что при сравнительно малых концентрациях германия (~ до 10 ат%) микротвердость кремния падает быстрее, чем при повышенных концентрациях. Следовательно, изменение микротвердости кремния в зависимости от концентрации германия отходит от линейного закона, в отличие от результатов [4], и достаточно хорошо коррелирует с изменением ширины запрещенной зоны [8]. Таким образом, полученная в данной работе закономерность изменения микротвердости кремния в зависимости от содержания германия хорошо согласуется с результатами работы [5]. Наблюдаемое некоторое завышение значений микротвердости следует связать с большей чистой исследованных в настоящей работе экспериментальных образцов.

Прочность на сжатие и изгиб⁽¹⁾. Результаты исследования прочности на сжатие и изгиб отражены на рис. 2 и 3 соответственно. Как видно из графиков, общий характер зависимости от температуры исследованных параметров как для кремния, так и для легированных германием образцов сохраняется. В зависимости от увеличения

(1) Измерения проведены Н. К. Бигвава и Н. У. Гамкрелидзе.



концентрации германия в кремнии наблюдаются две характерные области — сильного разупрочнения и малого изменения механических параметров. При содержании германия в кремнии до 8—10 ат% механическая прочность последнего при комнатной температуре на сжатие падает от 10 до 4 кг/мм², на изгиб — от 7,5 до 3,1 кг/мм². С дальнейшим увеличением германия до 24 ат% прочность на сжатие и изгиб меняется лишь на 1,5 и 0,7 кг/мм² соответственно. Полученная концентрационная зависимость изменения прочности на сжатие и изгиб кремния при комнатной температуре в зависимости от содержания германия хорошо согласуется с изменением микротвердости. Выявленная в условиях комнатной температуры закономерность концентрационной зависимости механической прочности кремния, согласно приведенным изотермам (рис. 2 и 3), сохраняется и при высоких температурах.

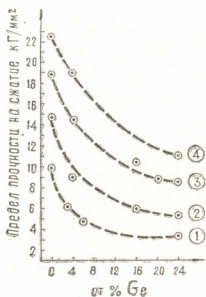


Рис. 2. Изотермы прочности на сжатие кремния и его сплавов с германием для температур по Кельвину: 1—300°; 2—575°; 3—875°; 4—1175°

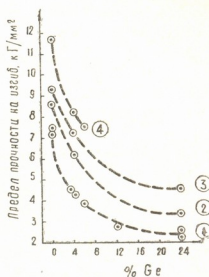


Рис. 3. Изотермы прочности на изгиб кремния и его сплавов с германием для температур по Кельвину: 1—300°; 2—575°; 3—875°; 4—1175°

Как видно из приведенных изотерм, механические параметры как кремния, так и его сплавов с германием проявляют прямую зависимость от температуры, что хорошо согласуется с выводами авторов [7, 9, 10] и существенно отличается от данных [11, 12]. Указанное различие, возможно, обусловлено тем, что испытывавшиеся нами образцы были поликристаллическими; не исключено также, что оно связано с кислородом, который, вероятно, содержат образцы, и с особенностями их дислокационной структуры. Это должно быть предметом дальнейшего исследования.

Таким образом, впервые изучена механическая прочность на сжатие и изгиб кремния в зависимости от содержания германия. Установлено, что введение германия в решетку кремния снижает его механическую прочность. С повышением температуры от 300 до 1175°K происходит упрочнение кремния и его сплавов с германием.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии
им. 50-летия СССР

(Поступило 26.5.1978)

მ. კეკუა

გერმანიუმის გავლენის შესახებ სილიციუმის ზოგნიერთ
 ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებაზე

რეზიუმე

სილიციუმში გერმანიუმის შემცველობასთან დამოკიდებულებით შესწავლილია მიკროსისალე და სიმტკიცე კუმშვაზე და ღუნვაზე. დადგენილია, რომ გერმანიუმის ატომების სილიციუმის მესერში შეყვანით სილიციუმის სიმტკიცე მცირდება.

300—1175°K ტემპერატურულ ინტერვალში მექანიკური პარამეტრების შესწავლის შედეგად გამოვლენილია ტემპერატურის გაზრდით სილიციუმისა და მისი გერმანიუმთან შენადნების განმტკიცების ეფექტი.

METALLURGY

M. G. KEKUA

GERMANIUM EFFECT ON SOME PHYSICO-MECHANICAL
 PROPERTIES OF SILICON

Summary

The microhardness, compression strength and bending strength of silicon, depending on its content of germanium, have been studied. The strength of silicon decreases when germanium atoms are introduced into the silicon lattice.

Mechanical parameter measurements in the temperature range 300—1175°K demonstrated the strengthening effect of silicon and its alloys with germanium.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. К. Иорданишвили. Термоэлектрические источники питания. М., 1968.
2. А. Ф. Иоффе. Радиотехника и электроника, 1, 8, 1956, 1036.
3. Н. А. Горюнова. Химия алмазоподобных полупроводников. Л., 1963.
4. С. С. Wang, В. Н. Alexander. Acta Metallurgica, 3, 1955, 515.
5. М. Г. Кекуа, Э. В. Хуцишвили. Изв. АН СССР, Неорганические материалы, 3, 1967, 1166.
6. W. F. Leverton. J. Appl. Phys., 8, 1958, 1241.
7. W. D. Silvestrowicz. Phil. Mag., 7, № 83, 1962, 1825.
8. R. Braunstein, A. R. Moore, F. Herman. Phys. Rev., 109, 1958, 695.
9. Е. М. Савицкий, В. Ф. Терехова. Труды ИОНХ, АН СССР, Химия редких элементов, вып. 2, 1955.
10. Г. В. Цагарейшвили. Автореферат докт. дисс. Киев, 1971.
11. В. Г. Говорков, В. Р. Регель. ФТТ, 3, 5, 1961, 1324.
12. В. Г. Говорков. Кристаллография, 6, 5, 1961, 789.



Н. С. ДАВИТАШВИЛИ

КИНЕТИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ ПЯТИЗВЕННОГО СФЕРИЧЕСКОГО КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. С. Тавхелидзе 4.5.1978)

Рассмотрим пятизвенный сферический кривошипно-ползунный механизм $ABDC$ (рис. 1). Определим кинематическую точность указанного механизма по известной функции его положения.

Размеры звеньев механизма l_2, l_3, l_4 , дезаксиала a и расстояние u_D заданы сферическим расстоянием. Заданы также углы поворота φ_3 и φ_4 кривошипов 2 и 3 соответственно.

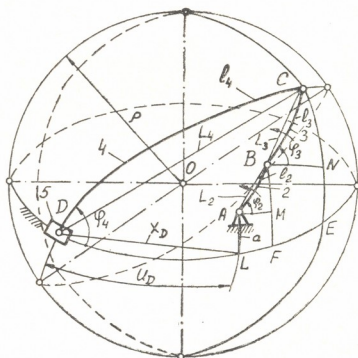


Рис. 1

Для решения данной задачи, кроме размеров звеньев и положения ведущих звеньев, будут заданы также первичные погрешности $\Delta l_2, \Delta l_3, \Delta l_4, \Delta a, \Delta \varphi_2$ и $\Delta \varphi_3$, вызванные соответственно неточностью размеров кривошипов 2 и 3, шатуна 4, дезаксиала a , и от положения звеньев 2 и 3.

Рассмотрев сферические треугольники CDE, ABM, BCN и сферическое расстояние DE , напишем

$$\sin l_4 \sin \varphi_4 = \sin l_3 \cos a \sin \varphi_3 (1 - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2)^{1/2} + \sin l_2 \cos a \sin \varphi_2 \times \\ \times (1 - \sin^2 l_3 \sin^2 \varphi_3)^{1/2} + \sin a [(1 - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2) (1 - \sin^2 l_3 \sin^2 \varphi_3)]^{1/2} - \\ - \sin l_2 \sin l_3 \sin a \sin \varphi_2 \sin \varphi_3; \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} u_D [1 - \operatorname{tg} l_2 \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_2 \cos \varphi_3 + \operatorname{tg} l_4 \cos \varphi_4 (\operatorname{tg} l_2 \cos \varphi_2 + \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_3)] = \\ = \operatorname{tg} l_4 \cos \varphi_4 (1 - \operatorname{tg} l_2 \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_2 \cos \varphi_3) - \operatorname{tg} l_2 \cos \varphi_2 - \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_3.$$



Решением системы уравнений (1) определяется соответственно угол φ_4 и сферическое расстояние u_D .

Находим частные дифференциалы системы уравнений (1), исключаем погрешность $\Delta\varphi_4$ и в отдельности рассматриваем влияние первичных погрешностей длин звеньев и положений ведущих звеньев на погрешность положения ведомого звена. Будем иметь шесть случаев.

1. Если допустим, что $\Delta l_3=0$; $\Delta l_4=0$; $\Delta a=0$; $\Delta\varphi_2=0$; $\Delta\varphi_3=0$, то погрешность положения ведомого звена, вызванная неточностью звена 2,

$$\Delta u_{D(l_2)} = \Delta l_2 \frac{k_1}{k_2}, \quad (2)$$

где

$$k_1 = \frac{\operatorname{tg} \varphi_4}{\cos l_4} [\operatorname{tg} u_D (\operatorname{tg} l_2 \cos \varphi_2 + \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_3) - 1 + \operatorname{tg} l_2 \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_2 \cos \varphi_3] \times \\ \times \left[\cos l_2 \cos a \sin \varphi_2 (1 - \sin^2 l_3 \sin^2 \varphi_3)^{1/2} - \frac{1}{2} \sin 2l_2 \sin l_3 \cos a \sin^2 \varphi_2 \sin \varphi_3 \times \right. \\ \times (1 - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2)^{-1/2} - \frac{1}{2} \sin 2l_2 \sin a \sin^2 \varphi_2 [(1 - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2) (1 - \\ \left. - \sin^2 l_3 \sin^2 \varphi_3)]^{-1/2} - \cos l_2 \sin l_3 \sin a \sin \varphi_2 \sin \varphi_3 \right] + \operatorname{tg} u_D \frac{1}{\cos^2 l_2} \times \\ \times (\operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_2 \cos \varphi_3 - \operatorname{tg} l_4 \cos \varphi_2 \cos \varphi_4) - \frac{1}{\cos^2 l_2} \cos \varphi_2 (1 + \operatorname{tg} l_3 \operatorname{tg} l_4 \cos \varphi_3 \cos \varphi_4); \\ k_2 = \frac{1}{\cos^2 u_D} [1 - \operatorname{tg} l_2 \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_2 \cos \varphi_3 + \operatorname{tg} l_4 \cos \varphi_4 (\operatorname{tg} l_2 \cos \varphi_2 + \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_3)].$$

2. Если допустим, что $\Delta l_2=0$; $\Delta l_4=0$; $\Delta a=0$; $\Delta\varphi_2=0$; $\Delta\varphi_3=0$, то погрешность положения ведомого звена, вызванная неточностью звена 3,

$$\Delta u_{D(l_3)} = \Delta l_3 \frac{k_3}{k_2}, \quad (3)$$

где

$$k_3 = \frac{1}{\cos^2 l_3} [\operatorname{tg} u_D (\operatorname{tg} l_2 \cos \varphi_2 \cos \varphi_3 - \operatorname{tg} l_4 \cos \varphi_3 \cos \varphi_4) - \cos \varphi_2 (1 + \\ + \operatorname{tg} l_2 \operatorname{tg} l_4 \cos \varphi_2 \cos \varphi_4)] + \frac{\operatorname{tg} \varphi_4}{\cos l_4} \left\{ (\operatorname{tg} l_2 \cos \varphi_2 + \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_3 - 1 + \\ + \operatorname{tg} l_2 \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_2 \cos \varphi_3) \cdot [\cos l_3 \cos a \sin \varphi_3 (1 - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2)^{1/2} - \right. \\ \left. - \frac{1}{2} \sin l_2 \sin 2l_3 \cos a \sin \varphi_2 \sin^2 \varphi_3 (1 - \sin^2 l_3 \sin^2 \varphi_3)^{-1/2} - \right. \\ \left. - \frac{1}{2} \sin 2l_3 \sin a \sin^2 \varphi_3 (1 - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2) [(1 - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2) (1 - \right. \\ \left. - \sin^2 l_3 \sin^2 \varphi_3)]^{-1/2} - \sin l_2 \cos l_3 \sin a \sin \varphi_2 \sin \varphi_3 \right\}.$$

3. Если $\Delta l_2=0$; $\Delta l_3=0$; $\Delta a=0$; $\Delta\varphi_2=0$; $\Delta\varphi_3=0$, то погрешность положения ведомого звена, вызванная неточностью звена 4,

$$\Delta u_{D(l_4)} = \Delta l_4 \frac{k_4}{k_2}, \quad (4)$$

где

$$k_4 = \frac{\cos \varphi_4}{\cos^2 l_4} [1 - \operatorname{tg} l_2 \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_2 \cos \varphi_3 - \operatorname{tg} u_D (\operatorname{tg} l_2 \cos \varphi_2 + \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_3)] + \\ + \sin \varphi_4 \operatorname{tg} \varphi_4 (1 - \operatorname{tg} l_2 \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_2 \cos \varphi_3 - \operatorname{tg} l_2 \cos \varphi_2 - \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_3).$$

4. Если $\Delta l_2=0$; $\Delta l_3=0$; $\Delta l_4=0$; $\Delta \varphi_2=0$; $\Delta \varphi_3=0$, то погрешность положения ведомого звена, вызванная неточностью дезаксиала a ,

$$\Delta u_{D(a)} = \Delta a \frac{k_5}{k_2}, \quad (5)$$

где

$$k_5 = \frac{\operatorname{tg} \varphi_4}{\cos l_4} \{ \cos a [(1 - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2)(1 - \sin^2 l_3 \sin^2 \varphi_3)]^{1/2} - \sin l_2 \sin l_3 \cos a \times \\ \times \sin \varphi_2 \sin \varphi_3 - \sin a [\sin l_3 \sin \varphi_3 (1 - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2)^{1/2} + \sin l_2 \sin \varphi_2 (1 - \\ - \sin^2 l_3 \sin^2 \varphi_3)^{1/2}] [\operatorname{tg} u_D (\operatorname{tg} l_2 \cos \varphi_2 + \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_3) - 1 + \operatorname{tg} l_2 \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_2 \cos \varphi_3] \}.$$

5. Если $\Delta l_2=0$; $\Delta l_3=0$; $\Delta l_4=0$; $\Delta a=0$; $\Delta \varphi_3=0$, то погрешность положения ведомого звена, вызванная неточностью положения звена 2,

$$\Delta u_{D(\varphi_2)} = \Delta \varphi_2 \frac{k_6}{k_2}, \quad (6)$$

где

$$k_6 = \operatorname{tg} u_D \operatorname{tg} l_2 \sin \varphi_2 (1 + \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_3) + \frac{\operatorname{tg} \varphi_4}{\cos l_4} [\sin l_2 \cos \varphi_2 (\sin l_3 \sin a \sin \varphi_3 + \\ + \cos a (1 - \sin^2 l_3 \sin^2 \varphi_3)^{1/2}) - \frac{1}{2} \sin^2 l_2 \sin 2\varphi_2 (\sin l_3 \cos a \sin \varphi_3 (1 - \\ - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2)^{-1/2} + \sin a (1 - \sin^2 l_3 \sin^2 \varphi_3) [(1 - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2)(1 - \\ - \sin^2 l_3 \sin^2 \varphi_3)]^{-1/2})] [\operatorname{tg} u_D (\operatorname{tg} l_2 \cos \varphi_2 + \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_3) - 1 + \operatorname{tg} l_2 \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_2 \cos \varphi_3].$$

6. Если $\Delta l_2=0$; $\Delta l_3=0$; $\Delta l_4=0$; $\Delta a=0$; $\Delta \varphi_2=0$, то погрешность положения ведомого звена, вызванная неточностью положения звена 3,

$$\Delta u_{D(\varphi_3)} = \Delta \varphi_3 \frac{k_7}{k_2}, \quad (7)$$

где

$$k_7 = \operatorname{tg} l_3 \sin \varphi_3 (1 + \operatorname{tg} l_2 \operatorname{tg} l_4 \cos \varphi_2 \cos \varphi_4 + \operatorname{tg} l_4 \cos \varphi_4 - \operatorname{tg} u_D \operatorname{tg} l_2 \cos \varphi_2) + \\ + \frac{\operatorname{tg} \varphi_4}{\cos l_4} \{ [\operatorname{tg} u_D (\operatorname{tg} l_2 \cos \varphi_2 + \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_3) - 1 + \operatorname{tg} l_2 \operatorname{tg} l_3 \cos \varphi_2 \cos \varphi_3] \times \\ \times (\sin l_3 \cos \varphi_3 [\cos a (1 - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2)^{1/2} - \sin l_2 \sin a \sin \varphi_2] - \\ - \frac{1}{2} \sin^2 l_3 \sin 2\varphi_3 [\sin l_2 \cos a \sin \varphi_2 (1 - \sin^2 l_3 \sin^2 \varphi_3)^{-1/2} + \\ + \sin a (1 - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2) [(1 - \sin^2 l_2 \sin^2 \varphi_2)(1 - \sin^2 l_3 \sin^2 \varphi_3)]^{-1/2}) \}.$$

Суммарная погрешность положения ведомого звена

$$\Delta u_D = \Delta u_{D(l_2)} + \Delta u_{D(l_3)} + \Delta u_{D(l_4)} + \Delta u_{D(a)} + \Delta u_{D(\varphi_2)} + \Delta u_{D(\varphi_3)}. \quad (8)$$

Если сферические расстояния l_i выразить радиусом сферы ρ и соответствующими хордами L_i , то при $\rho \rightarrow \infty$, как частный случай, получим известные выражения [1] для определения кинематической точности плоского пятизвенного кривошипно-ползунного механизма.



Интересным частным случаем указанного механизма является же сферический и плоский четырехзвенные кривошипно-ползунные механизмы. В этом случае $l_2=0$ и получаем известные выражения [2, 3].

Таким образом, для сферического пятизвенного кривошипно-ползунного механизма определена погрешность положения ведомого звена, вызванная неточностью изготовления звеньев и неточностью положений ведущих звеньев механизма. Как частные случаи получаются формулы, определяющие суммарную погрешность аналогичного плоского и четырехзвенных сферического и плоского кривошипно-ползунных механизмов.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 18.5.1978)

მანქანათმშენობა

ბ. ღაბითაშვილი

სფერული ხუთრგოლა მრუდმხარა-ცოცია მექანიზმის
კინემატიკური სიზუსტე

რეზიუმე

განხილულია სფერული ხუთრგოლა მრუდმხარა-ცოცია მექანიზმის კინემატიკური სიზუსტე მექანიზმის მდებარეობის ცნობილი ფუნქციის მიხედვით. კერძო შემთხვევის სახით მიიღება ხუთრგოლა ბრტყელი და ოთხრგოლა სფერული და ბრტყელი მრუდმხარა-ცოცია მექანიზმების ცდომილების განმსაზღვრელი გამოსახულებები.

MACHINE BUILDING SCIENCE

N. S. DAVITASHVILI

THE KINEMATIC ACCURACY OF FIVE-LINK CRANK AND SLIDER SPHERICAL MECHANISMS

Summary

The determination of the kinematic accuracy of a five-link crank and slider spherical mechanism according to the known function of its situation is considered.

As a private case, the results obtained can be used to determine the error for five-link plane and four-link spherical and plane crank-slider mechanisms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. С. Тавхелидзе, Н. С. Давиташвили, Ш. Д. Гловели. Сообщения АН ГССР, 89, № 3, 1978.
2. Н. С. Давиташвили. 22-й Международный научный коллоквиум. ГДР, Политехнический институт г. Ильменау. 24—28 октября, 1977.
3. В. П. Коротков, Т. А. Тайц. Основы метрологии и точности механизмов приборов. М., 1961.

И. П. КОРНАУЛИ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОСКОГО ТРЕНИЯ КОСЫМ УДАРОМ

(Представлено академиком Р. Р. Двали 30.6.1978)

Плоским трением условно можно назвать скольжение по плоскости тела с произвольной конфигурацией. К этому виду трения можно отнести, например, работу дисковых тормозов и муфт сцепления, скольжение колес по грунту и рельсам при торможении машин, строгание и шлифование металлов и т. п.

В качестве примера рассмотрим систему трения, изображенную на рис. 1. Пусть тело 1 движется прямолинейно по плоскости под действием силы T со скоростью V_t . Одновременно тело будет обладать нормальными скоростями отрыва U_n и удара V_n о плоскость, совершая при этом нормальные колебания по отношению к плоскости касания [1].

В общем случае трение твердых тел можно рассматривать как ударное взаимодействие отдельных неровностей [2, 3]. Поскольку тело 1 обладает взаимонормальными скоростями движения, то очевидно, что элементарный акт касания этого тела с плоскостью можно моделировать как косой удар. Так как при косом ударе тел соударение происходит по боковым поверхностям неровностей, то поверхности трения можно моделировать клиньями с расчетным углом наклона θ [4]. Нормальные и тангенциальные перемещения тела 1 за время его отрыва от плоскости касания, измеряемые в большинстве случаев микронами, для ясности показаны на рис. 2 в увеличенном виде.

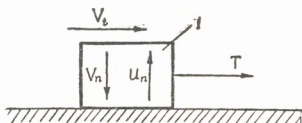


Рис. 1. Система плоского трения

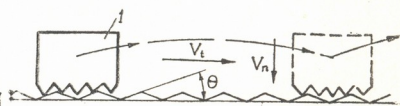


Рис. 2. Моделирование плоского трения косым ударом

Используя формулу для расчета коэффициента восстановления нормальной составляющей скорости при косом ударе тел [4], можно определить нормальную скорость отрыва тела 1 от плоскости:

$$U_n = (1 + \epsilon) (V_t \sin \theta \cos \theta - V_n \sin^2 \theta) + \epsilon V_n, \quad (1)$$

где V_t и V_n — тангенциальная и нормальная скорости тела 1 до удара; ϵ — коэффициент отталкивания. При получении формулы (1) учитывается, что в случае трения потери нормальной скорости на преодоление вязкого трения не имеют места, так как вязкое сопротивление преодолевается тангенциальной силой трения.



Так как скорости V_n и U_n равны, то из формулы (1) будем иметь

$$V_n = \frac{(1 + \varepsilon) V_t \sin \theta \cos \theta}{1 - \varepsilon \cos^2 \theta + \sin^2 \theta}. \quad (2)$$

Из рассмотренной выше схемы следует, что относительное скольжение происходит лишь за время удара тела 1 о шероховатую поверхность. Оно может быть рассмотрено как одновременный подъем тела 1 по микронеровностям со скоростью $V_t \cos \theta$ и спуск со скоростью $V_n \sin \theta$. Результирующая скорость подъема определяется следующим выражением:

$$V_\phi = V_t \cos \theta - V_n \sin \theta = V_t \cos \theta \frac{1 - \varepsilon}{1 - \varepsilon \cos^2 \theta + \sin^2 \theta}. \quad (3)$$

Скорость V_ϕ можно назвать истинной скоростью скольжения при плоском трении.

Определим тангенциальное сопротивление перемещению тела 1. Рассматривая трение как результат преодоления сил сцепления между поверхностями и подъема по микронеровностям [2, 5], можно написать формулу силы трения, необходимой для преодоления этих сопротивлений:

$$F = (P + aS) \operatorname{tg} \theta, \quad (4)$$

где S — номинальная площадь трения; a — сила молекулярного притяжения, приходящаяся на единицу номинальной площади; P — нормальная нагрузка. Формула (4) получена из допущения, что молекулярные силы притяжения влияют на силу трения как дополнительная нормальная нагрузка [5].

В реальных условиях на поверхностях твердых тел всегда имеются пленки и слои различного происхождения, выполняющие роль смазки [2, 6]. А. С. Ахматовым [6] и другими исследователями было показано, что в случае трения зеркальных металлических поверхностей вязкое сопротивление наблюдается при толщине смазочного слоя более 0,1 мкм. Так как толщина пленки на поверхностях твердых тел, работающих в реальных условиях, всегда превышает эту критическую толщину, то можно полагать, что трение таких тел сопровождается вязким сопротивлением скольжению. Следовательно, полное сопротивление перемещению при плоском трении реальных тел запишется так:

$$T = F + \frac{\eta S V_\phi}{\cos \theta}, \quad (5)$$

где η — удельная сила вязкого трения при скорости скольжения, равной единице.

С учетом формул (3) и (4) получаем

$$T = (P + aS) \operatorname{tg} \theta + \eta S V_t \frac{1 - \varepsilon}{1 - \varepsilon \cos^2 \theta + \sin^2 \theta}. \quad (6)$$

Обозначим $\operatorname{tg} \theta = f$. Тогда получим

$$T = (P + aS) f + \eta S V_t \left[1 - \frac{f^2 (1 + \varepsilon)}{1 + 2f^2 - \varepsilon} \right]. \quad (7)$$

Однако с увеличением тангенциальной скорости сила трения должна уменьшаться за счет уменьшения времени взаимодействия отдельных выступов [2]. Следовательно, можно в первом приближении при-

нять, что с увеличением тангенциальной скорости V_t параметры a и f уменьшаются по гиперболическому закону, т. е.

$$a = \frac{a_0}{1 + c_1 V_t} \text{ и } f = \frac{f_0}{1 + c_2 V_t}, \quad (8)$$

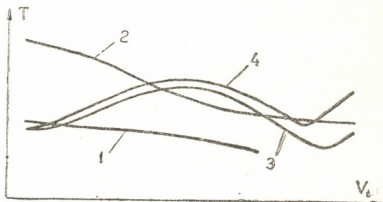
где a_0 и f_0 — значения этих параметров при трении покоя; c_1 и c_2 — коэффициенты.

Вводя выражения (8) в формулу (7), окончательно получаем

$$T = \left(P + \frac{a_0 S}{1 + c_1 V_t} \right) \frac{f_0}{1 + c_2 V_t} + \eta S V_t \left[1 - \frac{f_0^2 (1 + \varepsilon)}{(1 - \varepsilon) (1 + c_2 V_t)^2 + 2 f_0^2} \right]. \quad (9)$$

Из формулы (9) следует, что скорость оказывает на силу трения двойственное влияние — как уменьшает ее, так и увеличивает. В зависимости от того, какой из этих эффектов имеет доминирующее значение, определяется результирующее влияние скорости скольжения на силу плоского трения. Для иллюстрации на рис. 3 приведены кривые качественной зависимости силы трения от скорости, полученные нами

Рис. 3. Кривые качественной зависимости силы трения от скорости:
 1 — 7КФ-34+сч 18—36;
 2 — ФМК-11+сч 18—36;
 3 — 145—40—69+сч 18—36;
 4 — 42—975—67+сч 18—36



экспериментально по стандартной методике РТМ 6—60; испытывались некоторые фрикционные материалы, контртелом которых являлся серый чугун сч 18—36 [7]. Влияние скорости на силу трения для каждого из этих материалов различное, что особенно заметно в начальный период, когда температура еще невелика и не оказывает существенного влияния на процесс трения.

Формула (9) в первом приближении отражает аналитическую зависимость силы трения от режимов работы и может быть использована в расчетах узлов плоского трения, работающих в природных условиях и со смазкой.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт механики машин

(Поступило 30.6.1978)

მანქანათმშენობლა

ი. ყორიაშვილი

ბრტყელი ხახუნის მოდელირება ირიბი ღარტყვით

რეზიუმე

გამოყვანილია სრიალის ჭეშმარიტი სიჩქარისა და ტანგენციალური წინა-
 ლობის ძალის საანგარიშო ფორმულები ბრტყელი ხახუნის დროს.

I. P. KORIAULI

MODELLING OF PLANE FRICTION WITH
OBLIQUE IMPACT

Summary

Calculation formulae of true sliding velocity and tangential force of resistance under plane friction have been obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. М. Толстой. ДАН СССР, т. 153, № 4, 1963.
2. И. В. Крагельский. Трение и износ. М., 1968.
3. E. Adirovich, D. Blokhinzev. J. Phys., USSR, 7, № 1, 1943.
4. И. П. Коряули. Сообщения АН ГССР, т. 88, № 3, 1977.
5. Б. В. Дерягин. Что такое трение? М., 1963.
6. А. С. Ахматов. Молекулярная физика граничного трения. М., 1963.
7. И. П. Коряули. Сб. «Стандартизация и унификация средств и методов испытаний на трение и износостойкость», ч. I. М., 1975.



В. С. ЗВИАДАУРИ, М. В. ХВИНГИЯ

ВЛИЯНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СИЛЫ НА СКОРОСТЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГРУЗА ПРИ РЕЗОНАНСНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ВИБРОМАШИНЫ

(Представлено академиком Р. Р. Двали 12.6.1978)

В вибрационных резонансных машинах с нелинейной возмущающей силой или с нелинейными упругими элементами, генерируются нелинейные резонансные колебания, частоты которых кратны частотам возмущающей силы [1].

Устойчивое поддержание нелинейных резонансов дает возможность расширения области рабочих режимов машины.

Пространственная схема электровибрационной машины с бесконечно большой реактивной массой, т. е. с неподвижным основанием, приведена на рис. 1, где $Ouvw$ — неподвижная координатная система, $EXYZ$ — связанная с рабочим органом системы, оси $Oxyz$ системы совпадают с направлениями вибрации рабочего органа.

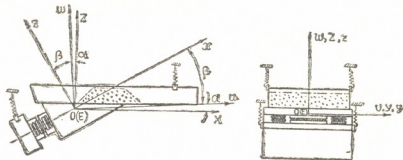


Рис. 1

Уравнения пространственного движения рабочего органа имеют вид

$$\begin{aligned}
 m\ddot{x} + c_x\dot{x} + k_x x - k_1\theta &= Q_x, \\
 m\ddot{y} + c_y\dot{y} + k_y y - k_2\psi &= Q_y, \\
 m\ddot{z} + c_z\dot{z} + k_z z - k_3\varphi &= Q_z, \\
 I_x\ddot{\theta} + c_\theta\dot{\theta} + k_\theta\theta - k_4 x &= M_\theta, \\
 I_y\ddot{\psi} + c_\psi\dot{\psi} + k_\psi\psi - k_5 y &= M_\psi, \\
 I_z\ddot{\varphi} + c_\varphi\dot{\varphi} + k_\varphi\varphi - k_6 z &= M_\varphi,
 \end{aligned} \tag{1}$$

где m — масса рабочего органа; $c_x, c_y, \dots, c_\varphi$ — коэффициенты демпфирования; $k_x, k_y, \dots, k_\varphi$ — коэффициенты жесткостей упругих элементов; k_1, \dots, k_6 — коэффициенты, учитывающие взаимосвязанность линейных и вращательных перемещений; $Q_x, Q_y, \dots, M_\varphi$ — возмущающие силы и моменты, зависящие от квадрата электромагнитного потока и параметров элек-



тромагнитной системы; Θ , ψ , φ — корабельные углы Эйлера, описывающие вращательные движения рабочего органа.

Уравнения совместного движения груза и грузонесущего органа в трех поступательных направлениях, в системе EXYZ, будут иметь вид

$$M\ddot{X} + M(\ddot{x} \cos \alpha_1 - \ddot{z} \sin \alpha_1 + \ddot{\psi} Z - \ddot{z} \psi \cos \alpha_1 - \ddot{x} \psi \cos \alpha_1 - \ddot{y} \varphi + 2\dot{\psi} \dot{Z} - \dot{\varphi} \dot{Y} - 2\dot{\varphi} \dot{Y}) +$$

$$+ h_x(\dot{x} \cos \alpha_1 - \dot{z} \sin \alpha_1 + \dot{X}) + h_x \dot{X} = Mg(\sin \alpha - \psi \cos \alpha) -$$

$$- f_z N_z \operatorname{sign}(\dot{X}) - f_y N_y \operatorname{sign}(\dot{X}),$$

$$M\ddot{Y} + M\ddot{y} + M[(\ddot{\theta} - \ddot{x} \varphi) \cos \alpha_1 + (\ddot{x} \theta + \ddot{z} \varphi) \sin \alpha_1 - \ddot{\theta} Z - 2\dot{\theta} \dot{Z} + 2\dot{\varphi} \dot{X}] +$$

$$+ h_y(\dot{y} + \dot{Y}) + h_y \dot{Y} + k_y Y = -Mg(\varphi \sin \alpha + \theta \cos \alpha) - f_z N_z \operatorname{sign}(\dot{Y}), \quad (2)$$

$$M\ddot{Z} + M(\ddot{z} \cos \alpha_1 + \ddot{x} \sin \alpha_1 + \ddot{x} \psi \cos \alpha_1 - \ddot{z} \psi \sin \alpha_1 - \ddot{y} \theta + \ddot{\theta} Y + 2\dot{\theta} \dot{Y} - 2\dot{X} \dot{\psi}) +$$

$$+ h_z(\dot{z} \cos \alpha_1 + \dot{x} \sin \alpha_1 + \dot{Z}) + h_z \dot{Z} + k_z Z = Mg(\psi \sin \alpha - \cos \alpha) - f_y N_y \operatorname{sign}(\dot{Z}),$$

где M — масса груза; k_y , k_z — коэффициенты упругости модели груза (в направлении основного перемещения EX , упругими деформациями груза обычно пренебрегают); f_y , f_z — коэффициенты трения между грузом и поверхностями грузонесущего органа; N_y , N_z — нормальные реакции груза о боковую и горизонтальную поверхности грузонесущего органа, пропорциональные скоростям и упругим деформациям груза в соответствующих направлениях; h_x, \dots, h_z — коэффициенты сопротивления движению груза.

Уравнения (2) учитывают взаимосвязь перемещения груза с пространственным движением рабочего органа.

Условием отрыва груза от поверхности грузонесущего органа является равенство нулю нормальных реакций N_y и N_z ; при свободном движении груза коэффициенты упругости и сопротивления отличны от коэффициентов, приведенных в (2) [2].

Системы уравнений (1) и (2) совместно решались на АВМ МН-17.

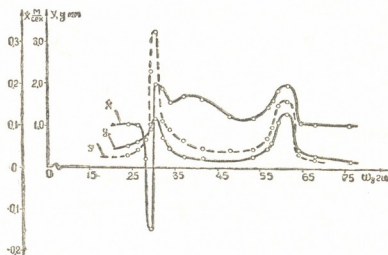


Рис. 2

Для получения нелинейных резонансных колебаний рабочего органа $1/2$ и 2 -кратности относительно частоты возмущающей силы ω_b , менялась собственная частота ω_x , которая принимала значения $\omega_x = \frac{\omega_b}{2}$ и $\omega_x = 2\omega_b$; в каждом из указанных режимов работы менялись частоты (амплитуды) пространственных (нерабочих) колебаний рабочего органа и фиксировались при этом изменения скорости перемещения материала.

На рис. 2 приведена зависимость рабочей скорости груза \dot{X} и поперечного перемещения Y от изменения частоты (амплитуды) попереч-

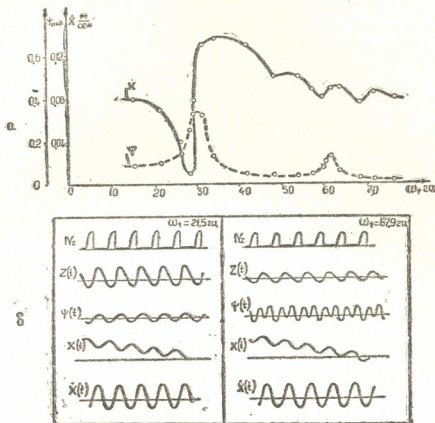


Рис. 3

ного колебания рабочего органа ω_y ; частота возмущения $\omega_b = 60$ гц. При $\omega_y = 30$ гц получается субгармонический резонанс в направлении оси Oy ; кроме того, резонанс имеет место и при $\omega_y = 60$ гц. При частоте

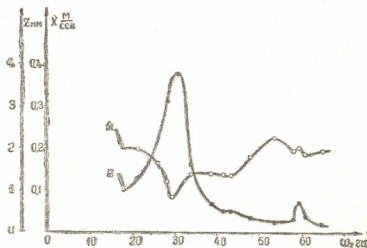


Рис. 4

тах $\omega_y < 25$ гц и $\omega_y > 65$ гц \dot{X} не меняется, т. е. влияние амплитуды поперечных колебаний y на \dot{X} минимально.

На рис. 3,а приведен график, показывающий влияние частот (амплитуд) угловых скоростей поворотных колебаний ω_ϕ на \dot{X} при субгармоническом режиме работы машины; на рис. 3,б показаны осциллограммы N_z , Z , ψ , X , \dot{X} , соответствующие частотам $\omega_\phi = 21,5$ и $67,9$ гц.



На рис. 4 показана зависимость \dot{X} от супергармонического режима работы при $\omega_x = 2\omega_v$.

Полученные зависимости показывают, что с приближением частот каких-нибудь из нерабочих колебаний машины к частотам рабочих колебаний или возмущающей силы, скорость перемещения материала существенно изменяется. Исходя из зависимости [3]

$$V = A\omega F \left(\frac{A\omega^2}{g}, \alpha, \beta, f \right), \quad (3)$$

(V — скорость перемещения груза, A — амплитуда колебания рабочего органа, f — коэффициент трения, F — функция указанных параметров) можно заключить, что для сохранения неизменной (по сравнению с основным резонансом) скорости перемещения материала, т. е. производительности машины в субгармоническом режиме, необходима корректировка амплитуды колебаний рабочего органа с учетом возможных нерабочих (паразитных) составляющих движения, что достигается с помощью моделирования полного процесса вибротранспортирования на АВМ.

Академия наук Грузинской ССР

Институт механики машин

(Поступило 15.6.1978)

მანქანათმშენებლობა

3. ზვიადაური, მხვინგია

არაწრფივი ელექტრომაგნიტური ძალის გავლენა ტვირთის გადაადგილების სიჩქარეზე ვიბრომანქანის რეზონანსულ რეჟიმებში

რეზიუმე

ვიბრაციული მანქანის მუშა ორგანოს და გადასადგილებელი ტვირთის სივრცითი მოძრაობის განტოლებების ანალოგურ გამოთვლელ მანქანაზე ამოხსნის გზით გამოკვლეულია არამუშა სივრცითი რხევების გავლენა მასალის გადაადგილების სიჩქარეზე მანქანის სუბ- და სუპერჰარმონიულ რეზონანსულ რეჟიმებში მუშაობის დროს.

MACHINE BUILDING SCIENCE

V. S. ZVIADAURI, M. V. KHVINGIA

NONLINEAR ELECTROMAGNETIC EFFECT ON THE LOAD TRANSFER SPEED WITH RESONANCE RATINGS OF VIBRATORY MACHINE

Summary

Using the analog computer, the effect has been studied of the idle spatial vibrations of the load-carrying member on the rate of material transfer in nonlinear regimes of the operation of a vibration machine, corresponding to the sub- and super-harmonic resonances of the electromechanical system of the magnetic exciter of the vibration feeder.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. В. Хвингия, Т. Г. Татишвили, Р. И. Парцхаладзе, Л. К. Воротынцева. Тезисы Всесоюзного съезда по ТММ. Алма-Ата, 1977.
2. И. Ф. Гончаревич. Динамика вибрационного транспортирования. М., 1972.
3. И. И. Блехман, Г. Ю. Джанелидзе. Вибрационные перемещения. М., 1964.



Г. В. ВАДАЧКОРИЯ, Э. Ш. КУТАТЕЛАДЗЕ, К. Л. ХВИЧИЯ

ХАРАКТЕР СВОБОДНОГО ПРОЦЕССА В СХЕМЕ
 ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ
 СОПРОТИВЛЕНИЯ НАГРУЗКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии [К. М. Барамидзе] 24.5.1978)

Исследуем характер свободных процессов в параметрических источниках тока (ПИТ) по двухузловой, трехлучевой схеме в случае, когда до коммутации схема работает в режиме короткого замыкания сопротивления нагрузки.

Предположим, что во вторую и третью ветви схемы включены преобразующие параметры $Z_2 = -Z_3 = jx$ и стабилизация тока нагрузки происходит в первой ветви. Пусть \dot{E}_k — комплекс действующих значений э. д. с. k -й ветви ($k=1, 2, 3$).

С помощью выражения (1), приведенного в [1], для оригинала тока в катушке и напряжения на конденсаторе в принужденном режиме после коммутации имеем

$$i_2 = \sqrt{2} \cdot \frac{E_{23}}{x} \cdot \sqrt{a^2 + n^2 - 2an \sin \theta} \cdot \sin(\omega t + \alpha + \varphi), \quad (1)$$

$$u_C = \sqrt{2} \cdot E_{23} \cdot \sqrt{a_1^2 + n^2 + 2a_1n \sin \theta_1} \cdot \sin(\omega t + \alpha + \varphi_1), \quad (2)$$

где $n = r/x$; $a = E_{12}/E_{23}$; $a_1 = E_{31}/E_{23}$; r — сопротивление нагрузки; $E_{mn} = |\dot{E}_m - \dot{E}_n|$; α — начальная фаза тока нагрузочной ветви; θ и θ_1 — углы опережения векторов $\dot{E}_{12} = \dot{E}_1 - \dot{E}_2$ и $\dot{E}_{31} = \dot{E}_3 - \dot{E}_1$ относительно вектора $\dot{E}_{23} = \dot{E}_2 - \dot{E}_3$;

$$\varphi = \arctg \frac{a \cos \theta}{n - a \sin \theta}; \quad \varphi_1 = \arctg \frac{n + a_1 \sin \theta_1}{a_1 \cos \theta_1}.$$

Далее условимся начало отсчета времени $t=0$ совмещать с моментом, при котором происходит включение в схеме сопротивления нагрузки. Тогда согласно (1) и (2) для начальных условий имеем

$$i_2(0) = \sqrt{2} \cdot \frac{E_{23}}{x} \cdot \sqrt{a^2 + n^2 - 2an \sin \theta} \cdot \sin(\alpha + \varphi), \quad (3)$$

$$u_C(0) = \sqrt{2} \cdot E_{23} \cdot \sqrt{a_1^2 + n^2 + 2a_1n \sin \theta_1} \cdot \sin(\alpha + \varphi_1). \quad (4)$$

Оригинал тока в индуктивности и напряжения на емкости в принужденном режиме до коммутации ($n=0$) непосредственно определяется с помощью выражений (1) и (2)



$$i_2' = \sqrt{2} \cdot \frac{E_{12}}{x} \cdot \sin(\omega t + \alpha + \varphi_0), \quad (5)$$

$$u_C' = \sqrt{2} \cdot E_{31} \cdot \sin(\omega t + \alpha + \varphi_{10}), \quad (6)$$

что при $t=0$ дает

$$i_2'(0) = \sqrt{2} \cdot \frac{E_{12}}{x} \cdot \sin(\alpha + \varphi_0), \quad (7)$$

$$u_C'(0) = \sqrt{2} \cdot E_{31} \cdot \sin(\alpha + \varphi_{10}), \quad (8)$$

где $\varphi_0 = \varphi_{(n=0)}$ и $\varphi_{10} = \varphi_{1(n=0)}$.

Начальными независимыми значениями свободных составляющих будут

$$i_2'' = i_2'(0) - i_2(0) = \sqrt{2} \cdot \frac{E_{23}}{x} \cdot [a \sin(\alpha + \varphi_0) - \sqrt{a^2 + n^2 - 2an \sin \theta} \cdot \sin(\alpha + \varphi)], \quad (9)$$

$$u_C'' = u_C'(0) - u_C(0) = \sqrt{2} \cdot E_{23} \cdot [a_1 \sin(\alpha + \varphi_{10}) - \sqrt{a_1^2 + n^2 + 2a_1 n \sin \theta_1} \cdot \sin(\alpha + \varphi_1)]. \quad (10)$$

Обычным методом расчета установившегося режима послекоммутационной цепи можно определить изображения токов в схеме ПИТ. Зная их и применив теорему разложения для оригинала свободных токов в ветвях нагрузки, индуктивности и емкости имеем, соответственно

$$i_r' = \frac{p_1 + p_2}{p_1 - p_2} (e^{p_1 t} - e^{p_2 t}) \cdot \left(C \cdot u_C'' \cdot \frac{p_2 e^{p_2 t} - p_1 e^{p_1 t}}{e^{p_2 t} - e^{p_1 t}} - i_2'' \right), \quad (11)$$

$$i_L' = \frac{e^{p_1 t} - e^{p_2 t}}{p_1 - p_2} \cdot \left(i_2'' \cdot \frac{p_1 e^{p_2 t} - p_2 e^{p_1 t}}{e^{p_1 t} - e^{p_2 t}} + \frac{u_C''}{L} \right), \quad (12)$$

$$i_C' = \frac{p_2 e^{p_2 t} - p_1 e^{p_1 t}}{p_1 - p_2} \cdot \left(i_2'' + C \cdot u_C'' \cdot \frac{p_1^2 e^{p_1 t} - p_2^2 e^{p_2 t}}{p_2 e^{p_2 t} - p_1 e^{p_1 t}} \right). \quad (13)$$

Для свободных значений напряжений в отдельных элементах схемы имеем

$$u_r' = r \cdot i_r', \quad (14)$$

$$\begin{aligned} u_L' &= L \frac{di_L'}{dt} = u_C' = \frac{1}{C} \int i_C' \cdot dt = \\ &= \frac{e^{p_2 t} - e^{p_1 t}}{p_1 - p_2} \cdot \left(\frac{i_2''}{C} + u_C'' \cdot \frac{p_1 e^{p_1 t} - p_2 e^{p_2 t}}{e^{p_2 t} - e^{p_1 t}} \right). \end{aligned} \quad (15)$$

В вышеприведенных выражениях $p_{1,2} = -\delta \pm \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2} = \frac{\omega_0}{2n} \cdot (-1 \pm \sqrt{1 - 4n^2})$ — корни характеристического уравнения $\left(p^2 + \frac{1}{rC} \cdot p + \frac{1}{LC} = p^2 + 2\delta p + \omega_0^2 \right)$ схемы ПИТ.

Для анализа свободных процессов в схеме ПИТ вышеприведенными выражениями можно непосредственно пользоваться в случае, когда $n < 0,5$. При $n > 0,5$ корни характеристического уравнения являются комплексными, а при $n = 0,5$ — вещественными и равными друг другу.



Пусть корни характеристического уравнения являются комплексными: $p_{1,2} = -\delta \pm j\omega'$; ($\omega' = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$), тогда

$$i'_r = \frac{2\delta}{\omega'} \cdot e^{-\delta t} \cdot \left[\frac{u''_C}{x} \cdot \cos(\omega't + \psi) - i''_2 \cdot \sin \omega't \right], \quad (16)$$

$$i'_L = \frac{\omega_0}{\omega'} \cdot e^{-\delta t} \cdot \left[\frac{u''_C}{x} \cdot \sin \omega't + i''_2 \cdot \cos(\omega't - \psi) \right], \quad (17)$$

$$i'_C = -e^{-\delta t} \cdot \left\{ \frac{\omega_0}{\omega'} \cdot i''_2 \cdot \cos(\omega't + \psi) + \frac{u''_C}{x} \cdot \sqrt{4 \cdot \left(\frac{\delta}{\omega'}\right)^2 + \left[\frac{\delta^2 - (\omega')^2}{\omega_0 \omega'}\right]^2} \cdot \cos(\omega't + \psi_1) \right\}, \quad (18)$$

$$u'_L = u'_C = \frac{\omega_0}{\omega'} \cdot e^{-\delta t} \cdot [u''_C \cdot \cos(\omega't + \psi) - x \cdot i''_2 \cdot \sin \omega't], \quad (19)$$

где
$$\psi = \arctg \frac{\delta}{\omega'}; \quad \psi_1 = \arctg \frac{\delta^2 - (\omega')^2}{2\delta\omega'}.$$

При критическом значении сопротивления нагрузки ($n=0,5$), т. е. при $\delta=\omega_0$ после раскрытия неопределенности, из соотношений (11), (12), (13) и (15) получаем

$$i'_r = 2 \cdot e^{-\delta t} \cdot \left[\frac{u''_C}{x} \cdot (1 - \delta t) - i''_2 \cdot \delta \cdot t \right], \quad (20)$$

$$i'_L = e^{-\delta t} \cdot \left[\frac{u''_C}{x} \cdot \delta t + i''_2 \cdot (1 + \delta t) \right], \quad (21)$$

$$i'_C = -e^{-\delta t} \cdot \left[\frac{u''_C}{x} \cdot (2 - \delta t) + i''_2 \cdot (1 - \delta t) \right], \quad (22)$$

$$u'_L = u'_C = e^{-\delta t} \cdot [u''_C \cdot (1 - \delta t) - x \cdot i''_2 \cdot \delta t]. \quad (23)$$

Приведенные соотношения позволяют исследовать характер свободных процессов в каждом варианте [2] схемы ПИТ при заданных значениях сопротивления нагрузки и э. д. с. источника питания.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 26.5.1978)

ელექტროტექნიკა

ბ. ვალაშკორია, მ. ჭუთათელაძე, კ. ხვიჩია

თავისუფალი პროცესები პარამეტრული დენის წყაროს სქემებში დატვირთვის წინააღმდეგობის ჩართვის დროს

რეზიუმე

გამოკვლეულია თავისუფალი პროცესები პარამეტრული დენის წყაროებში, როცა კომუტაციამდე სქემები მუშაობს დატვირთვის წინააღმდეგობის მოკლე ჩართვის რეჟიმში.



მიღებულია ზოგადი გამოსახულებები დენების თავისუფალი მდგენელებისათვის შტოებში და ძაბვებისათვის სქემების ცალკეულ ელემენტებზე. ნაჩვენებია, რომ თავისუფალი პროცესების მიმდინარეობის ხასიათი ძირითადად განისაზღვრება დატვირთვის და ერთ-ერთი გარდამსახი ელემენტის წინააღმდეგობათა ფარდობით. აღნიშნული ფარდობის მნიშვნელობის მიხედვით თავისუფალი პროცესი დენის წყაროს სქემებში შეიძლება იყოს პერიოდული ან რხევითი ხასიათისა.

წარმოდგენილი მეთოდიკით შესაძლებელია აგრეთვე თავისუფალი პროცესების ანალიზი პარამეტრული დენის წყაროს სქემებში, როცა კომუტაციამდე დატვირთვის წინააღმდეგობა ნულისაგან განსხვავებულია.

ELECTROTECHNICS

G. V. VADACHKORIA, E. Sh. KUTATELADZE, K. L. KHVICHIA

FREE PROCESSES IN PARAMETRIC CURRENT SOURCE CIRCUITS AT LOAD IMPEDANCE CONNECTION

Summary

The paper studies the nature of free processes in parametric current sources when before commutation the circuits operate in the load impedance short circuit modes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. К. Котия, Г. В. Вадачқория. Сообщения АН ГССР, 75, № 2, 1974.
2. А. К. Котия, Г. В. Вадачқория. Сообщения АН ГССР, 83, № 3, 1976.



О. Г. ҚЕРВАЛИШВИЛИ, Дж. Н. ДОЧВИРИ

ДИНАМИКА СИСТЕМЫ ДВУХДВИГАТЕЛЬНОГО
 УНИФИЦИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ОДНИМ
 РЕГУЛЯТОРОМ СКОРОСТИ И ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ
 ТИРИСТОРНЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ДЛЯ КАЖДОГО
 ДВИГАТЕЛЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. М. Барамидзе 26.5.1978)

В последние годы ведущие отечественные организации и зарубежные фирмы предлагают различные схемы двухдвигательных тиристорных электроприводов, построенных по принципу подчиненного регулирования на базе элементов УБСР. Особенности динамики и статики систем двухдвигательных электроприводов: 1) с одним регулятором скорости (РС) и одним тиристорным преобразователем (ТП); 2) с двумя РС и индивидуальными ТП для каждого двигателя рассматриваются в [1].

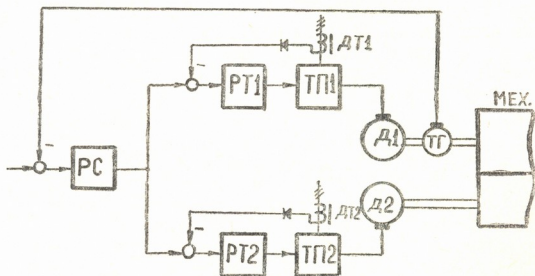


Рис. 1. Функциональная схема электропривода

Ниже приводятся математическое описание и динамические характеристики системы двухдвигательного электропривода с одним РС и двумя ТП, функциональная схема которого представлена на рис. 1. На схеме РТ1, РТ2, ДТ1 и ДТ2 — регуляторы и датчики токов якорей двигателей; Д1 и Д2 — приводные электродвигатели постоянного тока с независимым возбуждением; ТГ — датчик скорости (тахогенератор).

На рис. 2 представлено математическое описание рассматриваемого электропривода в виде линеаризованной структурной схемы, переменные которой записаны в относительных приращениях. На схеме $\beta_1, \beta_{21}, \beta_{22}, \tau_1, \tau_{21}, \tau_{22}$ — динамические коэффициенты усиления и постоянные времени РС, РТ1 и РТ2; $k_{n1}, k_{n2}, T_{\pi n1}, T_{\pi n2}$ — коэффициенты передач и постоянные времени ТП1 и ТП2; $k_t, T_{дт}$ — коэффициент передачи и пос-



საქართველოს
აкадеმიის
ლოგო

тоянная времени ДТ; $k_{н1}$, $k_{н2}$ —коэффициенты распределения нагрузки между двигателями; $k_{е1,2}$, $k_{я1}$, $k_{я2}$ —коэффициенты передач двигателей по внутренним обратным связям и прямым каналам; $T_{я1}$, $T_{я2}$ —электромагнитные постоянные времени якорных цепей двигателей; T_M —механическая постоянная времени привода; $T_{тг}$ —постоянная времени фильтра после ТГ.

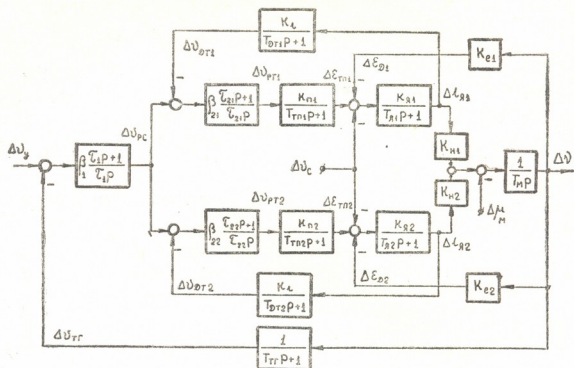


Рис. 2. Структурная схема электропривода

Исследование динамики системы электропривода (рис. 1) производилось на АВМ согласно наборной схеме рис. 3. Схема была собрана на двух параллельно работающих машинах типа МН-7М. Для опре-

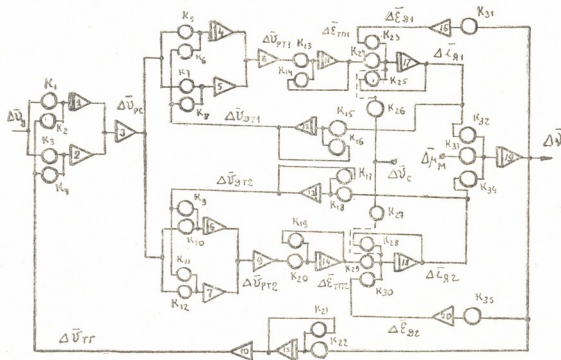


Рис. 3. Схема модели АСР электропривода с одним РС и индивидуальными ТП для каждого двигателя

деления коэффициентов передач операционных усилителей схемы набора на АВМ достаточно введение масштабных множителей переменных и времени в выражениях коэффициентов передач на структурной

схеме. При этом переход от исходной структурной схемы к наборной схеме можно осуществить с помощью следующих соотношений:

$$k_i = \frac{k_n M_{x_{\text{вых}}}}{M_{x_{\text{вх}}}}; \quad k_j = \frac{k_n \cdot M_{x_{\text{вых}}}}{T \cdot M_t \cdot M_{x_{\text{вх}}}}; \quad k_q = \frac{1}{T \cdot M_t}, \quad (1)$$

где k_n , T — коэффициент передачи и постоянная времени моделируемого звена в структурной схеме;

$M_{x_{\text{вых}}}$, $M_{x_{\text{вх}}}$ — масштабы выходной и входной переменных звена;
 M_t — масштаб времени.

Полученные в процессе моделирования осциллограммы записывались с помощью быстродействующего самопишущего прибора типа НЗ38-4.

Осциллограммы переходных процессов, полученные при настройке регулятора скорости по условиям

$$\beta_1 = \frac{k_i \cdot T_m}{2 \cdot [T_{\text{тг}} + 2(T_{\text{тп}} + T_{\text{дт}})]}; \quad \tau_1 = 4 [T_{\text{тг}} + 2(T_{\text{тп}} + T_{\text{дт}})] \quad (2)$$

и регуляторов токов по «модульному оптимуму» [2] иллюстрируются на рис. 4. Кривые токов (Δi_{a1} , Δi_{a2}) двигателей и скорости (Δv) привода, приведенные на рис. 4, а, соответствуют режиму работы системы при ступенчатом управляющем воздействии. Кривые, приведенные на рис. 4, б, в, соответствуют работе привода при ступенчатых возмущающих воздействиях — в первом случае при изменении нагрузки, а во втором — при изменении напряжения питающей сети.

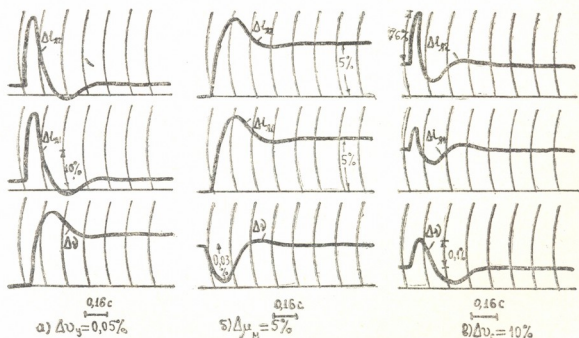


Рис. 4. Переходные процессы в системе привода при ступенчатом управляющем сигнале (а); при ступенчатом изменении нагрузки (б); при ступенчатом изменении напряжения сети (в)

Таким образом, система электропривода с одним РС и двумя ТП характеризуется практически теми же динамическими показателями, что и системы, рассмотренные в [1]. Данная система обеспечивает правильное автоматическое распределение нагрузки между двигателями без дополнительных связей и контуров (что требовалось в системах [1]). Однако для обеспечения пропорционального распределения



нагрузки в рассматриваемой системе необходимо выбрать одинаковые величины напряжений на выходе ДТ1 и ДТ2, т. е. соблюдать равенство $k_{11} = k_{12}$.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 26.5.1978)

ელექტროტექნიკა

თ. კერვალიშვილი, ჯ. დოხვირი

სიჩქარის ერთრეგულატორიანი და ცალკეული ძრავებისათვის ინდივიდუალური ტირისტორული გარდამსახიანი ორძრავიანი უნიფიცირებული ელექტროამძრავის სისტემის დინამიკა

რეზიუმე

შესწავლილია დაქვემდებარებული რეგულირების პრინციპზე შედგენილი ორძრავიანი ტირისტორული ელექტროამძრავის სისტემის დინამიკა. მოცემულია სისტემის მათემატიკური აღწერა გაწვავებულ სტრუქტურულ სახეში. მოყვანილია გარდამავალი რეჟიმების ოსცილოგრამები, მიღებული ანალოგურ გამომთვლელ მანქანებზე მოდელირებისას. რეკომენდებულია სიჩქარის რეგულატორის პარამეტრების განსაზღვრა მისი „სიმეტრიულ ოპტიმუმზე“ ოპტიმიზაციისათვის. ნაჩვენებია, რომ ძრავებს შორის დატვირთვის პროპორციულად გასანაწილებლად აუცილებელია დენების გადამწოდების გამოსავალზე ძაბვების სიდიდეთა გარკვეული თანათარღობით შერჩევა.

ELECTROTECHNICS

O. G. KERVALISHVILI, J. N. DOCHVIRI

DYNAMICS OF A TWIN-ENGINED UNIFIED ELECTRIC DRIVE SYSTEM WITH SINGLE SPEED REGULATOR AND INDIVIDUAL THYRISTOR TRANSFORMERS FOR EACH ENGINE

Summary

The dynamics of the system of a twin-engined thyristor electric drive designed on the principle of subordinated control is considered. Mathematical description of the system is given in the form of a linearized block diagram. Oscillograms of transient states of the system, obtained by analog simulation, are presented. Selection of the values of current transducer voltages is shown to be indispensable for proportional load distribution between the engines.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Барышников, О. Г. Кервалишвили, Дж. Н. Дочвири. Сообщения АН ГССР, 89, № 1, 1978.
2. Е. Д. Лебедев, В. Е. Неймарк, М. Я. Пистрак, О. В. Слежановский. Управление вентилями электроприводами постоянного тока. М., 1970.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

Е. Н. БРАГО, И. Б. ШУРГАЯ

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ
 НА ОПЕРАЦИОННОМ ЭЛЕМЕНТЕ С ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ
 ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. М. Барамидзе 25.5.1978)

Принципам построения ФЦП посвящен ряд работ [1—4], в которых описываются преобразователи, имеющие во всем диапазоне воспроизводимых функций коэффициенты передачи, меньшие единицы. Как правило, операционный элемент таких ФЦП выполнен на двоичном умножителе или же на m -разрядном счетчике с предварительной записью начального числа N_0 и коэффициентом передачи

$$k_f^0 = \frac{1}{2^m - N_0}, \quad N_0 \in [0; 2^m - 1]. \quad (1)$$

Интересный метод аппроксимации предложен в [5]. Однако коэффициент передачи здесь также варьируется в узких пределах:

$$\frac{1}{2} \leq k \leq 2. \quad (2)$$

В предлагаемой статье рассматривается новый принцип построения ФЦП, основанный на комбинации двух указанных выше методов и введении информационной положительной обратной связи. Этот принцип позволяет реализовать моделирование кусочно-линейной функции практически в неограниченном диапазоне изменения первых производных аппроксимируемой функции и вместе с тем отказаться от сложных масштабирующих устройств на входе ФЦП.

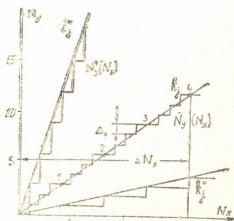


Рис. 1

На рис. 1 приведена функционально-логическая схема ФЦП, построенная по такому принципу. Управляемый делитель частоты, формирующий коэффициенты передачи (1), выполнен на m -разрядном двоичном счетчике СТ2- m и конъюнкторах $\&_3$, $\&_9$ и $\&_{10}$. Входные импульсы поступают на счетчик через конъюнктор $\&_1$, и после каждого цикла счета импульс с микросхемы $\&_3$, соответствующий импульсу переключения, поступает на конъюнктор $\&_4$ и одновременно на синхронизирующий вход C_2 счетчика СТ2- m , устанавливая последний в начальном состоянии кодом N_0 с матрицы управления МУ.



Управляемый делитель совместно с конъюнктом $\&_4$ реализует схему вычитания: микросхема $\&_4$ запрещает дальнейшее прохождение на выход каждого импульса в последовательности N_x , совпадающего с импульсом переполнения счетчика СТ2- m . Таким образом, на выходе конъюнктора $\&_4$ формируется функция

$$N_y = N_x - \text{ent} \frac{N_x}{2^m - N_0}, \quad (3)$$

а рассматриваемая схема вычитания совместно с управляемым делителем на каждом цикле счета (когда выражение, стоящее под знаком

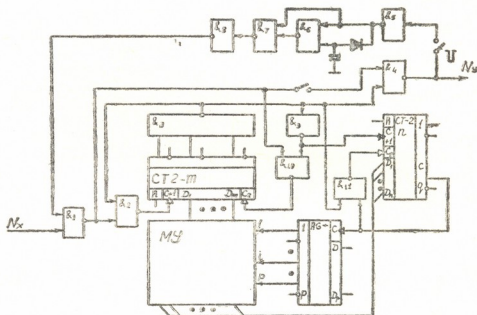


Рис. 2

ent , — целое число) формирует коэффициенты передачи в соответствии с алгоритмом

$$k_j = \frac{N_y}{N_x} = \frac{2^m - N_0 - 1}{2^m - N_0}, \quad N_0 \in [0; 2^m - 1]. \quad (4)$$

На рис. 2 в качестве примера показаны выходные функции $N_y(N_x)$, имеющие коэффициенты передачи $k_j^0 = 1/4$ и $k_j = 3/4$ ($m=4$; $N_0=12$). Коэффициенты передачи (4) и соответствующие им наклоны кусочно-линейной функции на участках аппроксимации изменяются в пределах

$$0 \leq k_j \leq \frac{2^m - 1}{2^m}$$

с дискретностью

$$\Delta k_j = \frac{1}{(2^m - N_0 + 1)(2^m - N_0)}$$

Для приведенного выше примера значения k_j образуют ряд

$$k_j = 0; 1/2; 2/3; 3/4; \dots, 14/15; 15/16.$$

Вопрос о формировании коэффициентов передачи, больших единицы, решается следующим образом: выходные импульсы N_y после микросхемы $\&_4$ через формирующую цепь $\&_5$, $\&_6$, $\&_7$ и $\&_8$ снова поступают на вход

$$(N_x + N_y) k_j = N_y. \quad (5)$$

Из (5) следует, что коэффициент передачи устройства с положительной обратной связью будет равен

$$k_j^* = \frac{k_j}{1 - k_j} = 2^m - N_0 - 1. \quad (6)$$

На рис. 2 показана функция, соответствующая результирующему коэффициенту передачи (6), при коэффициенте передачи прямой цепи, равном $k_j = 3/4$.

Коэффициенты передачи (6) соответствуют дискретным кусочно-линейным функциям, наклоны которых изменяются в пределах $1 \leq k_j^* \leq \leq 2^m - 1$, с дискретностью $\Delta k_j^* = 1$. В условиях рассматриваемого примера они образуют ряд $k_j^* = 1; 2; \dots; 15$.

Программа управления функциональным преобразованием, устанавливающая номер участка аппроксимации j , его длину ΔN_{xj} и коэффициент передачи на этом участке k_j^* , схемотехнически реализуется n -разрядным двоичным счетчиком СТ2- n , сдвиговым регистром RG и матрицей управления МУ. Операции управления протекают в таком порядке. Импульсы переполнения из счетчика СТ2- m , отмечающие окончания цикла счета (точки 1, 2, 3 на рис. 2), накапливаются в счетчике длины участка аппроксимации СТ2- n , емкость которого предварительно устанавливается в q единиц по входам Д. Через q импульсов сигнал переполнения из счетчика СТ2- n поступает в сдвиговой регистр RG и перемещает предварительно записанную в нем условную единицу в сторону старших разрядов вдоль шин I—P матрицы управления. Каждой вновь включаемой шине матрицы соответствует свой выходной код N_{0j} .

Таким образом, через каждые q циклов счета по $2^m - N_{0j}$ импульсов в счетчике СТ2- m меняется устанавливаемый код N_0 , и с этого момента ФЦП начинает формировать новый коэффициент передачи $k(j+1)$, соответствующий приближающей дискретной кусочно-линейной функции на следующем участке аппроксимации. Длина участка при этом составит $\Delta N_{xj} = q(2^m - N_{0j})$, число их — p , а максимальное значение входного кода

$$(N_x)_{\max} = \sum_{j=1}^p q_j(2^m - N_{0j}).$$

Дискретные точки выходной функции $N_y(N_x)$ отклоняются от аппроксимирующей прямой, задаваемой коэффициентом передачи k_j . Это отклонение Δ_x обусловлено спецификой алгоритма формирования погрешностью ФЦП. Значение алгоритмической погрешности не трудно вычислить из (3) и (4):

$$\Delta_x = N_y - N_x k_j = N_x - \text{ent} \left[\frac{N_x}{2^m - N_0} \right] - N_x \frac{2^m - N_0 - 1}{2^m - N_0}. \quad (7)$$

Интересно, что максимальная погрешность на участке аппроксимации при этом оказывается равной

$$(\Delta_x)_{\max} = \frac{2^m - N_{0j} - 1}{2^m - N_0}. \quad (8)$$

Как это следует из анализа рис. 2, алгоритмическая погрешность формирования выходной функции ФЦП с положительной обратной связью Δ_x^{OC} равна нулю. Такая характерная особенность рас-



сматриваемого ФЦП существенно повышает его точностные характеристики и позволяет, в частности, использовать в качестве идеального устройства умножения входного кода N_x на множитель $k_j^* = 2^m - N_0 - 1$.

Для получения дробного коэффициента передачи, большего единицы $k_e = \frac{m}{n} > 1$, следует разбить заданную длину участка аппроксимации на два подучастка и каждый подучасток аппроксимировать разными коэффициентами наклона k_j' и k_j'' . Результирующий коэффициент k_e по всей длине получается дробным:

$$k_e = \frac{\Delta N_{xj}' k_j' + \Delta N_{xj}'' k_j''}{\Delta N_{xj}}$$

где $\Delta N_{xj}'$ и $\Delta N_{xj}''$ — длина первого и второго подучастков.

Таким образом, комбинация методов (1) и (2), в сочетании с использованием положительной число-импульсной обратной связи, позволила реализовать ФЦП с повышенной точностью и более широкими функциональными возможностями.

Московский институт нефтехимической
и газовой промышленности
им. И. М. Губкина

(Поступило 26.5.1978)

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

თ. ბრაგო, ი. შურგაია

ფუნქციონალური რიცხვითი გარდამსახი დადებითი
უკუკავშირით ოპერაციულ ელემენტზე
რეზიუმე

ფუნქციონალური გარდამსახის ოპერაციულ ელემენტზე, რომელშიც განხორციელებულია დადებითი უკუკავშირი, განხილულია აგების ახალი პრინციპი და ცდომილებების ანალიზი.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

E. N. BRAGO, I. B. SHURGAIA

FUNCTIONAL DIGITAL TRANSDUCER WITH POSITIVE FEEDBACK ON THE OPERATING ELEMENT

Summary

The paper deals with a new principle of constructing a digital transducer and the analysis of its errors. The transducer is supplied with an operating element with positive digit-pulse feedback.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Б. Смоллов, В. В. Барашенков. Измерительная техника, № 6, 1964.
2. Д. Д. Доржиев, Ю. С. Плискан, Д. В. Рамм, Ю. С. Сучков, А. А. Хрозолитов. Сб. «Регистрирующая аппаратура для вибрационно-частотных датчиков». М., 1967.
3. Р. Е. Фалк. Цифровой функциональный преобразователь. Патент США № 6. 652. 317 от 21.03.72.
4. Е. Н. Браго. Методы и устройства цифрового преобразования информации в измерительных системах нефтяной промышленности. М., 1976, 198.
5. Коллатай, Харконен. Электроника (русск. пер.), № 5, 1968, 26—37.

З. С. АБАШИДЗЕ, З. Н. ЦИЛОСАНИ, А. В. САКВАРЕЛИДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В БЕТОНАХ РАЗЛИЧНОГО ВИДА И ВОЗРАСТА ПРИ КРУЧЕНИИ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 5.6.1978)

В статье приведены результаты исследования деформируемости образцов разного возраста из тяжелого и легкого бетонов, испытывавшихся на длительное кручение в различных влажностных условиях.

Выбор этого вида нагружения обусловлен тем, что при кручении деформации (угол сдвига), развивающиеся от длительно приложенной нагрузки, не должны зависеть от объемных деформаций образца, вызванных изменениями его влажностного состояния или температуры.

Образцы, стандарт для испытания и методика измерения деформации ползучести при кручении были приняты такими же, как и в [1]. Изготовлялись также контрольные призмы $10 \times 10 \times 40$ см. Было проведено шесть серий экспериментов. Каждая серия включала 14 образцов, шесть из них испытывались при кратковременном нагружении для определения прочности бетона при кручении. По данным испытания этих шести образцов назначалась величина груза, прикладываемого к образцам при длительном нагружении, а именно $0,5$ от $\tau_{\text{разр}}$.

В первых трех сериях испытывался тяжелый бетон, из портландцемента марки 400 и речного гравия, возраста 28, 490 и 980 суток твердения, состава (по весу) 1:1, 44:2,66, В/Ц=0,45; в других трех аналогичных сериях — легкий бетон из песка и гравия вулканического шлака, состава (по весу) 1:1,22:1,44, В/Ц=0,66. Максимальная крупность заполнителя для обоих бетонов — 10 мм.

Образцы до начала испытания хранились в нормальных условиях (относительная влажность воздуха не менее 90%, температура 20°C).

Наблюдения над ползучестью образцов велись в течение 170 суток. На 170-е сутки образцы разгружались, а далее через 25 суток выдерживания без нагрузки вновь нагружались моментом первоначальной величины, но обратного знака.

В камерах поддерживалась среда с относительной влажностью среды 20 и 100%. На каждый уровень влажности испытывалось по четыре образца-близнеца. В камерах с относительной влажностью воздуха 20% образцы подвергались совместному действию внешней нагрузки и интенсивной усадки. В камерах с относительной влажностью воздуха 100% усадка отсутствовала.

Значения прочностных характеристик бетонов и углы сдвига всех серий экспериментов даны в таблице. Они убеждают в том, что в камерах с относительной влажностью среды 20%, где влагоотдача образцов сильно увеличивала деформации ползучести, значение мгновенных деформаций образцов в начале нагружения (γ_n) было значительно меньше, по сравнению с мгновенными деформациями образцов после



разгрузки (γ_p) и повторного нагружения (γ_{om}) нагрузкой той же величины, но обратного знака.

В среде с относительной влажностью воздуха 100%, где отсутствовала усадка, мгновенные деформации образцов в начале нагружения, при разгрузке и повторном нагружении образцов нагрузкой той же величины, но обратного знака почти совпали.

Значение приращения угла сдвига при длительном нагружении ($\gamma_{дл}$) в бетоне обеих видов в среде с относительной влажностью воздуха 20% значительно превысило значение приращения угла сдвига образцов при длительном нагружении в среде с относительной влажностью воздуха 100%.

Для всех серий экспериментов построены кривые изменения стандарта σ , коэффициента вариации v и значений γ во времени. Для примера на рис. 1 представлены графики для легкого бетона.

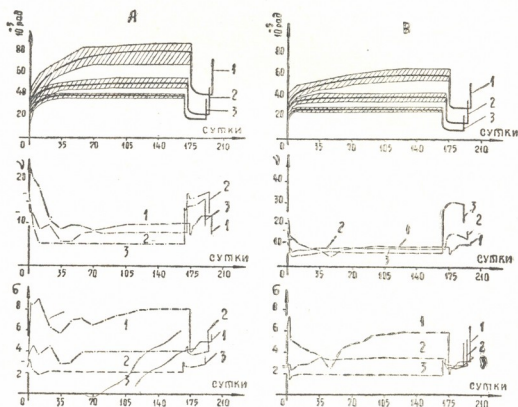


Рис. 1. Кривые деформации сдвига образцов: 1—28-, 2—490-, и 3—980-суточного возраста; А—в сухой и В — во влажной среде; v и σ —соответствующие коэффициенты вариации и стандарта

Анализ всех шести серий экспериментов показывает, что в образцах, помещенных в камеры с относительной влажностью среды 20%, подвергавшихся совместному действию внешней нагрузки и интенсивной усадки, развивались процессы деструкции, как об этом указывалось в [2]. В камерах же с относительной влажностью воздуха 100% влагообмен между образцами и окружающей средой отсутствовал, отсутствовала и усадка, стимулирующая развитие процесса деструкции.

Этим и объясняется тот факт, что длительные деформации бетонов в сухой среде возрастают интенсивнее, по сравнению с влажной средой.

На основании проведенных экспериментов можно сделать также следующие выводы: в более зрелом бетоне разница ползучести между «сухим» и «влажным» менее заметна, чем в молодом; стабилизация ползучести, стандарта и коэффициента вариации идет раньше у зрело-

Вид бетона	Возраст бетона к моменту нагружения, сутки	Влажность среды, %	Призменная прочность образца, кг/см ²	Модуль упругости, кг/см ²	Разрушающее касательное напряжение, кг/см ²	Угол сдвига 10 ⁻⁵ рад			
						γ _н	γ _р	γ _{о-н}	γ _{дл}
Тяжелый	28	20	250	2,7	34	16,94	24,89	31,20	65,58
	490		300	2,88	36,81	15,27	20,56	23,07	42,04
	980		328	3,14	37,12	14,90	19,41	21,08	25,42
	28	100	250	2,7	34	17,19	14,01	15,10	23,44
	490		300	2,88	36,81	15,83	13,08	15,05	11,33
	980		328	3,14	37,12	14,74	13,89	14,22	6,46
Легкий	28	20	200	2,5	29,8	25,00	30,00	33,10	55,50
	490		263	2,79	35,81	19,53	23,09	25,19	32,11
	980		294	2,86	36,33	14,88	17,58	19,09	25,08
	28	100	200	2,5	29,8	24,75	23,10	24,00	35,35
	490		263	2,79	35,81	19,58	18,48	20,54	20,48
	980		294	2,86	36,33	14,83	14,62	14,76	13,32

го бетона, по сравнению с молодым; значение обратимых деформаций, разброс величин мгновенных деформаций и величин ползучести с возрастом уменьшается; в легком бетоне ползучесть больше, чем в тяжелом; разница деформируемости между «сухим» и «влажным» более заметна в тяжелом бетоне.

Академия наук Грузинской ССР
Институт строительной механики
и сейсмостойкости

(Поступило 8.6.1978)

მასალათა ტექნოლოგია

ზ. აბაშიძე, ზ. წილოსანი, ა. საყვარელიძე

ხანგრძლივი პროცესების კვლევა სხვადასხვა სახისა და
ასაკის ბეტონში გრძელ დროს

რეზიუმე

შესწავლილია სხვადასხვა ასაკის მსუბუქი და მძიმე ბეტონის ცოცვადობა მგრები დატვირთვისას ნოტიო და მშრალ გარემოში. დადგენილია, რომ განსხვავება ხანგრძლივ დეფორმაციებს შორის მშრალ და ნოტიო გარემოში ახალგაზრდა ბეტონში უფრო დიდია, ვიდრე დახანებულში. ამ უკანასკნელში უფრო სწრაფად ხდება დეფორმაციის სტაბილიზაცია.

ბეტონის ასაკი და გარემოს ტენიანობა გავლენას ახდენს დეფორმაციის სიდიდეთა გაბნევაზეც — შექცევადი დეფორმაციების სიდიდე, აგრეთვე მყისი და ხანგრძლივი დეფორმაციების მნიშვნელობების გაბნევა ბეტონის ასაკის და გარემოს ტენიანობის ზრდასთან ერთად მცირდება.

Z. S. ABASHIDZE, Z. N. TSILOSANI, A. V. SAKVARELIDZE

INVESTIGATION OF LONG-TERM PROCESSES IN CONCRETES
OF DIFFERENT KINDS AND AGES AT TORSION

Summary

Creep of different age light-weight and heavy concretes at torsion was studied. The difference of deformations in «moist» and «dry» media for new concrete was found to be larger than for old concrete. The latter has more rapid damping than has increasing deformation.

The age of concrete and the humidity of the medium influence the spread of the deformation value: the value of reversible deformations and the spread of short and long-term deformation values decreases with the increase of concrete age and the humidity of the surrounding medium.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. В. Сакварелидзе, А. П. Цинцадзе. Труды ИСМиС АН ГССР «Бетон и железобетон», вып. V. Тбилиси, 1972.
2. З. Н. Циლოსани, А. В. Сакварелидзе, З. С. Абашидзе. Труды VII Всесоюзной конференции по коллоидальной химии и физико-химической механике «Физико-химическая механика материалов». Минск, 1977.



Р. О. ЧОМАХИДЗЕ, Х. С. ЧИКОВАНИ

ПРОЧНОСТЬ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ РАЗЛИЧНОЙ ПОРИСТОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЯЗКОСТИ НАСЫЩАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 5.2.1978)

В работе исследовано влияние степени насыщения и вязкости насыщающей жидкости на прочность цементного камня различной пористости и разных условий твердения.

Для изучения этих вопросов нами были изготовлены образцы-кубики размером $2 \times 2 \times 2$ см. Цемент был взят шлакопортландский Руставского цементного завода марки 400. Различную пористость получали путем введения в цементное тесто алюминиевой пудры в количестве 0,1; 0,25 и 0,5% от веса цемента, которую с водой затворения вводили в цемент для В/Ц отношений, равных 0,3 и 0,4. Образцы изготавливали для двух режимов твердения — нормальные условия и пропарка. При изготовлении образцов цементное тесто перемешивали вручную в течение 5 минут. Формовку производили с вибрированием на вибростоле в течение 1 минуты, предварительно проштыковав каждый образец металлическим стержнем, далее выравнивали поверхность. Образцы в формах выдерживали в течение суток в помещении с постоянной температурой (20°C) и влажностью ($80 \div 85\%$). Для уменьшения эффекта высыхания и усадки и во избежание появления трещин на поверхности образцов формы перекрывали влажной тканью. На следующие сутки часть образцов подвергали термовлажностной обработке (подъем температуры в пропарочной камере до кипения воды 2 часа, пропарка 4 часа и спуск температуры до полного остывания форм 3 часа). Формы с пропаренными и непропаренными образцами одновременно открывали и все образцы помещали в помещение с нормальными условиями хранения ($t^\circ = 20^\circ\text{C} \pm 2^\circ$, влажность $90 \div 95\%$). Для устранения эффекта твердения цементного камня, т. е. для относительно полного завершения процесса становления структуры цементного камня, образцы вызревали в течение 6 месяцев. По истечении указанного срока образцы высушивали при температуре $105 \div 110^\circ\text{C}$ до постоянного веса. В качестве насыщающей жидкости применяли технический глицерин, вязкость которого сильно меняется при изменении температуры. Вязкость глицерина определяли как до, так и после пропитки, непосредственно перед испытанием образцов, так как в процессе пропитки глицерин подвергается нагреванию и наблюдается выделение ряда соединений из цементного камня, что приводит к изменению его вязкости. Определение вязкости производили согласно методике работы с вискозиметром типа ВПЖ-2, ГОСТ 10028—62, при этом использовали один и тот же вискозиметр для разных температур. Диапазон температур, при которых определяли вязкость глицерина, брали от 0 до 100°C . Эти измерения нам давали кинематическую вязкость в сантистоксах. Для определения динамической вязкости глице-

28. „ბულეტენი“, ტ. 91, № 2, 1978



рина в сантипуазах дополнительно определяли при тех же значениях температуры его плотность, которую измеряли денсиметром. На рис. 1 даны кривые зависимости η и ν от температуры глицерина после пропитки образцов. При сравнении значений динамической вязкости глицерина, примененного нами, со справочными данными на глицерин наблюдается расхождение. Это расхождение значений вязкости следу-

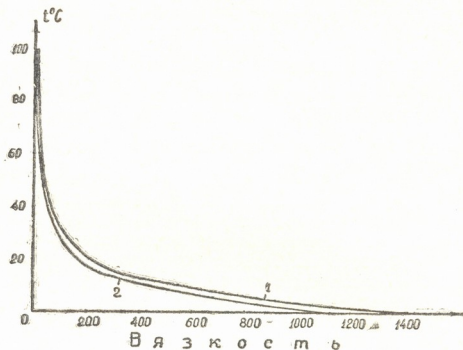


Рис. 1. Кривые зависимости вязкости глицерина от температуры:

1 — динамическая вязкость η ; 2 — кинематическая вязкость ν .

ет объяснить тем, что технический глицерин имеет примеси, вызывающие понижение вязкости.

Абсолютно сухие образцы насыщали глицерином с вакуумированием. Далее образцы с глицерином помещали в камеру и насыщали их с подачей давления порядка 10 атм. В процессе насыщения, для облегчения проникновения глицерина в поры образцов, камеру периодически нагревали до температуры не выше 80°C . Насыщенность образцов глицерином проверяли их взвешиванием. По достижении образцами постоянного веса приступали к их испытанию на сжатие. Образцы испытывали при одной скорости нагружения, равной $2,5 \text{ кгс/см}^2$ в секунду, на испытательной машине ЦД-20 и четырех показателях вязкости насыщающей жидкости.

Различная вязкость глицерина, как было указано выше, достигалась изменением температуры в момент испытания. Температуре 0, 20, 40 и 60°C соответствует вязкость 1,413; 0,213; 0,065 и $0,025 \times 10^3$ спз.

Для каждой точки, т. е. соответствующей вязкости, испытывали от 6 до 8 образцов. Ввиду получения в некоторых случаях большого разброса показателей прочности, из полученных значений выбирали образцы приблизительно одинаковой плотности. Значения среднего показателя прочности на сжатие и достоверность всех полученных при испытании значений прочности рассчитывали и проверяли известными методами математической статистики обработки экспериментальных данных [1, 2].

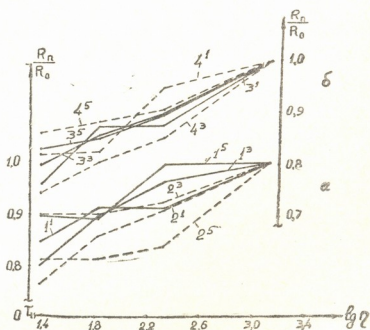
В таблице приведены распределение пор по размерам, общая пористость и степень насыщения пор глицерином.

Серия образцов	Режим твердения	В/Ц	Распределение пор по размерам, %			Общая пористость, %	Степень насыщения пор, %
			Макропоры < 15 Å	Мезопоры от 15 до 1000 Å	Макропоры > 1000 Å		
1 ¹	Нормальные условия	0,3	1,24	12,33	81,43	52,6	72,85
1 ³			1,98	22,02	76,0	54,3	57,46
1 ⁵			2,14	23,27	74,59	57,3	65,16
2 ¹	Нормальные условия	0,4	3,45	45,29	51,26	49,83	43,7
2 ³			2,37	24,76	72,87	57,3	57,6
2 ⁵			1,75	18,01	80,24	60,5	55,4
3 ¹	Пропарка	0,3	3,43	45,21	51,36	46,1	62,16
3 ³			2,69	28,92	68,39	50,97	55,69
3 ⁵			2,57	28,95	68,48	55,3	58,59
4 ¹	Пропарка	0,4	4,32	53,45	42,23	41,4	80,17
4 ³			3,23	35,89	60,88	52,8	71,76
4 ⁵			2,02	28,03	69,95	59,3	74,75

На рис. 2 представлены кривые зависимости $\frac{R_n}{R_0}$ от вязкости глицерина.

Как показывают рисунки, прочность цементного камня сильно меняется в зависимости от вязкости насыщающей жидкости, а именно, при возрастании вязкости от $0,025 \times 10^3$ до $1,413 \times 10^3$ спз прочность отдельных серий образцов возрастает на 30%.

Рис. 2. Кривые зависимости $\frac{R_n}{R_0}$ от вязкости насыщающей жидкости: R_n — прочность при вязкости, соответствующей любой температуре; R_0 — прочность при вязкости, соответствующей температуре 0°C ; нумерация кривых соответствует наименованию серий образцов; а — непропаренные образцы; б — пропаренные образцы



Учитывая то, что при насыщении образцов удавалось насытить макропоры, и то частично, за исключением нескольких серий пропаренных образцов, у которых была насыщена также часть мезопор (см. таблицу), можно полагать, что при полном заполнении пор цементного камня вязкой жидкостью этот эффект был бы более чувствительным.



Все вышесказанное указывает на то, что сорбированная влага, насыщающая мельчайшие поры и капилляры цементного камня, в известной степени повышает его прочность и тем самым смягчает эффект адсорбционного понижения прочности.

Академия наук Грузинской ССР
Институт строительной механики
и сейсмостойкости

(Поступило 9.6.1978)

მასალათა ტექნოლოგია

რ. ჩომახიძე, ხ. ჩიკოვანი

სხვადასხვა ფორიანობის მქონე ცემენტის ქვის სიმტკიცის
დამოკიდებულება გამჟღენთავი სითხის სიბლანტისთან

რეზიუმე

გამჟღენთავ სითხედ მიღებული იყო ტექნიკური არაპოლარული გლიცერინი, რომლის სიბლანტე მკვეთრად იცვლება ტემპერატურის ცვლილებასთან ერთად.

ჩატარებულმა კვლევამ გამოავლინა, რომ ცემენტის ქვის სიმტკიცეზე დიდ გავლენას ახდენს გამჟღენთავი სითხის სიბლანტე, რომლის სიბლანტის ზრდა იწვევს ცემენტის ქვის სიმტკიცის ზრდას.

მიღებული შედეგები უფლებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ სორბციული წყალი, რომელიც გვაქვს ცემენტის ქვის უწვრილეს ფორებსა და კაპილარებში, ხელს უწყობს მისი სიმტკიცის ზრდას და ამით ამცირებს სიმტკიცის შემცირებასა და დეფორმირების გაადვილების აღსორბციულ ეფექტს.

TECHNOLOGY OF MATERIALS

R. O. CHOMAKHIDZE, Kh. S. CHIKOVANI

STRENGTH OF CEMENT STONE OF DIFFERENT POROSITY DEPENDING ON THE SATURATING LIQUID VISCOSITY

Summary

The influence of the saturation rate and of the saturating liquid viscosity on the strength of cement stone of different porosity and different hardening conditions has been investigated. Non-polar glycerine was used as saturating liquid, the viscosity of which changes drastically depending on temperature variation.

The results obtained permit the conclusion that the sorbed water, saturating the smallest pores and capillaries of the cement stone, increases its strength, thus softening the adsorption effect of the decrease of strength.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. М. Длин. Математическая статистика в технике. М., 1951.
2. К. П. Яковлев. Математическая обработка результатов измерений. М., 1953.

К. Н. КАРКУЗАШВИЛИ, Э. И. НАТРОШВИЛИ, Н. Н. АЛАДАШВИЛИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Ф. Чанишвили 20.6.1978)

Правильное и своевременное применение минеральных удобрений способствует не только получению высокого и устойчивого урожая сельскохозяйственных культур, но и улучшению качества получаемой продукции. В результате рационального применения минеральных и органических удобрений урожай сельскохозяйственных культур увеличивается в 2—3 раза и больше.

Несмотря на то что производство минеральных удобрений с каждым годом увеличивается, в настоящее время потребность сельскохозяйственных культур в удобрениях еще полностью не удовлетворяется и хозяйства получают их в ограниченном количестве. Поэтому разработка экономических и организационных методов наиболее рационального использования минеральных удобрений имеет большое значение для народного хозяйства. Рациональное распределение минеральных и органических удобрений повышает прибавку урожая и экономические показатели использования удобрений в колхозах и совхозах страны. Помимо этого, при разработке методов распределения фондов минеральных удобрений необходим учет наличия ресурсов удобрений, их качества, плановых заданий по производству и реализации сельскохозяйственной продукции и т. д. Для обеспечения выполнения планов по урожайности и валовому производству продукции требуются максимальное использование потенциальных возможностей плодородия почвы и определение количества и структуры вносимых удобрений.

Эти проблемы могут быть решены на основании, с одной стороны, определения возможностей почв в создании определенной части урожая, а с другой, установления расхода удобрений на создание единицы сельскохозяйственной продукции [1]. Первое, в свою очередь, достигается установлением количественной зависимости между урожаем сельскохозяйственных культур и агрохимическими показателями различных типов почв, т. е. разработки производственных функций (уравнений регрессии), а второе — разработки функций на основе данных полевых опытов, которые позволяют определять показатели (нормативные данные) расхода на единицу прибавки урожая в зависимости от ее размера.

Производственные функции урожайности разработаны нами для отдельных типов почв в системе «урожай-почва», где «типом» почвы названа агропроизводственная группировка почв, учитывающих их механический состав. Колхоз или совхоз относится к той группе, которой принадлежит в ней более 60—70%.

Данные сгруппированы по типам почв и исследованы на различные виды зависимостей с помощью статистико-математических методов на ЭВМ «Минск-22».



Разработка охватила совхозы и колхозы Восточной Грузии по двум основным типам почв: коричневые и черноземы.

Подобраны следующие культуры: виноградная лоза, озимая пшеница и кукуруза. Поставлена задача искать зависимость урожая сельскохозяйственных культур от содержания в почве P_2O_5 , K_2O , гумуса, pH суммой поглощенных оснований и механического состава.

Помимо этих факторов, естественно, существует ряд влияющих на урожайность факторов, которые нами не учтены.

Таким образом, математическую модель процесса можно представить в виде функции

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + \kappa, \quad (1)$$

где κ — вклад, вносимый всеми неучтенными факторами, X_n — учтенные факторы.

Для практического использования общего числа полученных зависимостей была подобрана полиминальная аппроксимирующая функция вида

$$\bar{Y} = b_0 + \sum_{i=1}^n b_{ijk} \bar{X}_{im}, \quad (2)$$

где \bar{Y} — средний урожай k -той культуры j -того типа, X_{im} — среднее значение влияющего учтенного в модели параметра, b_0 — часть урожая, которая формируется под действием неучтенных факторов, b_{ijk} — изменение урожая k -той культуры на j -том типе почвы в зависимости от изменения содержания в ней i -того питательного вещества в расчете на единицу в натуральном измерении.

В зависимости (2) многочлен $\sum_{i=1}^n b_{ijk} \bar{X}_{im}$ отражает часть уро-

жая, которая формируется за счет естественного плодородия. Обозначим ее через Y'_m . После корректировки на фактические условия поля она примет вид

$$Y'_m = \sum_{i=1}^n b_{ijk} \bar{X}_{im} + \sum_{i=1}^n b_{ijk} (\bar{X}_{im} - X_{im}), \quad (3)$$

где X_{im} — содержание i -того вида на m -том объекте.

Источниками информации служили статистические формы отчетности 38 хозяйств Восточной Грузии — форма 9БСХ, годовые отчеты совхозов и колхозов за 1968—1976 гг., а также отчеты зональных агрохимических лабораторий за тот же период. Ниже приводится уравнение регрессии для озимой пшеницы на коричневых почвах для этих хозяйств:

$$Y'_1 = 0,37 (2\bar{x}_1 - x_1) + 0,025 (2\bar{x}_2 - x_2), \quad (4)$$

где x_1 — содержание в почве P_2O_5 , x_2 — содержание в почве K_2O .

Подставление значений показателей конкретного хозяйства колхоза им. Сталина с. Бодбисхеви Сигнахского района (средний урожай — 30,4 ц/га, P_2O_5 — 18,7 мг/кг, K_2O — 327,9 мг/кг, гумус — 2,7%, сумма поглощенных оснований — 28,8 мг-экв на 100 г почвы, механический состав ($<0,01$ мм) — 68,7%) в уравнение (4) дает $Y'_1 = 15,9$ ц/га.

Число 15,9 ц/га выражает часть урожая с. Бодбисхеви, которая формируется за счет почвенного плодородия. Аналогичные уравнения получены и для других культур.

Результат 15,9 ц/га дает возможность планировать потребность в удобрениях для конкретного хозяйства исходя из планового урожая.

Для с. Бодбисхеви плановый урожай составляет 30,4 ц/га. Отсюда за счет почвенного плодородия формируется 15,9 ц/га, для остального урожая (14,5 ц/га) следует определить потребность в удобрениях, которые рассчитываются на основании данных полевых опытов в агрохим-службе.

Центральный институт агрохимического
обслуживания сельского хозяйства
Тбилисский филиал

(Поступило 23.6.1978)

ნიდაგათმცოდნეობა

ჟ. კარკუზაშვილი, ე. ნატროშვილი, ნ. ალადაშვილი

ნიდაგის ნაყოფიერების განსაზღვრა ეკონომიკურ-
სტატისტიკური მეთოდით

რეზიუმე

ეკონომიკურ-სტატისტიკური მეთოდის გამოყენებით აღმოსავლეთ საქარ-
თველოს ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისა და ნიადაგური ტიპე-
ბისათვის შედგენილია რეგრესიის განტოლებები. ამ განტოლებებით გაინგა-
რისება ნიადაგის ბუნებრივი ნაყოფიერება ცალკეული კონკრეტული პირობე-
ბისათვის, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს განყოფილების ოპტიმალური დოზე-
ბის დადგენისა და დაგეგმილი მოსავლის მიღების საქმეში.

SOIL SCIENCE

K. N. KARKUZASHVILI, E. I. NATROSHVILI, N. N. ALADASHVILI

DETERMINATION OF SOIL FERTILITY BY THE ECONOMIC-STATISTICAL METHOD

Summary

Equations of regression for the main agricultural crops and soil types of Eastern Georgia have been derived by the economic statistical method. These equations permit the calculation of the natural fertility of soil for separate concrete conditions, which is highly important in establishing the optimal doses of fertilization and for obtaining the planned yield.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Е. Мосиук, Б. Е. Суконников, Л. В. Биль, В. Д. Маманова, Ю. И. Котко. Химия в сельском хозяйстве, № 5, 1976.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Т. И. ИОСЕБИДЗЕ

О ЛОКАЛЬНОМ ДЕЙСТВИИ ГИСТАМИНА НА
ПОСТКАПИЛЛЯРНЫЕ СОСУДЫ КОЖИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 11.4.1978)

Местное действие гистамина на различные звенья венозного комплекса кожной сосудистой области представляет одну из актуальных и мало изученных проблем физиологии органного кровообращения. Что касается такого распространенного объекта для витальной микрокопии сосудов кожи, как ушная раковина белой мыши, то за последние годы в доступной литературе имеется лишь одно сообщение об эффекте гистамина на посткапиллярные сосуды кожи [1]. Однако описанные в этой работе изменения функционального состояния вен при интрадермальном введении гистамина, как указывает сам автор, осложняются изменением трансмурального давления в венозной системе.

В связи с этим целью настоящего исследования было выяснение особенностей действия гистамина на посткапиллярные сосуды ушной раковины мыши в условиях, исключающих вовлечение в реакцию других звеньев циркуляторной системы и их возможный гемодинамический эффект. Для этого нами использовалась методика микроинтенофоретической аппликации активных радикалов препарата в область сосудистой стенки, модифицированная в нашей лаборатории [2]. Опыты проводились на белых мышах. Методика подготовки препарата, особенности биомикроскопии ее сосудов и обработки экспериментальных данных подробно описаны нами ранее [3].

В венозном отделе уха белой мыши нами выделены три группы сосудов в зависимости от величины их внутреннего диаметра и топографических взаимоотношений: крупные вены (диаметром 80 мк и выше), вены среднего калибра (30—70 мк) и посткапиллярные венулы (15—25 мк). Характер реакции указанных сосудов на локальное действие гистамина иллюстрирует приводимая ниже таблица.

Оценивая эффект действия гистамина на периферические вены разного калибра, необходимо отметить, что существует определенная градация интенсивности реакции периферических вен на действие надпороговых доз этого вещества. Наибольшая величина сосудистого ответа отмечена в посткапиллярном венулярном отделе. Степень расширения этих сосудов в процентах от исходного уровня составляет $63,8 \pm 7,8\%$. Действие гистамина на вены среднего калибра также приводит к вазодилатации этих сосудов, которая составляет $19,72 \pm 4,1\%$ от исходного уровня и по своей величине значительно уступает эффекту действия вещества на посткапиллярные венулы уха белой мыши ($P < 0,01$). В отношении вен крупного калибра микроинтенофоретическое введение гистамина оказалось неэффективным (достоверных изменений просвета, по сравнению с его исходной величиной, не обнаружено).

Из таблицы следует также, что в ходе реакции на гистамин обнаруживается существенное различие между величинами латентного пе-



риода, предшествующего расширению вен и венул. Скрытый период у посткапиллярных венул почти вдвое короче, чем у вен среднего калибра. Различия же в величине двух других параметров, характеризующих развитие реакции (времени пика реакции на ее последствие) у вен разного диаметра не выходит за рамки случайной вариации ($P > 0,05$).

Сравнительная характеристика реакции вен разного калибра ушной раковины белой мыши на местное воздействие гистамина

Типы периферических вен	Параметры реакции				
	N	Интенсивность	Латентный период	Время пика	Продолжительность последствия
Крупные вены	10	—	—	—	—
Вены среднего калибра	10	$119,7 \pm 2,4$	$3,3 \pm 0,2$	$2,4 \pm 0,5$	$8 \pm 0,7$
Посткапиллярные венулы	10	$163,8 \pm 2,7$	$1,7 \pm 0,2$	$2,3 \pm 0,3$	$7 \pm 0,5$
P_{2-3}		$< 0,01$	$< 0,05$	$> 0,05$	$> 0,05$

Условные обозначения: N—число опытов; P_{2-3} —уровень значимости различий между соответствующими параметрами реакции вен среднего калибра и посткапиллярных венул; интенсивность — величина максимального расширения сосудов в % от исходного уровня; латентный период — время в минутах от начала микроионтофореза до расширения сосуда, превышающего максимальное значение фоновых колебаний просвета на величину, большую ошибки метода; время пика — время развития реакции до максимума в минутах, продолжительность последствия — продолжительность восстановления исходного просвета сосудов после прекращения микроионтофореза в минутах. Во всех графах таблицы приводятся средние величины соответствующих параметров и ошибки средних.

Таким образом, существует четкое количественное различие в интенсивности локального сосудорасширяющего действия гистамина на периферические вены разного калибра уха белой мыши. Дилататорный эффект гистамина убывает в направлении от венул к крупным венам, а в последнем случае эффект отсутствует вообще. Величина же латентного периода реакции, напротив, в том же направлении возрастает.

Следует подчеркнуть, что описанные выше локальные эффекты гистамина на разные отрезки венозной системы изучаемой области связаны с активацией гистаминергической рецепции, так как в контрольных экспериментах антигистамин полностью блокирует сосудорасширяющее действие гистамина на вены среднего калибра и посткапиллярные венулы ушной раковины.

Описанные выше закономерности в локализации и характере активности гистаминергической рецепции в микроциркуляторной системе кожи могут служить одним из косвенных свидетельств о возможном наличии весьма эффективных гистаминергических механизмов регуляции посткапиллярного отдела микроциркуляторного русла данной сосудистой области.

Тбилисский государственный
педагогический институт
им. А. С. Пушкина

(Поступило 2.6.1978)

თ. იოსებიძე

ჰანის პოსტკაპილარულ სისხლძარღვებზე ჰისტამინის
ლოკალური მოქმედების შესახებ

რეზიუმე

აღწერილია ჰისტამინის ლოკალური, სისხლძარღვთა გამაფართოებელი მოქმედების რაოდენობრივი განსხვავება ინტენსივობასა და ხანგრძლივობაში მოცემული უბნის პოსტკაპილარულ სისხლძარღვებზე. ჰისტამინის დილატატორული ეფექტის სიდიდე კლებულობს პოსტკაპილარული ვენულებიდან მსხვილი ვენების მიმართულებით. უკანასკნელ შემთხვევაში ეფექტი არ აღინიშნება. ჰისამინზე რეაქციის ფართული პერიოდის ხანგრძლივობა პოსტკაპილარულ ვენებს თითქმის ორჯერ მაღალი აქვს, ვიდრე საშუალო ყალიბის ვენებს. მნიშვნელოვანი განსხვავება რეაქციის პიკის დროსა და მისი შემდგომი მოქმედების ხანგრძლივობას შორის არ გამოვლინდა.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

T. I. IOSEBIDZE

ON THE LOCAL ACTION OF HISTAMINE ON THE POSTCAPILLARY
VESSELS OF THE SKIN

Summary

Quantitative differences in the intensity and duration of local vasodilating action of histamine on the postcapillary vessels of a given region are described. The dilative effect of histamine decreases from postcapillary venules to large veins, the effect being totally absent in the latter case. The length of the latent period in the postcapillary venules is almost one half shorter than in medium-calibre veins. No significant differences were found in the duration of peak reaction and its aftereffect.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. И. Мчедlishvili. Капиллярное кровообращение. Тбилиси, 1958.
2. О. А. Заридзе. Материалы IV Республиканской научной конференции физиологов высших учебных заведений Грузинской ССР. Тбилиси, 1977.
3. Т. И. Иосебидзе. Там же.
4. И. Д. Гедеванишвили. Периферическое кровообращение и особенности его регуляции. М., 1967.



А. А. ДЖАВАХИШВИЛИ, А. Д. ЧИЧИНАДЗЕ, Е. И. ДОЛИДЗЕ,
Н. А. ГРИГАЛАШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПАТОГЕНЕЗА И ЛЕЧЕНИЯ ГИПОСЕКСУАЛИЗМА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 30.6.1978)

В последнее время сексуальные нарушения у мужчин привлекают особое внимание исследователей, поскольку они представляют не только медицинскую, но и важную социальную проблему [1, 2].

Мужчины с патологией сексуальной сферы обычно страдают бездетностью, а также гомосексуализмом и другого рода преступными проявлениями. При этом важно отметить, что при гипосексуальных состояниях первичные поражения хромосомного аппарата, гонадальные дисгенезии и пороки развития генетического порядка встречаются в сравнительно небольшом числе случаев (5—7%), во всех остальных случаях этиопатогенез сексуальных расстройств остается недостаточно выясненным [3].

В литературе уделяется большое внимание метаболическим нарушениям, которые могут привести к структурно-функциональным расстройствам [4]. Метаболические нарушения хорошо изучены при патологиях сердечно-сосудистой системы, печени, почек, при нервных заболеваниях, в то время как при сексуальных расстройствах они освещены все еще недостаточно. Рядом авторов [5, 6] установлено, что разного рода метаболиты и факторы среды оказывают сильное воздействие на функциональное состояние половых органов и сперматогенез. Однако патогенез сексуальных нарушений все еще остается неясным.

Мы поставили целью изучить некоторые стороны патогенеза сексуальных нарушений при дисметаболических состояниях.

Под наблюдением находились 15 хроматинотрицательных мужчин, страдающих гипосексуализмом и бездетностью (I или II происхождения). У всех мужчин имели место рефлекторные расстройства половой сферы и нарушение сперматогенеза. У 3 больных отмечалась азооспермия, у 7 — олигоспермия III степени, а у остальных 5 — олигоспермия I—II степени.

В результате изучения степени оксигенации крови с помощью фотооксигеметра (модель 057) у 10 больных (67% случаев) была выявлена резко выраженная кислородная недостаточность, с дефицитом оксигенации, превышающим 20%. У 2 отмечались нормальные показатели оксигенации (в том числе у 1 больного с азооспермией, у другого с олигоспермией III степени). У остальных 3 больных дефицит кислорода не превышал 10—20%. Таким образом, у больных, страдающих гипосексуализмом, не было установлено линейного соотношения между показателями оксигенации и сперматогенеза.

Изучением показателей рН мочи у больных в большинстве случаев была обнаружена ацидизация (изучение рН производилось рН-метром марки рН-121). Только у 2 больных показатели рН мочи достигали



6 единиц, у остальных 13 они составляли в среднем 5,3 единицы. Следовательно, у больных с гипосексуализмом резко выраженная ацидозия мочи отмечалась в 87% случаев.

Биохимическим анализом мочи у 7 больных была установлена резко положительная реакция на содержание лактозы и галактозы, у 6 больных — слабоположительная реакция, а у 2 — отрицательная. У некоторых больных, наряду с лактозурией и галактозурией, отмечалась аминоацидурия, в частности, пролинурия — у 5 больных (из них в 3 случаях резко положительная реакция), триптофанурия — у 5, фе-нилкетонурия — у 3.

Путем дополнительного исследования больных с применением генеалогических и дерматоглифических методик было обнаружено, что некоторые больные являлись гетерозиготными носителями патологического гена галактоземии, что подтвердилось и применением функциональных нагрузочных проб. Аминоацидурию у больных носителей мутантного гена галактоземии мы расценили как вторичное явление, развивающееся в результате повреждения почек продуктами ненормальной ассимиляции сахаров. Носительство галактоземии было установлено у 5 больных из 15, что составляет 33% случаев.

Обнаружение галактозурии и аминоацидурии у больных с сексуальными нарушениями указывало на развитие эндоинтоксикации, вызывающей функциональные нарушения не только в сексуальной сфере, но и в почках и печени. По литературным данным, в ассимиляции галактозы и лактозы большое значение играют процессы биомембранной активации по переносу этих веществ, которые осуществляются с помощью лецитина и ненасыщенных жирных кислот [7]. Однако в результате ацидозации нарушаются биомембранная функция и ассимиляция ненасыщенных жирных кислот, являющихся, как выяснено нами [8], аэробными генераторами энергии. Таким образом, у больных при гипосексуализме наиболее характерный патогенетический признак — это наличие гипоксии и ацидоза, а гипоксия и ацидоз являются характерными признаками дисметаболизма и интоксикации [9].

Выясняется также, что при гипосексуализме эндоинтоксикация осуществляется по типу нарушения обмена галактозы. В виду того что не отмечено существенной разницы в показателях дисметаболизма у больных носителей мутантного гена галактоземии в гетерозиготной форме и других больных, мы сделали предположение об идентичности патогенеза развития наследственной и приобретенной интоксикации при гипосексуализме.

Из литературы широко известна роль ацидоза и гипоксии при создании парабактериальных очагов в нервных центрах [10, 11], приводящих органы и системы к патологическому состоянию. Поэтому в патогенезе гипосексуальных состояний основным моментом представляется накопление водородных ионов внутриклеточно и развитие очагов парабактериального типа. Наличие ацидоза и гипоксии у больных при гипосексуализме может вызывать биомембранные нарушения в процессе ассимиляции галактозы, которая становится фактором хронической эндоинтоксикации.

В связи с изучением некоторых вопросов патогенеза гипосексуализма проводилось целенаправленное лечение больных с применением криорефлексотерапевтических приемов. Кроме того, применялось комплексное диетико-медикаментозное лечение с целью устранения последствий нарушения обмена галактозы и лактозы, а также снижения степени ацидоза и гипоксии. Предпринимались также меры для восстановления биомембранной функции.



В результате лечения почти у всех больных наблюдалось улучшение клинико-лабораторных показателей, с восстановлением у некоторых из них фертильности.

Тбилисский научно-исследовательский институт
генеративной функции человека
им. И. Ф. Жордания

(Поступило 30.6.1978)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ა. ჯავახიშვილი, ა. ხიჩინაძე, ე. დოლიძე, ნ. გრიგალაშვილი

ჰიპოსექსუალიზმის პათოგენეზის და მკურნალობის
ზოგიერთი საკითხისათვის

რეზიუმე

ჰიპოსექსუალიზმით დაავადებულ, ქრომატინუარყოფითი 15 მამაკაცის შესწავლის შედეგად, რომელთაც აღენიშნებოდათ უშვილობა და სპერმატოგენეზის დარღვევა, დადგენილ იქნა აციდოზის, ჰიპოქსიის, გალაქტოზურიის და ამინოციდურიის არსებობა.

გენეტიკური გამოკვლევებით 33% შემთხვევაში გამოვლინებულ იქნა გალაქტოზემიური მუტანტური გენის მტარებლობა ჰეტეროზიგოტული ფორმით, რის საფუძველზედაც გამოთქმულია მოსაზრება მეგკვიდრული და შექცენილი დისმეტაბოლიზმის ერთნაირი პათოგენეტიური მექანიზმით განვითარების თაობაზე.

ჩატარებული პათოგენეტიური მკურნალობის მეშვეობით კრიორეფლექსო-თერაპიული მეთოდების, დიეტური და მედიკამენტოზური საშუალებების გამოყენებით, რომელთა მიზანი იყო აციდოზის, ჰიპოქსიისა და გალაქტოზემიის მავნე ზემოქმედების შენელება, მეტ წილ შემთხვევაში აღინიშნა კლინიკური გაუმჯობესება და ზოგიერთ ავადმყოფში აღდგენილ იქნა შვილოსნობის უნარი.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

A. A. JAVAKHISHVILI, A. D. CHICHINADZE, E. I. DOLIDZE, N. A. GRIGALASHVILI

SOME QUESTIONS OF THE PATHOGENESIS AND TREATMENT
OF HYPOSEXUALITY

Summary

A study of fifteen males suffering from hyposexuality and disturbed fertility has revealed in most of them the presence of acidosis, hypoxia, galactosuria and aminoaciduria.

Hyposexuality was found to give rise to chronic endointoxication of the galactosemia type, resulting from a disturbed function of biomembrane cells and assimilation of unsaturated fatty acids.



The use of complex treatment procedures of pathogenetic order, involving cryoreflex-therapy as well as measures against galactosemia, acidosis and hypoxia in the majority of cases led to an improvement of clinical indices, with the restoration of fertility in some subjects.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. Ф. Давиденков и др. Клинические синдромы при аномалиях половых хромосом. Л., 1973.
2. А. А. Прокофьева-Бенгольская. Основы цитогенетики человека. М., 1969.
3. А. Стивенсон, Б. Девидсон. Медико-генетическая консультация. М., 1972.
4. Р. Б. Джиннингс и др. Сб. «Метаболизм миокарда». М., 1975, 325—346.
5. Sharon Battersby, J. A. Chandler. Fertil. and Steril., 28, № 5, 1977, 557—561.
6. Z. Brigitta, K. E. Dixon. J. Embryol. Exp. Morph., 41, № 10, 1977, 33—46.
7. М. Салтон. Сб. «Молекулярная микробиология». М., 1977, 421—453.
8. Е. И. Долидзе и др. Изв. АН ГССР, сер. биол., 2, № 4, 1976, 368—372.
9. В. А. Таболин. Сб. «Наследственная и приобретенная патология обмена веществ у детей». М., 1973.
10. И. С. Бериташвили. Общая физиология мышечной и нервной системы. М.—Л., 1937.
11. Н. Е. Введенский. Возбуждение, торможение и наркоз. Полное собр. соч., 4. М., 1953.



С. В. ДУРМИШИДЗЕ (академик АН ГССР), А. Г. ШАЛАШВИЛИ

ПРЕВРАЩЕНИЕ (+)-КАТЕХИНА В ЯГОДАХ ВИНОГРАДА

Основными катехинами ягод винограда являются (+)-катехин, (—)-эпикатехин и (—)-эпикатехингаллат [1—3]. Одним из авторов данной работы [1] установлено, что в период развития ягод винограда содержание катехинов претерпевает значительные изменения; препарат дубильных веществ семян винограда, полученный в июле, содержит 70% катехинов, тогда как в препарате, выделенном из семян в сентябре, содержание катехинов уменьшается до 20%. Эти данные указывают на то, что при вегетации виноградной лозы катехины принимают участие в обмене веществ растений. Имеются также данные, указывающие на то, что (+)-катехин при его усвоении корнями кукурузы превращается в различные соединения и включается в общий метаболизм [4].

Цель настоящей работы — изучить превращение ^{14}C -(+)-катехина в ягодах виноградной лозы сорта Ркацители. Радиоактивный (+)-катехин с удельной активностью 88160 имп/мин/мг был получен из листьев рододендрона понтийского путем фотосинтеза [5]. Ставились два опыта. В первом опыте (август) срезанный побег виноградной лозы с одной незрелой гроздью помещался в стакан с дистиллированной водой. На грозди оставлялось 10 ягод. Из ягод скальпелем вырезались маленькие треугольнички, осторожно вынимались семена и вносился растворенный в стерилизованной воде ^{14}C -(+)-катехин (4 мг на 1 мл) по 100 мл в каждую. Надрезы закрывались вырезанными из ягод треугольничками. Стакан ставился в камеру из оргстекла при естественном комнатном освещении. Во втором опыте (сентябрь) из 10 ягод спелого винограда вынимались семена. Кожица и мякоть растирались в стерилизованной фарфоровой ступке, и добавлялся растворенный в стерилизованной дистиллированной воде ^{14}C -(+)-катехин (4,8 мг на 3 мл). Экспозиции обоих опытов — 6 часов. Материал фиксировался кипящим этанолом. С целью изучения продуктов превращения ^{14}C -(+)-катехина фиксированный материал экстрагировался на кипящей водяной бане 80% этанолом 4 раза. Экстракты объединялись, фильтровались и перегонялись в вакууме при 50% до небольшого объема. Этот раствор обозначался как фракция, растворимая в 80% этаноле. Оставшийся после экстракции растительный материал содержал в основном полимерные соединения и обозначался как фракция, нерастворимая в 80% этаноле. Основные группы органических веществ (органические кислоты, аминокислоты и сахара), содержащиеся во фракции, растворимой в 80% этаноле, разделялись методом хроматографии на бумаге [6]. Для идентификации индивидуальных соединений применялись методы хроматографии на бумаге с аутентичными образцами и радиоавтографии. Использовались следующие системы растворителей: для органических кислот н-бутанол-муравьиная кислота-вода (10:2:5), для аминокислот и сахаров н-бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:5). Радиоактивность измерялась на установке типа ПП-8



торсионным счетчиком БФЛ-25 с эффективностью 17,2% и жидкостно-сцинтилляционным спектрометре SL-30.

Из полученных данных (табл. 1) видно, что в обоих опытах происходит превращение (+)-катехина и продукты метаболизма включаются в основные группы органических веществ. В первом опыте основная часть радиоактивности сосредоточивается во фракции, растворимой в

Таблица 1
Включение радиоактивных углеродных атомов (+)-катехина во фракции и основные группы органических веществ

Опыт	Растительный материал	Радиоактивность отдельных фракций, % к Σ		Радиоактивность отдельных групп органических веществ, % к Σ радиоактивности фракции, растворимой в 80 % этаноле		
		Фракция, растворимая в 80 % этаноле	Фракция, нерастворимая в 80 % этаноле	Органические кислоты	Аминокислоты	Сахара
I	Незрелые ягоды	72,7	27,3	61	35,6	3,4
	Гребень	91,2	8,8	22,1	33,8	44,1
II	Гомогенат спелых ягод	49	51	21,6	62,8	15,6

80% этаноле, тогда как в гомогенате спелых ягод радиоактивность (+)-катехина распределяется почти поровну между обеими фракциями. В незрелых ягодах во фракции, растворимой в 80% этаноле, наиболее радиоактивны органические кислоты (61%), тогда как в гребне наблюдается противоположная картина. Радиоактивность сахаров

Таблица 2
Идентификация ^{14}C соединений при превращении ^{14}C -(+)-катехина

Опыт	Растительный материал	Распределение радиоактивности между идентифицированными соединениями, % к Σ											
		Протокатеховая к-та	Яблочная к-та	Гистидин	Лейцин	Триптофан	Аспарагиновая к-та	Метионин	Глутаминовая к-та	Аланин	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза
I	Незрелые ягоды	67,3		9,7	8	4,5	7	3,5					
	Гребень				29,2		7,6			3	30,8	10,7	18,7
II	Гомогенат спелых ягод		35,1			13,6	8,1		8,1	16,2	13,6	5,3	

(44,1%) выше, чем активность аминокислот (33,8%) и органических кислот (22,1%). По-видимому, в незрелых ягодах идет интенсивный синтез сахаров, которые передвигаются в гребень. Следует отметить, что в гребне были найдены радиоактивные глюкоза, фруктоза и сахароза (табл. 2). Среди аминокислот в зеленых ягодах радиоактивны гистидин, лейцин, триптофан, метионин и аспарагиновая кислота, а в гребне — лейцин, аланин и аспарагиновая кислота. В зеленых ягодах



обнаружена радиоактивная протокатехиновая кислота. Это соединение нами [7] найдено в облиственных стеблях кукурузы и корнях семян виноградной лозы при исследовании превращения ^{14}C -кверцетина. Протокатеховая кислота обнаружена также при расщеплении нативного комплекса флавонолов володушки многожилчатой бесклеточным экстрактом из пестиков цветка этого же растения [8] и при превращении кверцетина в суспензияльных культурах клеток нута [9]. Вероятно, один из путей превращения флавоноидных соединений в растениях протекает через оксibenзойные кислоты.

В опыте с гомогенатом спелых ягод найдены радиоактивные яблочная кислота, аланин, триптофан, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, глюкоза и фруктоза (табл. 2).

Таким образом, в ягодах виноградной лозы сорта Ркацители происходит окислительное расщепление (+)-катехина и продукты превращения используются для биосинтеза органических кислот, аминокислот и сахаров.

Академия наук Грузинской ССР

Институт биохимии растений

(Поступило 9.6.1978)

ბიოქიმიის

ს. დურმიშიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ა. შალაშვილი

(+)-კატეჰინის გარდაქმნა უბრძენში

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ რკაჟითელის ჯიშის ვაზის ყურძენში ხდება ^{14}C -(+)-კატეჰინის გარდაქმნა. გარდაქმნის პროდუქტები გამოიყენება ორგანული მჟავების, ამინომჟავებისა და შაქრების ბიოსინთეზში.

BIOCHEMISTRY

S. V. DURMISHIDZE, A. G. SHALASHVILI

TRANSFORMATION OF (+) - CATECHIN IN GRAPE

Summary

It is shown that in the grape variety "Rkatsiteli" ^{14}C -(+)-catechin is transformed and the products of transformation are used in the biosynthesis of organic acids, amino acids and sugars.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. В. Дурмишидзе. Дубильные вещества и антоцианы виноградной лозы и вина. М., 1955.
2. Cathy Tjai Su, V. L. Singleton. Phytochemistry. 8, № 8, 1969.
3. Н. Н. Гелашвили, К. М. Джемухадзе. Сообщения АН ГССР, 58, № 1, 1970.
4. С. В. Дурмишидзе, А. Г. Шалашвили. ДАН СССР, 210, № 2, 1973.
5. С. В. Дурмишидзе, А. Г. Шалашвили. Сообщения АН ГССР, 71, № 1, 1973.
6. Р. Я. Школьник, Н. Г. Доман. Биохимия, 25, № 2, 1960.
7. С. В. Дурмишидзе, А. Г. Шалашвили. ДАН СССР, 181, № 6, 1968.
8. В. Г. Минаева, М. Н. Запрометов. ДАН СССР, 211, № 5, 1973.
9. W. Hosel, P. Shaue, W. Barz. Z. Naturforsch. 27b, 8, 1972.

П. А. ТХЕЛИДЗЕ, О. Т. ХАЧИДЗЕ

ВКЛЮЧЕНИЕ УГЛЕРОДА $C^{14}O_2$ В БЕЛКИ СТЕБЛЕЙ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 28.4.1978)

В настоящее время доказано, что образование белка в листьях растений тесно связано с процессом фотосинтеза, и белок листьев считается одним из продуктов фотосинтеза [1, 2].

Ранее было показано, что характер образования аминокислот в листьях винограда в связи с процессом углеродного питания значительно меняется по фазам вегетации [3, 4]. Было установлено также, что в атмосфере $C^{14}O_2$ в зеленом побеге (без листьев) виноградного растения углерод включается, наряду с другими соединениями, и в аминокислоты и этот процесс изменяется по фазам вегетации [5].

В данной статье приведены полученные нами результаты, касающиеся включения радиоактивного углерода, поглощенного в процессе фотосинтеза в белки стеблей виноградной лозы при различных экспозициях.

Опыты были проведены на стеблях плодоносящих лоз сорта Ркацители. После удаления листьев стебли помещались в камеры из органического стекла. Концентрация углекислого газа составляла 1%, а удельная радиоактивность C^{14} —100 мК/л.

Свободные аминокислоты экстрагировали 80% спиртом. Из нерастворимых в спирте остатков белок экстрагировали 2% раствором NaOH, осаждали трихлоруксусной кислотой (конечная концентрация—5%), осадок промывали 5% ТХУ, смесью спирт-хлороформ-серный эфир (2:2:1), 96% спиртом, эфиром и высушивали. Гидролиз белка проводили в 6 N HCl в запаянных ампулах в течение 24 часов при температуре 110°C. Соляную кислоту упаривали в фарфоровых чашках на водяной бане.

Для хроматографии была применена хроматографическая бумага марки «М», предварительно промытая раствором трилона Б. Растворителем служила смесь н-бутилового спирта, уксусной кислоты и воды в двух соотношениях — 40:10:50 и 40:15:5; каждую смесь пропускали по 2 раза. После хроматографии получали радиоавтограммы на рентгеновских пленках и идентифицировали отдельные компоненты. Отсчет радиоактивных пятен вели жидкостным сцинтилляционным спектрометром SL-30.

Опыты показали, что с увеличением экспозиции изменяется распределение радиоактивности во фракциях свободных и белковых аминокислот.

При 1-минутной экспозиции общая радиоактивность побега составляла 62 000 имп/г/мин, при этом 24,9% радиоактивности всего усвоенного C^{14} оказалось в свободных аминокислотах, в то время как радиоактивность белковых аминокислот составляла только 0,4% от общей



радиоактивности побега. После 10-минутной экспозиции общая радиоактивность побега была равна 184 500 имп/г/мин, радиоактивность свободных и связанных аминокислот — соответственно 17,2 и 1,1%.

Таблица 1
Содержание C^{14} в аминокислотах белка при разных экспозициях (фаза цветения)

Белковые аминокислоты побега	Радиоактивность							
	1 мин		10 мин		30 мин		60 мин	
	имп/г/мин	%	имп/г/мин	%	имп/г/мин	%	имп/г/мин	%
Аргинин	0		50	8,4	80	4,1	210	4,3
Аспарагиновая к-та	сл.		70	11,8	140	7,2	440	9,1
Серин	50	32,2	110	18,6	357	18,4	720	14,9
Глицин	65	41,9	65	11,2	380	19,6	890	18,5
Глютаминовая к-та	40	25,8	90	15,2	143	7,3	510	10,7
Аланин	0		75	12,8	70	3,6	290	6,1
Валин	0		90	15,2	75	3,8	225	4,6
Остальные аминокислоты	0		40	6,7	793	36,0	1525	31,5
Общая радиоактив- ность белковых аминокислот, имп/г/мин	165		575		1845		4720	

После 60 мин общая радиоактивность побега увеличилась до 1 248 000 имп/г/мин, соответственно радиоактивность свободных аминокислот снизилась до 11,6%, а радиоактивность фракции аминокислот увеличилась до 4,2%.

Таблица 2
Распределение C^{14} , поглощенного в процессе фотосинтеза белковыми аминокислотами, в коре и древесине стебля (фаза цветения, экспозиция—30 мин)

Белковые аминокислоты	Радиоактивность белкового гидролизата					
	Побег		Кора		Древесина	
	имп/г/мин	%	имп/г/мин	%	имп/г/мин	%
Аргинин	165	4,1	90	3,8	65	5,9
Аспарагиновая к-та	347	11,3	222	9,5	95	8,8
Серин	595	18,4	390	16,8	175	16,2
Глицин	520	18,6	410	17,5	110	10,2
Глютаминовая к-та	380	11,3	190	8,2	135	12,4
Аланин	220	7,6	100	4,3	80	7,3
Валин	195	7,2	90	3,8	90	8,3
Остальные аминокислоты	2480	77,5	945	35,9	235	30,6
Общая радиоактивность белковых аминокислот, имп/г/мин	5300		2365		1835	

Радиоактивность отдельных аминокислот белков при различных экспозициях представлена в табл. 1.

При 1-минутных опытах вся радиоактивность белка оказалась в серине, глицине и глютаминовой кислоте. При 10-минутной экспозиции в белках, кроме этих аминокислот, мечеными оказались аспарагиновая кислота, аргинин, валин, аланин, лейцин и другие аминокислоты. При 30-минутной экспозиции в белках оказались мечеными все аминокислоты, которые были радиоактивными в свободном виде. По-видимому, при такой экспозиции все аминокислоты, образовавшиеся в процессе фотосинтеза, включаются в белки.

С увеличением экспозиции постепенно увеличивается общая радиоактивность всех белковых аминокислот, но отдельные аминокислоты включаются в белки с неодинаковой скоростью. В белковых аминокислотах относительная радиоактивность аспарагиновой кислоты, серина, глицина, глютаминовой кислоты, аргинина повышается, валина и аргинина после 30 мин понижается. Радиоактивность глицина и серина гораздо выше при 1-минутных опытах.

В табл. 2 приведены данные о распределении C^{14} , поглощенного при фотосинтезе, в белках коры и древесины побега виноградной лозы.

Как видно из таблиц, C^{14} в большем количестве обнаруживается в белках коры. Общая радиоактивность белков древесины в 1,3 раза меньше, чем в белках коры.

Таким образом, углерод двуокиси углерода воздуха, усвоенный в процессе фотосинтеза побегами виноградной лозы, активно включается в молекулы белков. Этот процесс в побегах происходит качественно так же, как и в листьях, но сравнительно слабее.

Радиоактивный углерод двуокиси углерода, поглощенный из атмосферы, неравномерно распределяется в коре и древесине побега.

Анализ процентного соотношения радиоактивности отдельных белковых аминокислот указывает на то, что кора и древесина виноградной лозы различаются не только количественным содержанием, но и качественным составом белков.

Академия наук Грузинской ССР

Институт биохимии растений

(Поступило 25.5.1978)

ბიოქიმია

პ. თხალაძე, ო. ხაჩიძე

$C^{14}O_2$ -ის ნახშირბადის ჩართვა ვაზის ღეროს ცილებში

რეზიუმე

შესწავლილია ფოტოსინთეზის პროცესში ვაზის მწვანე ღეროს მიერ შეთვისებული რადიოაქტიური ნახშირბადის განაწილება თავისუფალ და ცილის ამინომჟავებში. გამოკვლეულია წარმოქმნილ რადიოაქტიურ ამინომჟავათა ჩართვა ცილაში სხვადასხვა ექსპოზიციის დროს.

დადგენილია ფოტოსინთეზის პროცესში ასიმილირებული C^{14} -ის განაწილება ვაზის ღეროს ქერქისა და მერქნის თავისუფალ და ცილის ამინომჟავებში.

P. A. TKHELIDZE, O. T. KHACHIDZE

INCORPORATION OF CARBON OF $C^{14}O_2$ INTO PROTEINS
FROM GRAPEVINE SHOOTS

Summary

The distribution of radioactive carbon taken up by grapevine green shoots in free and protein amino acids has been studied during photosynthesis. Incorporation of the produced radioactive amino acids into proteins has been examined.

The distribution of C^{14} assimilated in photosynthesis in free and protein amino acids of grapevine shoot bark and wood has been ascertained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Ничипорович. Труды ин-та физиол. раст. им. К. А. Тимирязева АН СССР, 8, вып. 1, 1953, 3.
2. Т. Ф. Андреева. Фотосинтез и азотный обмен листьев. М., 1969.
3. P. E. Kriedermann, W. M. Kliewer, Z. M. Harris. Vitis, 9, 1970, 97.
4. О. Т. Хачидзе, П. А. Тхелидзе, И. А. Матикашвили. Сообщения АН ГССР, 48, № 1, 1967, 85.
5. П. А. Тхелидзе. Республиканская научная конференция по вопросам биохимии сельскохозяйственных растений. Тез. докл. Тбилиси, 1976.



3. ჩუბინიძე

ალმოსავლური წიფლის ქერძის კატექინები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. დურმიშიძემ 30.5.1978)

კატექინები ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებია. გამოკვლევებმა აჩვენა მათი ფართო გამოყენების შესაძლებლობანი სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგში, განსაკუთრებით მედიცინაში. ამჟამად მწვავედ დგას კატექინების მისაღები ახალი ნედლეულის გამოვლინების საკითხი. ამ თვალსაზრისით აღმოსავლური წიფელი, რომელსაც ჩვენი ტყეების ფართო მასივები უჭირავს [1], შესწავლის მნიშვნელოვან ობიექტს წარმოადგენს.

შრომა ეხება აღმოსავლური წიფლის ქერძის კატექინების გამოყოფასა და იდენტიფიკაციას.

საანალიზო მასალა შევავროვეთ მაისის თვეში, ორჯონიკიძის რაიონში, ძირულის ხეობაში. დავაქუცმაცეთ და გავაშრეთ ოთახის ტემპერატურაზე; ფისების, ცხიმებისა და სხვა მინარევების მოცილების მიზნით გავრეცხეთ სოქს-ლეტის აპარატში ქლოროფორმით. 100 გ გარეცხილ და გამშრალ მასალას გავუკეთეთ სამჯერადი ცხელი ექსტრაქცია მადულარი წყლის აბაზანაზე 80%-იანი ეთანოლით. ექსტრაქტები გავაერთიანეთ. ვაკუუმამორთქლებელში 50°-ზე გამოხდით მოვაცილეთ ეთანოლი და მოცულობა შევამცირეთ 50 მლ-მდე. მიღებული წყლიანი ექსტრაქტი კვლავ გავრეცხეთ ქლოროფორმით რამდენჯერმე — ქლოროფორმის ფენის გაუფერულებამდე. შემდეგ რამდენჯერმე ჩავატარეთ ფლავონოიდების ექსტრაქცია ეთილაცეტატით ეთილაცეტატის ფენის გაუფერულებამდე. ექსტრაქტები გავაერთიანეთ, გამოვხადეთ ვაკუუმამორთქლებელში 45°-ზე სრულ აშრობამდე. მივიღეთ ფლავონოიდურ ნაერთთა ჯამური პრეპარატი. გამოსავალი — 5%. აღნიშნული პრეპარატი დავყავით ფრაქციებად ადსორბციული ქრომატოგრაფიის მეთოდით პოლიამიდის სვეტზე (120×3 მმ) [2, 3]. კატექინების შემცველი ფრაქციის გამოსავლინებლად გამოვიყენეთ თვისობრივი რეაქციები ვანილინის რეაქტივთან [4], *n*-ტოლუოლსულფომჟავის ეთანოლიან ხსნართან [5], ორგანოზომილებიანი ქრომატოგრაფია ქალაღზე, რომლის დროსაც გამხსნელები იყო *n*-ბუთანოლი-მმარმეავა-წყალი (4:1:5 ზედა ფენა) და 2%-იანი მმარმეავა [6]. ქრომატოგრაფიაზე მივიღეთ სხვადასხვა კატექინის სამი კარგად გამოსახული ლაქა. ინდივიდუალური კატექინების გამოყოფის მიზნით საანალიზო ხსნარი დაეწვეთა ქრომატოგრაფულ ქალაღზე ზოლების სახით. გამხსნელად გამოვიყენეთ *n*-ბუთანოლი-მმარმეავა-წყალი (4:1:5 ზედა ფენა). ქრომატოგრაფიაზე მივიღეთ ზოლები შემდეგი R_F მნიშვნელობებით: I — 0,66, II — 0,58 და III — 0,50. ზოლები ამოვკვირეთ, იდენტური ზოლები გავაერთიანეთ, დაკვირეთ წვრილად და გავუკეთეთ სამჯერადი ექსტრაქცია წყლით გაჯერებული დიეთილის ეთერით. ექსტრაქტები გავფილტრეთ და ავორთქლეთ ვაკუუმამორთქლებელში 20—25°-ზე სრულ აშრობამდე. მი-



ნიეთიერებათა იდენტიფიკაცია

ნიეთიერებები	ქალაღზე ქრომატოგრაფია						უ. ი. სპექტროსკოპია, მმკ
	R _F მნიშვნელობები სისტემებში			შეფერვა ქრომატოგრამაზე			
	2%-იანი ძმარმჟავა	H-ბუთანოლი-ძმარმჟავა-წყალი (4:1:5)	15%-იანი ძმარმჟავა	ვანილინის რეაქტივთან	რკინა-მონიუმის მბზთან	n-ტოლუენ-სულფონკა-ვასთან	
I ნიეთიერება	0,43	0,66	0,50	წითელი	მწვანე	მოყვითალო-ყავისფერი	275
(+) კატეჟინი	0,44	0,66	0,50	წითელი	მწვანე	მოცივითალო-ყავისფერი	275
II ნიეთიერება	0,33	0,57	0,44	წითელი	მწვანე	მოყვითალო-ყავისფერი	278
(-) ეპიკატეჟინი	0,33	0,58	0,44	წითელი	მწვანე	მოყვითალო-ყავისფერი	278
III ნიეთიერება	0,26	0,50	0,45	წითელი	ლურჯი	მოცივითალო-ყავისფერი	272
გალოკატეჟინი (ჩაის)	0,27	0,50	0,45	წითელი	ლურჯი	მოყვითალო-ყავისფერი	272

ღებული ნიეთიერებანი საბოლოოდ გავაშრეთ ვაკუუმექსიკატორში ფოსფორის ანჰიდრიდის გამოყენებით. მივიღეთ მშრალი ფხვნილები შემდეგი რაოდენობით: I — 0,06 გ, II — 0,30 გ და III — 0,024 გ. ამის შემდეგ ჩავატარეთ ცალ-

ცხრილი 2

საანალიზო ნიეთიერებათა ტუტით გახლეჩვის პროდუქტების იდენტიფიკაცია

ნიეთიერებები	ქალაღზე ქრომატოგრაფია			
	R _F მნიშვნელობები სისტემებში		შეფერვა ქრომატოგრამაზე	
	2%-იანი ძმარმჟავა	H-ბუთანოლი-ძმარმჟავა-წყალი (4:1:5)	ვანილინის რეაქტივთან	დიზოტირებული n-იტროანილინის + NH ₃ -თან
I ნიეთიერების გახლეჩვის პროდუქტები:				
I	0,50	0,81	—	მოწითალო-ყავისფერი
II	0,60	0,71	ვარდისფერი	—
აუთენტური ფლოროგლუცინი	0,60	0,71	ვარდისფერი	—
აუთენტური პროტოკატეჟის მჟავა	0,50	0,81	—	მოწითალო-ყავისფერი
II ნიეთიერების გახლეჩვის პროდუქტები:				
I	0,50	0,82	—	მოწითალო-ყავისფერი
II	0,61	0,71	ვარდისფერი	—
აუთენტური ფლოროგლუცინი	0,60	0,71	ვარდისფერი	—
აუთენტური პროტოკატეჟის მჟავა	0,50	0,81	—	მოწითალო-ყავისფერი

კეულ ნაერთთა იდენტიფიკაცია შემდეგი მეთოდების გამოყენებით: ულტრა-ისფერი სპექტროსკოპია სპექტროფოტომეტრ CΦ-4A-ზე 96%-იან ეთანოლში; ქალაღზე ქრომატოგრაფია სხვადასხვა გამხსნელ სისტემებში აუთენტურ

ნივთიერებებთან ერთად; სპეციფიკური რეაქციები ვანილინის რეაქტივთან, რკინა-ამონიუმის შაბთან და ტოლუოლსულფომჟავასთან. პირველი ორი ნივთიერებისათვის ჩავატარეთ აგრეთვე ტუტე გახლეჩვა ინდივიდუალური კატეჩინების KOH-თან შეღებობით აზოტის ნაკადის არეში [7] და ინფრაწითელი სპექტროსკოპია სპექტროფოტომეტრ UR-10-ზე 400—40 000 სმ⁻¹ ზოლში. შედეგები წარმოდგენილია 1 და 2 ცხრილში.

ცხრილში წარმოდგენილი მასალიდან ჩანს, რომ R_F მნიშვნელობებით, თვისობრივი ფერადი რეაქციებითა და სპექტრალური მონაცემებით I ნივთიერება (+) კატეჩინის იდენტურია, II ნივთიერება (—) ეპიკატეჩინისა. III ნივთიერება შედარებულია ჩაის მცენარის გალოკატეჩინთან, რომელიც გამოყოფილია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მცენარეთა ბიოქიმიის ინსტიტუტის სხვა თანამშრომელთა მიერ. ამ შემთხვევაშიც საკვლევი და აუთენტური ნივთიერებანი იდენტურია.

მე-2 ცხრილში წარმოდგენილი მასალებიდან ჩანს, რომ I და II ნივთიერების გახლეჩვის პროდუქტები აუთენტური ფლოროგლუცინისა და აუთენტური პროტოკატეჩის მჟავის იდენტურია.

ამგვარად, წარმოდგენილი მასალების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ აღმოსავლური წიფლის ქერქი შეიცავს სამ კატეჩინს: (+) კატეჩინს, (—) ეპიკატეჩინს და ჩვენი ეარაუდიო (+) გალოკატეჩინს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
მცენარეთა ბიოქიმიის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 2.6.1978)

БИОХИМИЯ

В. В. ЧУБИНИДЗЕ

КАТЕХИНЫ КОРЫ БУКА ВОСТОЧНОГО

Резюме

Из коры бука восточного выделен суммарный препарат флавоноидов, который был разделен на отдельные фракции на колонке полиамидного сорбента. Из катехинсодержащих фракций методами препаративной хроматографии на бумаге, спектрофотометрии, щелочного гидролиза и специфичными химическими реакциями выделены три катехина; из них идентифицированы (+) катехин и (—) эпикатехин. Высказано предположение, что третьим веществом является (+) галокатехин.

BIOCHEMISTRY

V. V. CHUBINIDZE

CATECHINS OF THE EASTERN BEECH CORTEX

Summary

A total preparation of phenolic compounds has been obtained from the cortex of the eastern beech and fractionated on polyamide sorbent column. Using the methods of chromatography and spectrophotometry as well as spe-

cific chemical reactions, three catechins have been isolated from this fraction. Two of them have been identified as (+) catechin and (—) epicatechin. It is suggested that the third is (+) galocatechin.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Гроссгейм. Растительные ресурсы Кавказа. Баку, 1946.
2. Н. П. Максютин, Д. Г. Колесников. ДАН СССР, 1942, № 5, 1962.
3. В. И. Литвиненко, Н. П. Максютин, Д. Г. Колесников. Мед-пром. СССР, № 3, 40, 1962.
4. М. Н. Запрометнов. Основы биохимии фенольных соединений. М., 1974.
5. В. С. Грюнер, М. С. Ульянова, Н. В. Захаров, Д. Г. Селезнева. Прикладная биохимия и микробиология, 7, № 4, 1971.
6. В. А. Н. Roberts. The Chemistry of Vegetable Tannins. Crayton, 1956.
7. С. М. Веремичев, О. А. Кабиев, Н. П. Коновалова, Г. Н. Богданов, Н. М. Эмануэль. Изв. АН Каз. ССР, сер. биол., № 4, 1964.



Е. Л. ДЕДУРИЯ, Н. В. КОЗЛОВА

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТА ЯДЕР ПЕЧЕНИ КРЫСЫ НА МИТОХОНДРИИ ПЕЧЕНИ КРЫСЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЯХ

(Представлено академиком П. А. Кометиани 30.4.1978)

Целью настоящего исследования было изучение *in vivo* и *in vitro* влияния экстракта ядер печени крысы, приготовленного на 0,14 М NaCl, на окислительное фосфорилирование при различных метаболических состояниях митохондрий. Ядерный экстракт содержит два типа РНК частиц с разной константой седиментации (7—8S и 4S), а также 11 белковых фракций [1].

Исследования проводились полярографическим методом. В опытах *in vivo* животные забивались через 30 минут после введения ядерного экстракта. *In vitro* экстракт добавлялся непосредственно в полярографическую ячейку. Контролем в обеих сериях служил 0,14 М NaCl, введенный животным или добавленный в полярографическую ячейку. Подробное описание методики опубликовано ранее [2].

В опытах *in vivo* использовались митохондрии, находящиеся в двух различных метаболических состояниях: прочно сопряженные и с низкоэнергетическим сдвигом. Оба типа митохондрий получены из печени нормальных крыс. Разница зависела от функционального состояния организма животного-реципиента.

При идентификации метаболического состояния митохондрий использовались критерии, предложенные М. Н. Кондрашовой [3], а именно: в прочно сопряженных митохондриях скорость дыхания после фосфорилирования ниже, чем до внесения АДФ в полярографическую ячейку. В низкоэнергетических митохондриях наблюдается обратная зависимость — увеличение скорости дыхания после фосфорилирования по отношению к состоянию покоя (до добавления АДФ).

Из приведенных на табл. 1 данных видно, что после введения животным экстракта наступает сильная стимуляция дыхания прочно сопряженных митохондрий в состоянии 3 (при добавлении АДФ). Наблюдается увеличение скорости фосфорилирования и показателя АДФ/О как при первом, так и при втором фосфорилировании. Усиление дыхания и фосфорилирования является начальным этапом ответа митохондрий на возрастание энергетических запросов организма. В основе роста параметров сопряжения лежит обусловленное низкоэнергетическим сдвигом ускорение фосфорилирования митохондриями. Такая реакция — неспецифический ответ на самые различные воздействия, снижающие уровень макроэргов (см. [4]), что подтверждается и нашими данными по действию сывороточного альбумина. По-видимому, введение ядерного экстракта действует аналогично.

При воздействии ядерным экстрактом на митохондрии с низкоэнергетическим сдвигом, находящиеся в состоянии, близком к 3 [4],

Таблица 1

 Влияние ядерного экстракта *in vivo* через 30 минут после введения

Метаболическое состояние митохондрий		Скорость дыхания в состоянии 3, в мкматомах О/мин/мг				Скорость фосфорилирования в мкмольх АДФ/мин/мг				АДФ/О			
		I фосфорилирование		II фосфорилирование		I фосфорилирование		II фосфорилирование		I фосфорилирование		II фосфорилирование	
		К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О
Прочно сопряженные	Экстракт	52±3	75±1	54±1	72±2	34±4	70±7	54±1	89±1	0,67±0,04	0,93±0,04	0,95±0,06	1,14±0,05
	Альбумин	22±2	25±1	63±4	78±3	73±9	87±6	60±2	75±2	3,47±0,19	3,54±0,10	0,95±0,02	0,95±0,02
		P<0,001		P<0,001		P<0,01		P<0,001		P<0,01		P>0,2	
С низкокэнергетическим сдвигом	Экстракт	28±2	22±1	25±2	25±2	43±6	31±1	45±4	52±10	1,69±0,27	1,43±0,01	1,85±0,11	2,17±0,17
	Альбумин	34±2	33±5	65±10	42±6	76±6	68±3	73±6	50±4	2,21±0,23	2,17±0,25	1,22±0,24	1,24±0,10
		P>0,05		P=0,1		P=0,3		P=0,01					

Таблица 2

 Влияние ядерного экстракта на митохондрии *in vitro*

Метаболическое состояние митохондрий	Скорость дыхания в состоянии 3, в мкматомах О/мин/мг		Скорость фосфорилирования, в мкмольх АДФ/мин/мг		АДФ/О	
	К	О	К	О	К	О
Экстракт добавлен в состоянии 3	87±2	73±2	132±6	106±1	1,48±0,02	1,50±0,02
	P<0,01		P<0,01			
Альбумин добавлен в состоянии 3	36±1	35±1	59±2	68±4	1,69±0,05	1,90±0,08
			P≈0,1		P≈0,05	
Экстракт добавлен в состоянии 4	104±8	105±11	146±10	151±16	1,51±0,06	1,64±0,04
Альбумин добавлен в состоянии 4	42±1	39±1	78±1	76±5	1,86±0,01	1,94±0,13



отмечается ингибирование скорости потребления кислорода в состоянии 3 при первом добавлении АДФ и уменьшение скорости фосфорилирования. Наблюдается тенденция к снижению показателя АДФ/О при первом фосфорилировании и к повышению — при втором. По-видимому, вторичное добавление АДФ нормализует ответную реакцию митохондрий, что объясняется энергизацией митохондрий АТФ, образующейся при первом фосфорилировании [5].

Альбумин в аналогичном опыте не влияет на скорость потребления кислорода при первой добавке АДФ. Показатель АДФ/О не меняется. При воздействии альбумина вторичное добавление АДФ не нормализует ответной реакции митохондрий.

В табл. 2 представлены результаты по воздействию ядерным экстрактом на митохондрии в состоянии 3 и 4 *in vitro*. В первом случае экстракт вызывает четкое ингибирование дыхания в состоянии 3 и уменьшение скорости фосфорилирования. При добавлении экстракта в состоянии 4 (без АДФ) изменений в работе митохондрий не наблюдается. Альбумин не влияет на дыхание и фосфорилирование митохондрий в этой серии.

Действие ядерного фактора существенно отличается от действия альбумина, что особенно хорошо подтверждается опытами *in vitro*.

Неодинаковое воздействие ядерного экстракта на митохондрии в состояниях 3 и 4, по-видимому, обусловлено конформационными различиями мембран, соответствующими разным метаболическим состояниям [6, 7].

Из приведенных фактов видно, что ядерный экстракт в зависимости от метаболического состояния митохондрий действует на них по-разному: ингибирует дыхание и фосфорилирование в состоянии 3 или близком к 3 и не влияет на митохондрии в состоянии 4.

Полученные результаты можно объяснить следующим образом. Ядро в клетке постоянно выделяет фактор, способный ингибировать окислительное фосфорилирование. В нормальных условиях существует динамическое равновесие между ядерным фактором и митохондриями, которые находятся в отрегулированном состоянии (состояние 4). В таком случае их мембрана непроницаема для данного фактора и последний не имеет возможности повлиять на процессы, протекающие в митохондриях. Если уровень макроэргов в клетках понижается, наступает низкоэнергетический сдвиг, в ткани повышается отношение АДФ/АТФ и появляется необходимость в продуцировании энергии. В ответ на это митохондрии начинают работать в усиленном режиме (неспецифическая реакция). При такой активной работе мембрана перестраивается характерным для активного состояния образом и ядерный фактор проникает во внутреннее пространство митохондрий. При непосредственном действии ядерный фактор является ингибитором переноса электронов и сопряженного с ним фосфорилирования. Таким образом, регуляция работы митохондрий происходит путем большего или меньшего проникновения ядерного фактора в митохондрии в зависимости от конформационного состояния их мембран.

Ингибирование окислительного фосфорилирования может иметь важное физиологическое значение — ядро предохраняет интенсивно функционирующие митохондрии от чрезмерной нагрузки.



Изложенное соображение представляет собой гипотезу, требующую дальнейшей разработки.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экспериментальной морфологии
им. А. Н. Натишвили

(Поступило 1.6.1978)

ბიოქიმია

მ. დემურია, ნ. კოზლოვა

შირთაბვას ღვიძლის ბირთვული მესტრატის გავლენა
შირთაბვის ღვიძლის მიტოქონდრიებზე სხვადასხვა
მეტაბოლური მდგომარეობის დროს

რეზიუმე

ცდებში *in vivo* და *in vitro* შესწავლილია ბირთვული ექსტრაქტის გავლენა ვირთაბვას ღვიძლის მიტოქონდრიების ჟანგვით ფოსფორილირებაზე. დადგენილია, რომ ბირთვული ექსტრაქტი განსხვავებულად მოქმედებს სხვადასხვაგვარ მეტაბოლურ მდგომარეობაში მყოფ მიტოქონდრიებზე: ახდენს სუნთქვისა და ფოსფორილირების სიჩქარის ინჰიბირებას მესამე მდგომარეობაში (აღზის დამატებისას), ხოლო არ მოქმედებს მიტოქონდრიებზე მეოთხე მდგომარეობაში (სუნთქვა აღზის გარეშე). გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ბირთვული ექსტრაქტის განსხვავებული მოქმედება გაპირობებულია მიტოქონდრიების სხვადასხვა მეტაბოლური მდგომარეობის შესაბამისი მეგზრანების განსხვავებული კონფორმაციით.

BIOCHEMISTRY

E. L. DEMURIA, N. V. KOZLOVA

INFLUENCE OF RAT LIVER NUCLEAR EXTRACT ON THE RAT LIVER MITOCHONDRIA IN DIFFERENT METABOLIC STATES

Summary

The effect of the rat liver nuclear extract on oxidative phosphorylation in the rat liver mitochondria has been studied *in vivo* and *in vitro*. It is shown that the influence of nuclear extract depends on the metabolic state of mitochondria, inhibiting electron transport and phosphorylation in state 3 (with ADP) and having no effect on the mitochondria in state 4 (without ADP).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. М. Джандиери. Материалы конференции по экспериментальной и теоретической биологии и медицине. Тбилиси, 1975, 13.
2. Е. Л. Демурия. Изв. АН ГССР, сер. биол., 2, 5, 1976, 464—468.
3. М. Н. Кондрашова. Сб. «Митохондрии». М., 1972, 151—170.
4. М. Н. Кондрашова, Сб. «Митохондрии». М., 1971, 25—40.
5. М. Н. Кондрашова, А. А. Ананенко. Сб. «Руководство по изучению биологического окисления полярографическим методом». М., 1973, 106—129.
6. А. Ленинджер. Биохимия. М., 1976, 472.
7. С. Н. Williams, W. I. Vail, B. A. Harris, M. Caldwell, D. E. Green. J. Bioenerg., 1, № 2, 1970, 147—180.



О. А. ГУРИЕЛИ, И. Г. ОДИНЦОВА, Н. А. СКУРИГИНА

НАСЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ К ПОПУЛЯЦИИ МУЧНИСТОЙ РОСЫ У ФОРМ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ, ПРОИЗВОДНЫХ ОТ TRITICUM TIMOPHEEVI ZHUK

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 30.3.1978)

Мучнистая роса является одной из наиболее вредоносных болезней зерновых культур. Заболевание способно за короткий промежуток времени охватить значительные площади, вызвав обширные эпифитотии.

Значительная вредоносность мучнистой росы в большой степени обусловлена отсутствием в нашей стране устойчивых сортов пшеницы. В связи с этим перед селекцией стоит задача создания сортов с эффективными генами устойчивости. Лучшим выходом из этого положения может быть трансгрессия генов устойчивости из родственных видов и родов. Такие виды, как *T. timopheevi*, *T. cartlicum* (*persicum*) и *S. sereale*, широко вовлекаются в селекцию на иммунитет. Сорт *Salzmünder 14/44* является производным от ржи и обладает устойчивостью к большинству рас патогена [1]. От *T. cartlicum* мягкой пшенице был перенесен ген, устойчивый к мучнистой росе. Он присутствует у немецкого сорта *Weihenstephan M₁* [2]. Высокая устойчивость к мучнистой росе линии *CI-12633* передана от *T. timopheevi* [3]. Особенно интересен *T. timopheevi*, обладающий исключительной устойчивостью к комплексу болезней.

В СССР в разные годы гибридизацией мягкой пшеницы с этим видом занимались В. О. Гулканян, П. М. Жуковский и А. А. Захаржевский [4—6]. В 1970 г. в отделе генетики ВИРа были получены линии мягкой пшеницы, производные от *T. timopheevi*, устойчивые к мучнистой росе, бурой и стеблевой ржавчине, а также к пыльной головне [7].

В задачу нашей работы входило изучение наследования устойчивости к популяции мучнистой росы у этих форм, а также возможности локализовать гены устойчивости.

Для анализа устойчивости взрослых растений в полевых условиях располагали потомствами гибридов F_2 от скрещивания линий 1, 3, 13 и 15, производных от *T. timopheevi*, с восприимчивыми сортами Саратовская 29 и Диамант, а также всеми комбинациями F_2 от скрещивания линий между собой. Учет устойчивости взрослых растений проводили дважды — в фазе колошения и фазе молочной спелости по шкале Вавилова.

В полевых условиях линии 1, 3, 13 и 15, а также форма *CJ-12633*, служащая контролем, проявляли абсолютную устойчивость к популяции мучнистой росы. Саратовская 29 и Диамант были сильно восприимчивы с баллом поражения 3 и 4 соответственно. Фитопатологическая оценка исходных форм представлена в табл. 1. Из этой таблицы видно, что во всех случаях гибриды F_1 имели высокую степень устойчивости.



Следовательно, направление и комбинация скрещивания не повлияло на доминирование устойчивости у всех изучавшихся линий.

Анализ расщепления гибридов F_2 отражен в табл. 2. При скрещивании линий 1, 3, 13 и 15 с восприимчивым сортом Саратовская 29

Таблица 1
Фитопатологическая оценка исходных форм и гибридов F_1 к популяции мучнистой росы

Исходная форма или гибрид	Поколение	Балл поражения
Линия 1	P	0
Линия 3	p	0
Линия 13	P	0
Линия 15	P	0
Линия CI-12333	P	0
Саратовская 29	P	3
Диамант	P	4
Саратовская 29×линия 1	F_1	0
Линия 1×Саратовская 29	"	01
Диамант 1×линия 1	"	01
Линия 1×Диамант	"	1,1
Саратовская 29×линия 3	"	0,1
Линия 3×Саратовская 29	"	01
Диамант×линия 3	"	01
Линия 3×Диамант	"	01
Саратовская 29×линия 13	"	01
Линия 13×Саратовская 29	"	1
Диамант×линия 13	"	1
Линия 13×Диамант	"	01
Саратовская 29×линия 15	"	0
Линия 15×Саратовская 29	"	1
Диамант×линия 15	"	1
Линия 15×Диамант	"	1

Таблица 2
Характер расщепления гибридов F_2 по устойчивости к популяции мучнистой росы в фазе взрослых растений

Гибридная комбинация	Количество растений	Соотношение R:S		χ^2	P
		фактическое	ожидаемое		
Саратовская 29×линия 1	111	107 : 4	15 : 1	1,298	0,50—0,20
Диамант×линия 1	101	85 : 16	13 : 3	0,546	0,50—0,20
Саратовская 29×линия 3	89	86 : 3	15 : 1	1,210	0,50—0,20
Диамант×линия 3	93	81 : 12	13 : 3	2,060	0,20—0,05
Линия 1×линия 3	121	121 : 0	—	—	—
Саратовская 29×линия 13	108	105 : 3	15 : 1	2,178	0,20—0,05
Диамант×линия 13	93	75 : 18	13 : 3	0,024	0,95—0,80
Линия 1×линия 13	163	163 : 0	—	—	—
Линия 3×линия 13	112	112 : 0	—	—	—
Саратовская 29×линия 15	88	78 : 10	15 : 1	3,053	0,20—0,05
Диамант×линия 15	75	67 : 8	13 : 3	2,296	0,20—0,05
Линия 1×линия 15	189	189 : 0	—	—	—
Линия 3×линия 15	194	194 : 0	—	—	—
Линия 13×линия 15	257	257 : 0	—	—	—

гибридные популяции F_2 расщеплялись в отношении 15 устойчивых: 1 восприимчивый. Следовательно, популяция мучнистой росы у данных линий тестирует два доминантных дубликатных гена устойчивости к мучнистой росе. Гибридные комбинации F_2 от скрещивания линий 1, 3,

13 и 15 с восприимчивым сортом Диамант расщеплялись в отношении 13 устойчивых:3 восприимчивых, что также говорит об участии двух генов в контроле устойчивости к популяции мучнистой росы, но в этих случаях участвуют один доминантный и один рецессивный гены. Таким образом, линии 1, 3, 13, 15 имеют по два дубликатных независимых гена устойчивости. Доминирование одного гена зависит от чувствительного компонента скрещивания.

Таблица 3

Анализ гибридов F_2 по устойчивости к популяции мучнистой росы в фазе взрослых растений от скрещивания линий 1,3,13 и 15 с линией CI-12633

Гибридная комбинация	Количество растений	Соотношение		χ^2	P
		фактическое	ожидаемое		
CI-12633 × линия 1	157	157:0	—	—	—
CI-12633 × линия 3	130	130:0	—	—	—
CI-12633 × линия 13	102	102:0	—	—	—
CI-12633 × линия 15	161	161:0	—	—	—

При изучении аллельных отношений генов устойчивости у изучаемых линий в комбинациях F_2 от скрещивания линий 1, 3, 13 и 15 между собой ни в одной комбинации скрещивания не было обнаружено восприимчивых растений. Причем все растения были высокоустойчивы с баллом 0. Отсутствие расщепления в гибридных популяциях F_2 к мучнистой росе означает, что у изучавшихся линий по крайней мере один ген является общим, либо их гены аллельны, либо тесно сцеплены.

Производная от *T. timopheevi* линия Алларда CI-12633 содержит два гена устойчивости, обозначенные как $Rm\ 2$ и $Rm\ 6$. Ген $Rm\ 2$ локализован в хромосоме 5D [8], а ген $Rm\ 6$ — в хромосоме 2B [9]. Ввиду того что изучаемые линии и линия Алларда были получены от одного источника — *T. timopheevi*, мы надеялись, что гены изучаемых линий могут оказаться аллельными или сцепленными с генами линии CI-12633. Анализ расщепления гибридов F_2 от скрещивания линий 1, 3, 13 и 15 линией CI-12633 дан в табл. 3. При заражении данных гибридных комбинаций мучнистой росой ни в одной комбинации не было обнаружено расщепления. Причем все растения в гибридных комбинациях были иммунны. Отсутствие расщепления в гибридных популяциях F_2 означает, что у изучавшихся линий по крайней мере один ген является общим, либо их гены аллельны, либо тесно сцеплены.

Ввиду того что в наших эпидемиологических условиях ген $Rm\ 2$ неэффективен [10], а устойчивость линии CI-12633 определяется только геном $Rm\ 6$, можно предположить, что устойчивость у изучаемых линий определяется геном $Rm\ 6$ и локализована также в хромосоме 2B.

Следовательно, линии, полученные в отделе генетики ВИРа, несут два гена устойчивости к мучнистой росе. Один из них тождествен ранее известному гену $Rm\ 6$, локализованному в хромосоме 2B, а второй, по-видимому, ранее неизвестный ген, независимый от гена $Rm\ 6$. Как и ген $Rm\ 6$, этот ген действует против подавляющего большинства клонов, составляющих природную популяцию возбудителя муч-



нистой росы и, следовательно, представляет, как и ген Pm 6, чрезвычайную ценность для селекции.

Научно-исследовательский институт
защиты растений
МСХ ГССР

Всесоюзный институт
растениеводства
Ленинград

(Поступило 6.4.1978)

ფიზიოლოგია

ო. გურიელი, ი. ოდინцова, ი. სკურიგინა

რბილი ხორბლისაგან TRI ICUM TIMOPHEEVI ZHUK
წარმოებული საზომის შთამომავლობითი გამძლეობა ნაცრის
დაავადების პოპულაციის მიმართ
რ ე ზ ი უ მ ე

სახეები 1, 3, 13 და 15, რომელიც მიღებულია *Triticum timopheevi*-დან, შეჯვარებულ იქნა სარატოვსკაია 29-თან და დიამანტთან, რის შედეგადაც მიღებულ იქნა F_2 თაობა.

F_2 თაობის მონადირე მცენარის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ შესწავლილ სახეებში არსებობს გამძლეობის ორ-ორი დამოუკიდებელი გენი. ერთი გენის დომინირება დამოკიდებულია შეჯვარების მიმდებარე კომპონენტზე.

გამძლეობის გენების ალელური ურთიერთობის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ყველა ამ სახს აქვს ერთი საერთო გენი.

საერთო გენი ისეთივეა, როგორც ადრე ცნობილი გენი Pm 6 CI=12633 პატრონ-მცენარეში, რომელიც ლოკალიზებულია 2B ქრომოსომში, მეორე — ადრე უცნობი დამოუკიდებელი Pm 6 გენიდან.

PHYTOPATHOLOGY

O. A. GURIELI, I. G. ODINTSOVA, I. A. SKURIGINA

INHERITANCE OF RESISTANCE TO THE POPULATION OF
POWDERY MILDEW IN SOFT WHEAT DERIVED FROM
TRITICUM TIMOPHEEVI ZHUK

Summary

Analyses of F_2 progenies from crossing 1, 3, 13 and 15 strains derived from *T. timopheevi* (the latter taken to be the resistant component) with susceptible species of Saratovskaya 29 and Diamant revealed two duplicate independent genes of resistance in the strains in question.

Study of allelic relations of genes of resistance showed that each gene under study has at least one common gene.

The common gene is identical with the earlier known Pm, located in chromosome 2B, and the second, also known earlier, is independent of Pm 6.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. F. J. Zeller. Z. Pflanzenzuchtung, № 67, 1972, 90—95.
2. M. S. Wolfe. Brit. Mycol. Soc., 50, № 4, 1967, 631.
3. R. Allard, R. Shands. Phytopathology, № 44, 1954.
4. В. О. Гулкарян. Изв. АН АрмССР, т. 7, 1947.
5. П. М. Жуковский. Сб. «Пшеница в СССР». М., 1957.
6. А. А. Захаржевский. Селекция и семеноводство, № 7, 1950.
7. Н. А. Скуригина. Сб. «Отдаленная гибридизация растений». М., 1970.
8. R. A. McIntosh. Wheat Newsletter, 17, 1970, 10—15.
9. W. E. Nyquist. Crop. Sci., 3, № 1, 1963.
10. Э. Сухамбердина. Автореферат канд. дисс. М., 1977.



О. Т. ШАИНИДЗЕ

НОВЫЕ ДЛЯ ГРУЗИИ ПРЕДСТАВИТЕЛИ МИКОФЛОРЫ СУБТРОПИЧЕСКИХ ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 25.5.1978)

В результате обработки собранного нами в Аджарии в 1976—1977 гг. микологического материала впервые для микофлоры Грузии отмечено 13 видов паразитных грибов, вызывающих пятнистость листьев на субтропических декоративных растениях.

Ниже приводим список этих грибов с краткими диагнозами и названиями растений-хозяев.

1. *Ascochita elaeagni* Sacc. Syll. Fung. III, p. 392.

Пятна крупные, неправильные, дымчатые, ограниченные темно-коричневой каймой. Пикниды многочисленные на верхней стороне пятна, размером 95—170 м. Споры эллипсоидальные, с одной перегородкой, оливковые, бесцветные, размером 8—14×3—4 м (по Saccardo [1], конидии 8—10×3,5—4 м).

Хозяин: *Elaeagnus multiflora* Thunb. (Elaeagnaceae), живые листья.

Местонахождение: с. Махинджаури Аджарской АССР. 23.09.1977 г.

По Saccardo, известен на *Elaeagnus argentea* Pursh.

2. *Cercospora repens* Ell. et E.-V. Sacc. X, p. 638.

Пятна крупные, серовато-коричневые, окаймленные темно-коричневым ободком. Конидиеносцы преимущественно на верхней стороне листьев, многочисленные, темно-коричневые, на верхушке зубчатые, размером 90—125×6—7 м. Конидии цилиндрические, согнутые или прямые, с перегородками, коричневые, с каплями масла, 60—70×2,5 м (по Saccardo, споры 70—80×2,5 м).

Хозяин: *Trachelospermum jasminoides* Lem (Aprocynaceae), живые листья.

Местонахождение: Батумский ботанический сад, 20.09.1977 г.

По Saccardo, известен на *Trachelospermum difforme* Gray.

3. *Colletotrichum briosii turconi*, Sacc. Syll. XXII, p. 1202.

Пятна разбросанные по всей поверхности листьев, темно-коричневые, ограниченные оливковой каймой. Подушечки крупные, на обеих сторонах пятна, черные, 350—480 м в диаметре. Щетинки прямые, редко согнутые, коричневые, реже оливковые, с одной перегородкой, размером 80—140×4—5 м. Конидиеносцы цилиндрические, коричневые, на верхушке бесцветные. Споры эллипсоидальные, цилиндрические, концы закругленные, мелкозернитые, бесцветные, размером 16—20×5,5—7 м (по Васильевскому и Каракулину [2], щетинки 150—170×4—6 м, конидиеносцы 25—32×4 м, конидии 18—18×5—6,5 м).

Хозяин: *Cinnamomum glanduliferum* (Wall.) Meissn. (Lauraceae), молодые листья.



Местонахождение: Батумский ботанический сад, 23.09.1977.

4. *Colletotrichum stahhopeae* P. Henn. Sacc. Syll XXV, p. 574.

Пятна крупные, неправильные, темно-серые, разбросанные, с черной каймой. Подушечки расположенные группами на поверхности пятна, почти округлые, черные, 70—120 μ в диаметре. Щетинки немногочисленные, прямые или согнутые, черные, размером 30—60 \times 4—5 μ . Конидиеносцы бесцветные, 12—15 \times 3—4 μ . Споры цилиндрические, прямые или согнутые, бесцветные, с капельками масла, размером 12—14 \times 4—5 μ (по Васильевскому и Каракулину, споры 10—16 \times 4—5 μ).

Хозяин: *Stanhopea tigrina* Batem. (Orchidaceae), живые листья.

Местонахождение: Батумский ботанический сад, 24.12.1976.

5. *Coniothyrium dasyliirii cellotti*. Mic. Mont. p. 22. Sacc. X, p. 267.

Пятна эллипсоидальные, коричневые, чаще на обеих сторонах главной жилки, реже по краям. Пикниды немногочисленные, рассеянные, одиночные, черные, шаровидные или эллипсоидальные 250—340 μ в диаметре. Споры шаровидные, чернозато-коричневые, размером 5—6 \times 4—5 μ .

Хозяин: *Dasyliirion glaucophyllum* Hook. (Liliaceae), живые листья.

Местонахождение: Батумский ботанический сад, 20.09.1977.

По Saccardo, известен на *Dasyliirion glacilis*, *D. tenuifolium* Torr., *D. acrotichum* Zucc.

6. *Diplodia farnesiana* Sacc. in Sacc. III, p. 336.

Пятна крупные, с обеих сторон листа, продолговатые или неправильные, темно-коричневые. Пикниды темно-каштановые, шаровидные, глубоко погруженные в ткань, 105—230 μ в диаметре. Споры продолговато-эллипсоидальные, темно-коричневые, с перетяжкой, размером 12—16,5 \times 5,5—6,5 μ (по Saccardo, 18—22 \times 8—9 μ).

Хозяин: *Acacia gelanoxylon* R. Br. (Leguminosae), на живых листьях.

Местонахождение: Батумский ботанический сад, 17.05.1977 г.

7. *Gloeosporium berberidis* Sck, Cook. Sacc. Fungi, X, p. 452.

Пятна грязновато-серые, крупные, чаще захватывающие всю поверхность листа. Подушечки рассеянные на верхней стороне пятна, вначале прикрытые эпидермисом, позже прорывающиеся, чернобурые, размером 145—270 \times 75—120 μ . Конидиеносцы палочковидные, 14—25 \times 4—6 μ . Споры цилиндрические или эллипсоидальные, бесцветные, зернистые, размером 6—12 \times 3—5—4 μ (по Saccardo, споры 5—3 μ).

Хозяин: *Berberis thunbergii* DC (Berberidaceae), живые листья.

Местонахождение: Батумский ботанический сад, питомник, 15.10.1977 г.

По Saccardo, известен на *Berberis asiatica* Roxbg.

8. *Gloeosporium cinnamomimi* P. Henn. Died IX, p. 769; Sacc. Syll. XXV, p. 546.

Пятна крупные, серовато-коричневые, неправильные, расплывчатые, захватывающие значительную часть листовой пластинки. Подушечки на обеих сторонах листа рассеянные, вначале прикрытые эпидермисом, позже прорывающиеся, 220—280 μ в диаметре. Конидиеносцы цилиндрические, бесцветные, с 2—3 перегородками, размером 8—12 \times 2—3 μ . Конидии продолговато-эллипсоидальные, с закруглен-

ными концами, размером 15--18×5--6μ (по Васильевскому и Каракулину, споры 13--16×4--5 μ).

Хозяин: *Cinnamomum gladuliferum* (Wall) Meissn (Lauraceae), живые листья.

Местонахождение: Батумский ботанический сад, 10.06.1977.

9. *Gloeosporium tineum* Sacc. Sacc. III, p. 707.

Пятна эллипсоидальные или округлые, реже неправильные, коричнево-дымчатые, окруженные темно-коричневой каймой. Подушечки почти округлые, черные, размером 80--150×60--120 μ. Конидии цилиндрические, бесцветные, с 1--2 капельками масла, мелкозернистые, размером 12,5--24×3,5--4 μ (по Saccardo, конидии 20--25×2,5--3 μ).

Хозяин: *Viburnum oderatissimum* Ker (Caprifoliaceae), живые листья.

Местонахождение: Батумский ботанический сад, 10.06.1976.

10. *Lophodermium hysteroides* (Pers) Sacc. II, p. 791.

Пятна небольшие, беловато-серые, окаймленные темно-коричневым ободком, начинающиеся от краев и захватывающие значительную часть пластинки листа. Перитеции расположенные на обеих сторонах, пятна рассеянные часто на верхней стороне, эллипсоидальные, выпуклые. Сумки булавовидные, цилиндрические, заостренные на конце, с восьмью спорами, размером 85--106×9--10 μ, с парафизами. Споры нитевидные, тесно скученные, согнутые, с капельками масла, с заостренными концами, бесцветные, размером 60×80×2 μ (по Saccardo, сумки 90--100×9--10 μ), размер спор не отмечен.

Хозяин: *Leucothoe canthabrica* Sp. (Ericaceae), живые листья.

Местонахождение: Батумский ботанический сад, 20.09.1977

По Saccardo, известен на *Leucothoe axillaris* Den.

11. *Pestalozzia funerea* Desm. Sacc. III, p. 791.

Пятна часто округлые, реже эллипсоидальные, темно-серые, окруженные темно-бурой каймой. Подушечки разбросанные, прикрытые эпидермисом, почти черные, 150--360 μ в диаметре. Споры веретеновидные, с четырьмя перегородками, из них 3 внутри окрашенные, две крайние бесцветные, размером 22--30×5--6μ (по Saccardo, 20--30×7 μ).

Хозяин: *Eucalyptus Viminalis* Labill, живые листья.

Местонахождение: с. Хелвачаури Аджарской АССР, 16.09.1977.

12. *Phyllosticta argurea* Speg. Fung. Sacc. III, p. 27.

Пятна эллипсоидальные, округлые, темно-коричневые, ограниченные каймой. Пикниды одиночные, светло-коричневые, 40--130μ в диаметре. Споры продолговато-эллипсоидальные, бесцветные, с двумя каплями масла, размером 7--8×2,5--3 μ (по Saccardo и Ячевскому, пикниды 90--100 μ в диаметре, споры 3--5×1--2 μ).

Хозяин: *Eleaagnus umbelata* Thunbg. (Elaeagnaceae), живые листья.

Местонахождение: Батумский ботанический сад, 20.10.1977.

По Saccardo, известен на *Eleaagnus arborea* Sp.

13. *Phyllosticta Berberidis* Rbh. Sacc Fungi, III, p. 26.

Пятна разбросанные по всей поверхности листа, неправильные, с верхней стороны грязновато-дымчатые, с нижней темно-песочные. Пикниды немногочисленные, рассеянные преимущественно на верхней стороне листа, линзовидно-шаровидные, коричневые, 60--130 μ в диаметре. Споры удлинненно-овальные или эллипсоидальные, бес-



ეროვნული
ბოტანიკური
სამეცნიერო
სადი

цветные, с 2—3 капельками, размер споры 4—10×3,5 μ (по Saccardo, 4—5×3 μ).

Хозяин: *Trachelospermum jasminoides* Lem. (Apocynaceae), живые листья.

Местонахождение: Батумский ботанический сад, 20.10.1977.

По Saccardo, известен на *Trachelospermum diforme* Grau.

Академия наук Грузинской ССР

Батумский ботанический сад

(Поступило 25.5.1978)

ფიტოპათოლოგია

ო. შაინიძე

სუბტროპიკულ დეკორაციულ მცენარეთა მიკოფლორის
ახალი წარმომადგენლები საქართველოსათვის

რეზიუმე

1976—1977 წლებში აჭარის სუბტროპიკულ დეკორაციულ მცენარეებზე შეგროვილი მიკოლოგიური მასალების დამუშავების შედეგად 13 სახეობა საქართველოს მიკოფლორისათვის აღინიშნება პირველად.

PHYTOPATHOLOGY

O. T. SHAINIDZE

REPRESENTATIVES OF THE MYCOFLORA OF SUBTROPICAL DECORATIVE PLANTS THAT ARE NEW FOR GEORGIA

Summary

The mycological material collected in Ajaria in 1976-1977 contains 13 fungus species recorded for the first time among the mycological flora of subtropical decorative plants in Georgia.

ლიტერატურა -- Л И Т Е Р А Т У Р А — REFERENCES

1. P. A. Saccardo. *Sylogae fungorum* I—XXV. 1882-1931.
2. Н. И. Васильевский, Б. П. Каракули. Паразитные несовершенные грибы, ч. I, Гифомицеты. М.—Л., 1937; ч. II, Меланкониальные, М.—Л., 1950.
3. А. А. Ячевский. Определитель грибов, т. I, Совершенные грибы; т. 2, Несовершенные грибы. М., 1913—1917.

Г. К. ГОГИЧАДЗЕ, М. Ш. ШЕКЛАШВИЛИ

ЭЛЕКТРОННОМИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ХРОНИЧЕСКОГО ЛИМФОЛЕЙКОЗА И ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ (ЛИМФОЦИТАРНОЙ) ЛИМФОСАРКОМЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 12.5.1978)

В последнее время в литературе широко обсуждается вопрос о возможности применения электронной микроскопии в дифференциальной диагностике некоторых форм злокачественных новообразований [1, 2]. Изучение ультраструктуры оказалось весьма перспективным и в гематологии [3—5].

В патологоанатомической практике исследователи нередко сталкиваются с определенными трудностями при цито- и гистологическом определении различий между хроническим лимфолейкозом и дифференцированной (лимфоцитарной) лимфосаркомой в стадии лейкемизации. Исходя из их гистогенетического единства, субстратом данных лимфо-пролиферативных заболеваний являются лимфоидные клетки, имеющие, по-видимому, одну и ту же степень дифференциации. Следует отметить, что в данном вопросе, т. е. в дифференциальном диагнозе этих двух заболеваний, возможности светооптической микроскопии оказались весьма ограниченными. Вместе с тем, выявление морфологических маркеров, наряду с теоретическим, имело бы и большое практическое значение.

Цель данной работы заключалась в применении данных электронной микроскопии для разграничения хронического лимфолейкоза от дифференцированной (лимфоцитарной) лимфосаркомы в стадии лейкемизации, что не всегда возможно на уровне световой микроскопии.

Электронномикроскопически изучены клетки периферической крови и костного мозга 18 больных хроническим лимфолейкозом и 10 больных дифференцированной лимфосаркомой в стадии лейкемизации. Клетки фиксировались в глутаральдегиде и четырехокиси осмия. Материал заливался в эпон. После контрастирования в уранил-ацетате и цитрате свинца ультратонкие срезы просматривались в электронном микроскопе «Tesla-BS 500» при инструментальном увеличении 3000—44000.

Хронический лимфолейкоз. В периферической крови и костном мозге больных хроническим лимфолейкозом основным клеточным типом оказались лимфоидные клетки, которые по ультраструктуре существенно не отличаются от исходных, нормальных аналогов. Ядра этих клеток имеют сферическую форму, но нередко бывают и с неправильными контурами. Нуклеоплазма четко дифференцирована на электронноплотные (гетерохроматин) и прозрачные (эухроматин) участки (рис. 1). Ядерно-цитоплазматическое отношение высокое. Ядрышки небольшого размера. Цитоплазма лимфоцитов больных лейкозом бедна органеллами. Форма их митохондрий значительно варьирует. В них нередко выявляется лизис митохондриальных крист. Структуры эндо-



плазматического ретикулула представлены в умеренном количестве, в виде гладких канальцев и маленьких везикул. Нередко в цитоплазме клеток обнаруживаются электронноплотные неспецифические гранулы. Во многих лимфоцитах отмечается вакуолизация цитоплазмы.

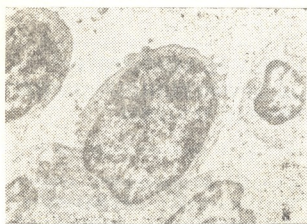


Рис. 1. Лимфоидная клетка больного хроническим лимфолейкозом ($\times 4000$)



Рис. 2. Лимфоидные клетки больного дифференцированной лимфосаркомой ($\times 3500$)

Дифференцированная (лимфоцитарная) лимфосаркома. Клетки периферической крови и костного мозга больных дифференцированной лимфосаркомой в стадии лейкемизации морфологически имеют отчетливое сходство с лимфоцитами больных хроническим лимфолейкозом (рис. 2). Ядерно-цитоплазматическое отношение в этих клетках также высокое. Ядро нередко имеет неправильную форму со значительными инвагинациями ядерной мембраны. Нуклеоплазма отчетливо дифференцирована на электронноплотные и прозрачные участки. Цитоплазма лимфосаркоматозных клеток также бедна органолами.

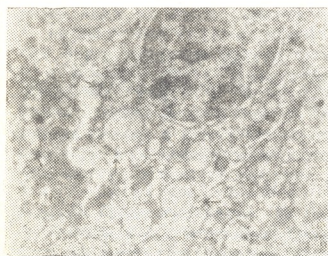


Рис. 3. Глобулярные образования в цитоплазме лимфосаркоматозных клеток (\rightarrow) ($\times 7000$)

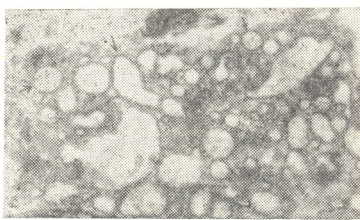


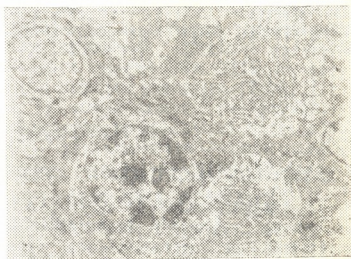
Рис. 4. Глобулярные образования в межклеточных пространствах лимфосаркоматозных клеток (\rightarrow) ($\times 7500$)

Следует отметить, что в цитоплазме лимфосаркоматозных клеток (рис. 3), а также во внеклеточных пространствах (рис. 4) в умеренном количестве регулярно выявляются глобулярные образования неизвест-

ной природы, имеющие переменный размер — от 200 нм до 1 мкм. Изредка данные образования имеют и больший размер. Форма их в большинстве случаев сферическая, однако нередко они имеют и неправильные контуры. Данные сферические образования имеют четкую ограничивающую мембрану. Нередко в них выявляется более плотная, по сравнению с матриксом, субстанция. Интересно, что в светооптическом микроскопе эти сферические тельца не выявляются. Природа их не совсем ясна. Возможно, они являются производными аномального метаболизма злокачественных клеток.

В периферической крови в костном мозге больных лимфосаркомой часто обнаруживаются клетки с чрезвычайно интенсивно развитым эндоплазматическим ретикуломом, по всей вероятности являющиеся патологическими плазматическими клетками. Эндоплазматический ретикулум нередко имеет причудливые очертания, например концентрическую конфигурацию (рис. 5), что, вероятно, характерно для наиболее анаплазированных клеток плазматической природы [6]. В канальцах эндоплазматической сети в некоторых случаях обнаруживаются плотные тельца неправильной формы, по-видимому тельца Русселя.

Рис. 5. Концентрические конфигурации структур эндоплазматического ретикулума в плазматических клетках при дифференцированной лимфосаркоме (→) (×4500)



Следует особо подчеркнуть, что плазмцитоподобные клетки с причудливой структурой эндоплазматического ретикулума, так же как вышеописанные глобулярные образования, в клетках периферической крови и костного мозга больных хроническим лимфолейкозом, в отличие от дифференцированной лимфосаркомы в стадии лейкемизации, не выявляются. Данное своеобразие ультраструктуры позволяет посредством электронномикроскопического изучения клеток периферической крови больных хроническим лимфолейкозом и дифференцированной лимфосаркомой в стадии лейкемизации отдифференцировать эти заболевания друг от друга.

На основании вышеприведенных данных можно рекомендовать метод электронной микроскопии для дифференциальной диагностики некоторых трудно диагностируемых случаев в гематологии.

Научно-исследовательский институт
гематологии и переливания крови
им. Г. М. Мухадзе
МЗ СССР

ბ. გოგიჩაძე, მ. შებლაშვილი

ქრონიკული ლიმფოლიეიკოზის და დიფერენცირებული
 (ლიმფოციტარული) ლიმფოსარკომის ელექტრონული მიკროსკოპული
 შესწავლა

რეზიუმე

ელექტრონული მიკროსკოპიის მეთოდით შესწავლილია 18 ქრონიკული ლიმფოლიეიკოზით და 10 დიფერენცირებული (ლიმფოციტარული) ლიმფოსარკომით დაავადებულთა პერიფერიული სისხლი და ძვლის ტვინი. ლიმფოსარკომით დაავადებულთა ლიმფოსარკომატოზული უჯრედების ციტოპლაზმაში და უჯრედშორის ნივთიერებაში გამოვლინებულია გლობულარული სხეულები. ამავე ავადმყოფების პერიფერიული სისხლის და ძვლის ტვინის პლაზმატურ უჯრედებში ენდოპლაზმატურ ბადეს აქვს განსაუთრებული, კონცენტრირებული კონფიგურაცია. აღნიშნული თავისებურებების საფუძველზე შესაძლებელია გატარდეს დიფერენციალური დიაგნოზი ქრონიკულ ლიმფოლიეიკოზსა და დიფერენცირებულ (ლიმფოციტარულ) ლიმფოსარკომას შორის.

CYTOLOGY

G. K. GOGICHADZE, M. Sh. SHEKLASHVILI

ELECTRON MICROSCOPIC STUDY OF CHRONIC LYMPHOCYTIC
 LEUKEMIA AND DIFFERENTIATED (LYMPHOCYTIC)
 LYMPHOSARCOMA

Summary

Electron microscopic studies have revealed globular structures of unknown nature in cells of peripheral blood and bone marrow in patients with differentiated (lymphocytic) lymphosarcoma, the structures being located in both cytoplasm of lymphoid cells and intercellular spaces. Plasmocyte-like cells have also been revealed with bizarre outlines of endoplasmatic reticulum structures. These ultrastructural markers allow to differentiate these diseases from each other by electron microscopic studies of peripheral blood in patients with chronic lymphocytic leukemia and differentiated lymphosarcoma.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Т. Райхлин. Арх. патол., 5, 1973, 3—18.
2. I. Carr, P. G. Toner. Can. Med. Assoc. J., 116, 4, 1977, 341—342.
3. M. Bessis. Recent Results in Cancer Research, 43, 1973, 63—70.
4. A. D. Glick. Semin. Oncol., 3, 3, 1976, 229—241.
5. Y. Watanabe. Japan J. Clin. Med., 34, 8, 1976, 1610—1616.
6. Э. И. Терентьева, З. Г. Шишканова. Атлас ультраструктуры клеток кроветворной ткани. М., 1972.

Л. К. ВЕПХВАДЗЕ

КИНЕТИКА ГИДРОЛИЗА РЕАКЦИИ ФЕЛЬГЕНА ГЕПАТОЦИТОВ КУРИНЫХ ЗАРОДЫШЕЙ РАЗНЫХ СРОКОВ ИНКУБАЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 30.5.1978)

На основании цитохимических исследований был сделан вывод о постоянстве количества ДНК в клетках с определенным кариотипом. Однако в последнее время обнаружены некоторые исключения из этого правила. Так, Эплтоном и Пелком были получены данные, подтверждающие наличие так называемой «метаболической» ДНК при активном функционировании клетки в процессе дифференцировки [1].

С другой стороны, имеется ряд работ, в которых с помощью фотометрии ДНК-фуксина, были отмечены колебания содержания ДНК в различных клетках, причем сравнение средних значений УФ-поглощения не выявило изменений в содержании ДНК на клетку, хотя интенсивность фельгеновской реакции менялась [2—5]. Сделано предположение, что главной причиной кажущегося изменения содержания ДНК в клетках является стерическое препятствие в виде плотной упаковки нуклеогистона. Предполагается, что с изменением степени конденсации хроматина меняется чувствительность ДНП к кислотному гидролизу.

Для определения количества Фельген-ДНК использовалась цитофотометрия мазков печени куриных зародышей. Гидролиз длился от 10 до 200 минут. Фотометрирование производилось на цитофотомере марки «Рейхарт». Был использован метод двух площадей по Гарсия и Йорио [6]. Каждая точка на графике представляет собой среднее из измерений 30 ядер.

Наличие двух максимумов на 95-й и 140-й минутах гидролиза (рис. 1) означает существование двух компонентов хроматина, отличающихся чувствительностью к кислотному гидролизу. ДНП первого компонента, соответствующий первому пику, более чувствителен к кислотному гидролизу; ДНП второго компонента, соответствующий второму пику, более стабилен и для его проявления требуется более длительный гидролиз. Возможно присутствие также третьего компонента ДНП, максимум окрашивания которого соответствует 60—70 минутам гидролиза. Этот компонент не проявляется в виде хорошо выраженного пика; о его присутствии можно судить по изменению наклона кривой в этой области.

Кривая гидролиза 17-дневных куриных зародышей отличается от рассмотренных выше отсутствием четко выраженных максимумов. Однако отсутствие пиков еще не означает однородности препарата. Компоненты, отличающиеся чувствительностью к кислотному гидролизу, могут быть просто не разрешены.

На кривой гидролиза гепатоцитов 18-дневных куриных зародышей присутствуют все три максимума, однако разница между ними выражена менее четко, чем на остальных кривых.



Анализ кривых показал, что на 17 — 18-й дни инкубации, т. е. именно в те дни, когда наблюдается уменьшение среднего содержания Фельген-ДНК на ядро в гепатоцитах куриных зародышей, характер кривых гидролиза меняется. Надо отметить, что изменение хода кривых на 17—18-й дни инкубации нельзя объяснить изменением общего содержания ДНК в гепатоцитах в эти дни, так как меняется не столько интенсивность окрашивания, сколько сам характер кривых гидролиза.

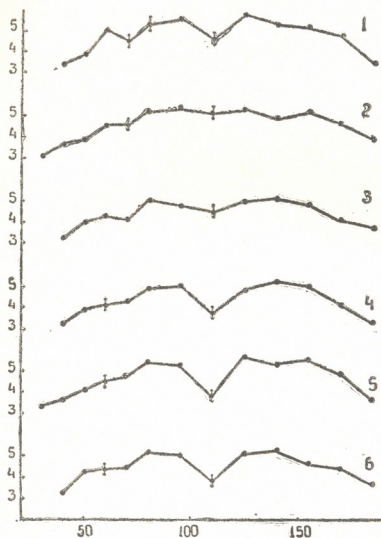


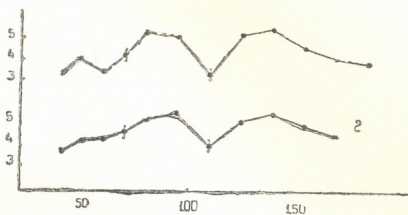
Рис. 1. Зависимость изменения количества Фельген-ДНК в ядрах гепатоцитов куриных зародышей разных сроков инкубации от времени гидролиза в 1 N HCl при 37°C: на оси абсцисс — время гидролиза, на оси ординат — количество Фельген-ДНК в отн. ед., кривые 1, 2, 3, 4, 5 — 16, 17, 18, 19, 20-дневные зародыши, кривая 6 — взрослая курица

В последнее время появился ряд работ, в которых исследовалась кинетика гидролиза реакции Фельгена. Были замечены различия в кинетике для клеток различных органов взрослых особей, а также различия между взрослыми и эмбриональными клетками, нормальными и опухолевыми клетками [7—9]. По предположению некоторых авторов, пики на кривых гидролиза могут соответствовать эу- и гетерохроматину. Однако надо с осторожностью подходить к подобной интерпретации. Так, по нашим данным, ход кривых гидролиза эритроцитов 19—20-й дневных куриных зародышей очень напоминает ход кривой гидролиза гепатоцитов тех же сроков инкубации (рис. 2), хотя известно, что в отношении упаковки ДНК эти ткани сильно отличаются. Причина различной чувствительности компонентов ДНК к кислотному гидролизу остается неясной.

Известно, что форма кривых гидролиза зависит от условий его проведения. Показано, например, что при окрашивании одних и тех же препаратов реактивом Шиффа, приготовленным из различных партий основного фуксина, интенсивность окраски препаратов может сильно различаться [6].

По нашим данным, при этом может меняться весь ход кривой гидролиза. На рис. 3 приведены кривые гидролиза гепатоцитов куриных зародышей 19-го дня инкубации, окрашенные тремя различными реактивами Шиффа. При приготовлении этих растворов был ис-

Рис. 2. Зависимость изменения количества Фельген-ДНК в ядрах эритроцитов куриных зародышей 19 и 20 дней инкубации от времени гидролиза в 1 N HCl при 37°C: на оси абсцисс — время гидролиза, на оси ординат — количество Фельген-ДНК в отн. ед., кривая 1—19-дневные куриные зародыши, кривая 2—20-дневные куриные зародыши



пользован основной фуксин разных партий. Реактив Шифф 1 обесцвечивался в процессе приготовления, в то время как для обесцвечивания реактивов Шифф 2 и 3 потребовалась обработка активированным углем.

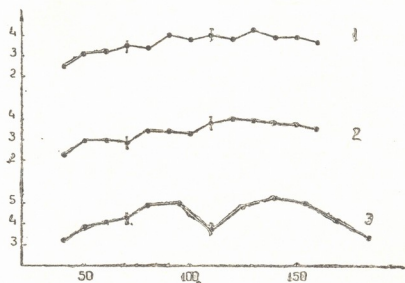


Рис. 3. Зависимость изменения количества Фельген-ДНК в ядрах гепатоцитов 19-дневных куриных зародышей от времени гидролиза в 1 N HCl: кривые 1, 2, 3—препараты, окрашенные соответственно в реактивах Шифф 1, 2, 3

Как видно из рисунка, окраска Фельген-ДНК на кривой 1 заметно интенсивнее, причем первый максимум наблюдается уже на 70—80-й минуте, в то время как на кривых 2 и 3 максимум интенсивности окраски в 1,5 раза меньше и при этом изменен весь характер кривой гидролиза. Это говорит о том, что разные компоненты ДНП по-разному реагируют на изменение условий окраски. Это осложняет сопоставление данных разных авторов о кинетике гидролиза реакции Фельгена; для такого сопоставления необходимо соблюдать полную идентичность условий окрашивания препаратов, включая приготовление реактива Шиффа из одной партии основного фуксина.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экспериментальной морфологии
им. А. Н. Натишвили

(Поступило 1.6.1978)

ლ. ვეფხვაძე

ფელგენის რეაქციის ჰიდროლიზის კინეტიკა ინკუბაციის
 სხვადასხვა ვადის ქათმის ჩანასახის ჰეპატოციტებში

რეზიუმე

შესწავლილია ფელგენის რეაქციის ჰიდროლიზის კინეტიკის ხასიათი ქათმის 16—20-დღიანი ჩანასახების ჰეპატოციტების მავალითზე. ნაჩვენებია სამი მაქსიმუმი, რომელიც შეესაბამება მყვეური ჰიდროლიზის მიმართ განსხვავებული მგრძობელობის მქონე ქრომატინის კომპონენტებს.

საეჭვოა, რომ ქრომატინის კომპონენტების ჰიდროლიზისადმი განსხვავებული მგრძობელობა დამოკიდებული იყოს ქრომატინის კონდენსაციის ხასიათზე, რადგანაც ქათმის 19—20-დღიანი ჩანასახების ერითროციტების ჰიდროლიზის მრუდეებს აქვთ იგივე მაქსიმუმები, რაც ჰეპატოციტების ჰიდროლიზის მრუდეებს.

CYTOLOGY

L. K. VEPKHVADZE

KINETICS OF FEULGEN REACTION HYDROLYSIS OF THE HEPATOCYTES OF CHICK EMBRYOS OF DIFFERENT PERIODS OF INCUBATION

Summary

The kinetics of Feulgen acid hydrolysis for the DNA of hepatic cells has been studied. Three maxima have been found on the hydrolysis curves. These maxima correspond to components of chromatin, differing in their sensitivity to acid hydrolysis. Explanation of differing susceptibility of chromatin components to acid hydrolysis by differing degrees of chromatin condensation is doubtful, for the curves of hydrolysis of erythrocytes of 19-20 day-old chick embryos have the same maxima as have the hydrolysis curves of hepatocytes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. T. C. Applton, S. R. Pelc, M. H. Tarbit. *J. Cell Sci.*, 5, № 7, 1969.
2. B. L. Gledhill, M. P. Gledhill, R. Ringler, W. R. Ringertz. *Exp. Cell Res.*, 41, 1966.
3. B. H. Mayall. *Histochem. Cytochem.* 17, 1969.
4. J. C. Fontein, F. J. Swartz. *J. Cell. Physiol.* 80, № 2, 1972.
5. Н. В. Козлова, М. И. Маркозашвили, Г. Д. Туманишвили. *Сообщения АН ГССР*, 74, 3, 1974.
6. Введение в количественную цитохимию. М., 1969, 196—201.
7. J. Argill, H. Berguist. *J. Cell Biol.*, 15 № 3, 1962.
8. J. Brachet, N. Hulin, J. Germant. *Exp. Cell Res.*, 51, 1968.
9. N. Böhm, W. Sandritter. *J. Cell Biol.*, 28, № 1, 1966.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

Д. Ш. БЕНИАШВИЛИ

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ГИСТОХИМИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА ОПУХОЛЕЙ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ,
ИНДУЦИРОВАННЫХ НИТРОЗОСОЕДИНЕНИЯМИ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 1.6.1978)

Целью настоящего исследования являлось изучение обмена гликогена, РНК, жиров и активности некоторых ферментов в зависимости от степени зрелости опухолей периферических нервов. Эксперименты проводились на 2218 животных, среди них обезьян вида макака мулатта было 18, кроликов — 400, золотистых хомяков — 600 и беспородных крыс — 1200. Опухоли периферической нервной системы получались хроническим введением резорбтивного нейротропного канцерогена нитрозометилмочевины и трансплацентарным воздействием нитрозоэтилмочевины с применением разных модифицирующих факторов. Помимо обычных гистологических способов, использовались гистохимические методы исследования: гликоген определялся по Шабашу, нейтральные жиры — окраской замороженных срезов суданом III, фосфолипиды — суданом черным, РНК — по Браше. Изучались энзимогистохимические особенности нейрогенных опухолей с определением активности ферментов: 1) гидролиза моноэфиров ортофосфорной кислоты — кислой фосфатазы (КФ) и щелочной фосфатазы (ЩФ), 2) гидролиза эфиров карбоновых кислот — ацетилхолинэстеразы (АХЭ), 3) окислительного дезаминирования — моноаминоксидазы (МАО), 4) пентозного цикла — глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г-6-ФДГ), 5) синтеза аминокислот — глутаматдегидрогеназы (ГДГ), 6) гликолиза и гликогенолиза — α -глицерофосфатдегидрогеназы (α -ГФДГ) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ), 7) транспорта электронов на цитохромную систему и кислород — H_2 -тетразолий-оксиредуктазы (НАД-Ф) и цитохромоксидазы (ЦО), 8) цикла трикарбоновых кислот — сукцинатдегидрогеназы (СДГ). Активность ферментов, оцениваемая в условных единицах (— отсутствие активности, + слабая, ++ умеренная и +++ сильная активность), служила признаком для дифференцировки между нормальными нервами и опухолями периферических нервов.

При микроскопическом исследовании фасцикулярные нейриномы содержали характерные структуры так называемых «телец Верокая». В этих опухолях ядра клеток и волокна располагались параллельно друг другу в виде пучков, перекрещивающихся в различных направлениях. В фасцикулярных нейриномах среди ядер, сгруппированных параллельными рядами, обнаруживались безъядерные волокнистые вещества, принимающие желтый цвет при окраске по ван-Гизону. В ретикулярных нейриномах отсутствовало характерное для фасцикулярных нейрином пучковое расположение волокон и клеток и ни разу не были выявлены палисадообразные структуры. В ретикулярных нейриномах появлялись участки отека с образованием мелких кист. Злока-

чественные нейриномы состояли из удлинённых веретенообразных клеток с вытянутыми гиперхромными ядрами, расположенных пучками, идущими в разных направлениях; в опухоли обнаруживалось большое количество фигур деления. Как видно из таблицы, нейриномы характеризовались средними показателями содержания РНК, а иногда и уменьшением количества нуклеопротеидов, в отличие от злокачественных нейрином, в которых определялось очень большое количество РНК.

В фасцикулярных нейриномах отмечалось умеренное скопление гранул гликогена. В ретикулярных нейриномах и нейрогенных саркомах количество гликогена резко снижалось. На нашем материале наблюдалась определенная зависимость между содержанием нейтрального жира и степенью зрелости нейрогенных опухолей. В ретикулярных нейриномах определялось очень большое количество жира, в отличие от фасцикулярных и злокачественных нейрином. При окраске суданом черным, который окрашивает, как известно, фосфолипиды, в нейрогенных опухолях выявлялась пылевидная зернистость в тех случаях, где суданом III нейтральные жиры не обнаруживались.

Известно, что новообразования в той или иной степени сохраняют свойства (строение, обмен веществ и др.) исходной нормальной ткани, особенно при отсутствии признаков анаплазии. К таким опухолям, как справедливо отмечает А. Иванова [1], можно отнести и нейриному. Проведенное энзимогистохимическое исследование показало, что спектр активности большинства изученных нами ферментов изменяется в зависимости от степени зрелости опухолей периферических нервов и мало связан с локализацией новообразований, полом и возрастом животного.

Гистологическое строение опухолей	Гистохимические реакции														
	РНК	Гликоген	Нейтральный жир	Фосфолипиды	КФ	ЩФ	АХЭ	МАО	Г-6-ФДГ	ГДГ	α -ГФДГ	ЛДГ	ЦО	СДГ	НАД-Ф
Фасцикулярная нейринома	++	++	+	++	++	+	++	+	++	++	+++	+	+	+++	
Ретикулярная нейринома	+	-	+++	+++	+++	+	++	+	++	+	++	++	-	++	+
Нейрогенная саркома	+++	-	+	+	+	++	-	-	++	++	++	+++	-	++	+++

Как видно из таблицы, в зрелых доброкачественных нейрогенных опухолях — фасцикулярных и ретикулярных нейриномах определялся относительно высокий уровень активности КФ, АХЭ, Г-6-ФДГ, ГДГ, α -ГФДГ и очень высокий — ЛДГ, и НАД-Ф. Активность ЩФ, МАО и СДГ понижается. Активность ЦО не выявлялась ни в контрольных нервах, ни в опухолях периферических нервов. Интенсивность окраски фасцикулярных и ретикулярных нейрином была различной для некоторых ферментов — резко выраженной для НАД-Ф, несколько слабее — для СДГ, ЛДГ и АХЭ и почти отсутствовала для КФ, ЩФ, МАО, Г-6-ФДГ, α -ГФДГ. Создается впечатление, что активность некоторых ферментов мало зависит от гистологического строения нейрином. Сле-

дует отметить, что активность исследуемых ферментов резко снижалась в тех участках новообразований, где наблюдались дистрофические изменения (особенно в ретикулярных нейринах).

В незрелых нейрогенных опухолях — злокачественных нейриномах определялась очень высокая активность ферментов гликолиза, гликогенолиза (ЛДГ, α -ГФДГ), тканевого дыхания (НАД-Ф), синтеза аминокислот (ГДГ), пентозного цикла (Г-6-ФДГ), цикла трикарбоновых кислот (СДГ), а также ЩФ, умеренная или слабая — КФ. В нейрогенных саркомах активность ферментов окислительного дезаминирования (МАО) и гидролиза эфиров карбоновых кислот (АХЭ) полностью отсутствовала, что согласуется с данными В. И. Колодина [2]. Разница в активности ферментов доброкачественных и злокачественных опухолей периферических нервов была неодинаковой для разных ферментов — резко выраженной для КФ, ЩФ, АХЭ, МАО, несколько слабее для ГДГ, СДГ, ЛДГ и НАД-Ф и почти отсутствовала для α -ГФДГ, Г-6-ФДГ.

Таким образом, наш экспериментальный материал позволяет определить зависимость гистохимических признаков РНК, жира, гликогена и активность ферментов, индуцированных нитрозосоединениями опухолей периферических нервов, от степени зрелости этих новообразований. Вместе с тем, полученные нами результаты подтверждают данные литературы [3—7 и др.] о возможности использования показателей гистохимии нейрогенных опухолей в качестве дифференциально-диагностического признака при определении степени злокачественности новообразований.

Онкологический научный центр
МЗ СССР

(Поступило 1.6.1978)

მასპარივნეტული მორფოლოგია

ჯ. ბენიავილი

ნიტროზოვანაპრთებით ინდუცირებადი პერიფერიული
ნერვების სიმსივნეების მორფოლოგიური და
ჰისტოქიმიური დახასიათება

რეზიუმე

შესწავლილია ინდუცირებული ნეიროგენული სიმსივნეების მორფოლოგიური და ჰისტოქიმიური თავისებურებანი ცხოველებში. დადგენილია, რომ ისინი იმყოფებიან გარკვეულ კავშირში სიმსივნეების სიმწიფის ხარისხთან. მიღებული მონაცემები მოწმობენ, რომ პერიფერიული ნერვების სიმსივნეების ჰისტოქიმიურ შესწავლას აქვს გარკვეული მნიშვნელობა სიმსივნეების ავთვისებიანობის და დიფერენცირების დადგენაში.

D. Sh. BENIASHVILI

 MORPHOLOGICAL AND HISTOCHEMICAL CHARACTERISTICS
 OF PERIPHERAL NERVE TUMOURS

Summary

A study of the experimental material has revealed a dependence of the histochemical characteristics of DNA, fat, glycogen and the activity of enzymes induced by the nitrosocompounds of peripheral nerve tumours on the maturity degree of these neoplasms. In the author's view evidence on the histochemistry of neurogenic tumours can serve as a differential-diagnostic characteristic in determining the malignancy degree of neoplasms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Иванова, И. Лолова, С. Божингов. Журнал невропатологии и психиатрии, 6, 1972, 831—841.
2. В. И. Колодин. Материалы I симпозиума «Канцерогенные нитрозосоединения — действие, синтез, определение». Таллин, 1973, 82—84.
3. В. И. Колодин. Вопросы онкологии, XXIII, 11, 1977, 79—88.
4. D. Stavrou. Arch. Geschwulstforsch, 34, № 4, 1969, 297—308.
5. A. Fabiani et al. Acta Neuropathol. 15, № 3, 1970, 272—278.
6. G. Osske, R. Warzok. Exp. Pathol. 6, № 3-4, 1972, 145-150.
7. B. Smith, M. Butler. Acta Neuropathol. 23, № 2, 1973, 181-185.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

М. В. МШВИДОБАДЗЕ

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ МОРФОХИМИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
РЕГЕНЕРАТА В УСЛОВИЯХ АЛЛОТРАНСПЛАНТАЦИИ
ФОРМАЛИЗИРОВАННЫХ КОСТЕЙ

(Представлено академиком О. Н. Гудушаури 15.5.1978)

Аллотрансплантация костей утвердила свои законные права в ортопедии травматологии. В последнее время все большее внимание привлекают трансплантаты, консервированные в слабых растворах формалина [1—9]. Однако невыясненных вопросов в этой проблеме остается много.

Так как процессы воссоздания кости могут быть правильно поняты и объяснены лишь с учетом особенностей метаболизма данной структуры, мы решили изучить динамику нуклеопротеидов и мукополисахаридов регенерата при аллотрансплантации формализованных костей.

Опыты (60) проводили на кроликах одинакового возраста и веса. В диафизе лучевой кости создавали полный дефект (1,5 см). В первой серии (40 опытов) дефект замещали костным аллотрансплантатом, стерилизованным 1% раствором формальдегида и консервированным в 1% растворе формальдегид-сахара (50% раствор сахара — 99 мл, формальдегид — 1 мл). Во второй, контрольной серии (20 опытов) дефект оставался ничем не замещенным. Животных забивали в различные сроки после операции (3, 7, 10, 15, 20, 30 дней, 1, 5, 2, 3, 4, 6, 10 месяцев, 1, 2, 3 года). Парафиновые и приготовленные на замораживающем микротоме срезы окрашивали гистологическими и цито- и гистохимическими методами. ДНК выявляли реакцией Фельгена и флюорохромированием АО, РНК — метиленовым синим по Шабашу и АО, КМПС — реакцией метахромазии толуидиновым синим при значениях рН 2,8, 3,4, 3,8, 4,4, 4,8 и флюорохромированием срезов фуксином кислым, гликоген и нейтральные мукополисахариды — Шик-реакцией по Шифф — Мак-Манусу. Для анализа выявляемых химических веществ ставили контрольные реакции амилазой, бактериальной и тестикулярной гиалуронидазой, мягкое и жесткое метилирование с деметилированием, сульфатирование и ацетилирование. Содержание химических веществ оценивали визуально по пятибалльной системе.

Наши исследования показали, что в срок 3—10 дней после операции вокруг трансплантата мобилизуются клетки костного мозга, лимфоциты, гистиоциты, макрофаги, тучные клетки. Появляются популяции остеобластов, которые включаются в активный процесс биосинтеза химических веществ. ДНК выявляется в виде мелких гранул малинового цвета, что люминесцентно-цитохимически соответствует их зеленовато-оранжевому свечению (5+); РНК — синей окраской цитоплазмы и ярко-красной люминесценцией (5+). ИЭТ РНК составляет рН 3,4, что указывает на диссоциацию их фосфорных групп и выражает повышенную интенсивность нуклеопротеидного обмена. В цитоплазме остеобластов наличие темно-вишневых Шик-политивных гра-



нул, исчезающих после обработки срезов в растворе α -амилазы, свидетельствует о высоком содержании гликогена (5+). В межклеточном веществе выявляется большое количество гликопротеидов (4+). В цитоплазме клеток и межклеточном пространстве резко положительные реакции на КМПС (5+). Они метакроматичны при pH 4,0 и не восстанавливаются после демитилирования, следовательно, эти несulfатированные формы КМПС типа гиалуроновой кислоты (5+).

При незамещенном трансплантатом дефекте в грануляционной ткани происходит репродукция хондробластов. Эти клетки также в очень большом количестве содержат ДНК, РНК, гликоген и гиалуроновую кислоту (5+); содержание гликопротеида оценивается в 4 балла.

В срок 15—45 дней после операции трансплантат спаян с концами кости реципиента эндостальной и интермедиарной мозолью. В этот период интенсивного костеобразования происходит функциональная специализация морфохимической организации остеобластов. Резко положительные реакции на ДНК (5+) и РНК (5+). Происходит усиленный синтез КМПС и НМПС (5+), идущих на построение кости. Накопление КМПС и НМПС в регионах интенсивного волокнообразования является показателем их активного участия в фибрилlogenезе. На коллагеновых волокнах формируется густая сеть остеонидных и костных балочек.

В незамещенном же дефекте в хондробластах и остеобластах выявляется очень большое количество нуклеопротеидов (5+), гликогена (5+), КМПС (5+). Количество гликопротеидов определяется в 4 балла. Идет процесс образования коллагеновых волокон. Появляются тонкие, извитые хондронидные и остеонидные балочки. Однако регенерат отличается меньшей зрелостью, чем при аллотрансплантации. Яркая метакромазия при pH 3,5, которая снижается после инкубации срезов стрептококковой гиалуронидазой и подавляется тестикулярной гиалуронидазой, свидетельствует о наличии менее дифференцированных форм КМПС (типа гиалуроновой кислоты и хондроитина А).

В срок 3—4 месяцев регенерат при аллотрансплантации приобретает пластинчатое строение с продольной ориентацией гаверсовых систем и остеонов. Большая часть остеобластов дифференцируется в остеониды. Количество химических веществ снижается (4+, 3+). ИЭГ РНК в цитоплазме клеток регенерата отклоняется в щелочную сторону (pH 4,4), что можно считать показателем понижения обменных процессов в этих клетках. Из КМПС увеличивается удельный вес кератосульфата и уменьшается тестикулярноподавляемых кислых мукополисахаридов. Интенсивный синтез химических ингредиентов продолжается в локусах формирования костного матрикса по ходу расширенных гаверсовых каналов в истонченном и фрагментированном трансплантате, подвергшемся лакунарной и сосудистой резорбции.

Регенерат в контрольной серии отличается большей неоднородностью. Среди остеонидной и губчатой костей, клеточные элементы которых опять-таки активно синтезируют гликозоаминогликаны (4+) и гликопротеиды (4+), встречаются островки компактизации. Из КМПС выявляются большей частью несulfатированные формы. Все это говорит о замедлении становления нормальной морфохимической структуры кости.

В более поздние сроки (1—3 года) между результатами аллотрансплантации и контрольной серии существенной разницы нет. В обоих случаях происходит компактизация регенерата. Количество хи-



мических веществ умеренное (3+, 4+), как при физиологической регенерации костной ткани. Происходит нормализация и в качественном отношении. Уменьшается выявляемость гиалуроновой кислоты, хондроитина, хондроитинсульфата А и С и возрастает количество устойчивых к гиалуронидазе и мягкому кислотному гидролизу углеводов соединений — кератосульфатов. Динамика химических веществ в регенерате представлена в таблице.

Изучение динамики морфохимической организации регенератора при аллотрансплантации формализированных костей и незамещенных дефектах дало нам возможность ближе подойти к пониманию процессов воссоздания кости. Мы еще раз убедились в существовании в организме мощных механизмов регуляции жизненных процессов, обеспечивающих гомеостаз [9]. При создании костного дефекта это выявляется в мобилизации клеточных элементов, деятельность которых направлена на достижение единого биологически полезного результата — восстановления целостности кости. По всей вероятности, растормаживание геном, ответственных за репродукцию остеобластов и затем за секрецию химических веществ, приводит к интенсивному биосинтезу ДНК, РНК, гликогена, КМПС и НМПС. С этим и связано формирование коллагеновых волокон и костной структуры. На ранних стадиях развития регенерата химические вещества отличаются от таковых нормальной кости большим количеством и меньшей зрелостью.

Динамика химических веществ в регенерате

Срок наблюдения		ДНК	РНК	Гликоген	Гликопротеиды	К М П С				
						Гиалуроновая к-та	Хондронтин	Хондронтинсульфат А	Хондронтинсульфат С	Кератосульфат
3—10 дней	Аллотрансплантация	5+	5+	5+	4+	5+	5+	4+	4+	0
	Контроль	5+	5+	5+	4+	5+	4+	2+	2+	0
15—40 дней	Аллотрансплантация	5+	5+	4+	5+	4+	5+	5+	5+	2+
	Контроль	5+	5+	5+	4+	5+	4+	4+	2+	0
3—4 месяца	Аллотрансплантация	4+	4+	3+	5+	3+	4+	4+	4+	4+
	Контроль	5+	5+	4+	4+	4+	4+	3+	3+	2+
1—3 года	Аллотрансплантация	3+	3+	2+	4+	2+	3+	3+	3+	4+
	Контроль	3+	3+	2+	4+	2+	3+	3+	3+	4+

Примечание: 5+—очень большое количество, 4+—большое количество, 3+—умеренное количество, 2+—малое количество, 0+—отсутствует.

Становление химической организации остеобластов, имеющее на каждом данном этапе развития особую функциональную значимость, самым тесным образом связано с морфологической дифференциацией регенерата. Так, после восстановления дефекта пластинчатой костью функциональная активность остеобластов становится умеренной, по-видимому вследствие репрессии генетического аппарата клетки, ответственного за секрецию химических веществ. Остеобласты продуцируют количественно и качественно полноценные химические вещества, характерные для нормальных костных клеток. Это значит, что происходит истинная репаративная регенерация кости.

Реституция наступает как в условиях аллотрансплантации формализированных костей, так и при незамещенных дефектах. Однако в

первом случае создаются более благоприятные условия для реализации репаративной регенерации и морфохимическая организация регенерата раньше достигает совершенства с таковой нормальной кости. Это подтверждается и исследованиями других авторов [1—3, 8, 9].

Институт травматологии
и ортопедии МЗ ГССР

(Поступило 2.6.1978)

მახპარიკინთული მორფოლოგია

ა. მშვიდობაძე

რეგენერატის მორფოქიმიური ორგანიზაციის დინამიკისა და
მორგალიზაციის ძვლის ალოტრანსპლანტაციის პირობებში

რეზიუმე

ექსპერიმენტში ბოცვერებზე ძვლის დეფექტებში ფორმალინიზებული ალოტრანსპლანტატების ჩანერგვის პირობებში შესწავლილია რეგენერატის მეტაბოლიზმის დინამიკა ჰისტოქიმიური და ლუმინესცენტურ-მიკროსკოპული მეთოდებით. ნაჩვენებია ძვლის დეფექტების რესტიტუციის შესაძლებლობა.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

M. V. MSHVIDOBADZE

DIFFERENTIATION OF THE MORPHOCHEMICAL ORGANIZATION OF THE REGENERATE IN CONDITIONS OF ALLOTRANSPLANTATION OF FORMALIZED BONES

S u m m a r y

The dynamics of regenerate metabolism (nucleic acids, glycogen acid and neutral mucopolysaccharides) has been studied by the histochemical and luminescent microscope methods in an experiment (60 tests with rabbits) involving substitution of formalized bone transplant for the total bone defect (1.5 cm). It is shown that metabolism characteristic of normal bone develops in the newly formed bone tissue, pointing to the restitution of the defect.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Дмитриенко. Автореферат канд. дисс. Кишинев, 1968.
2. В. А. Епифанов. Автореферат канд. дисс. М., 1969.
3. В. В. Кованов, В. Д. Разводовский. Эксп. хир., 2, 4, 1974.
4. М. В. Мшвидобаძე. Сб. трудов ТНИИТО, X, 172, 1970.
5. M. W. M s c h w i d o b a d z e. Beitr. Orthop. Traumatol., 22, № 6, 1975.
6. М. В. Мшвидобаძე. Методические рекомендации по стерилизации, консервации и трансплантации аллогенных костей и полусуставов. Тбилиси, 1976.
7. Ю. А. С п а с с к и й. Автореферат канд. дисс. Кишинев, 1972.
8. И. Н. Ш и р ш о в. Автореферат канд. дисс. М., 1970.
9. Г. Н. Қ р ы ж а н о в с к и й. Арх. пат., 3, 1978.

М. К. ЧАЧАВА

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КРАНИО-ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ГИПОТЕРМИИ ПРИ ГИПОКСИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У НЕДОНОШЕННЫХ НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. К. Чагава 11.5.1978)

Недоношенность является одной из актуальных проблем перинатальной медицины. Большой процент всех смертных случаев среди новорожденных и тяжелые осложнения, наблюдаемые при гипоксии, приходятся на недоношенных детей.

Особенно часто у недоношенных детей развивается повреждение ЦНС гипоксического характера, что требует ранней диагностики и проведения своевременного патогенетического лечения.

За последние годы при повреждении ЦНС у доношенных новорожденных и плодов применяется кранио-церебральная гипотермия (КЦГ) [1, 2].

Путем применения гипотермии как патогенетического метода лечения может быть восстановлено необходимое равновесие между выработкой и экскрецией H^+ -ионов. Она задерживает или устраняет гиперкапнию и вызванные ею вазомоторные расстройства, влияющие на мозговое кровообращение, нарушение которого может повлечь за собой отек мозга [3]. Авторы, пользовавшиеся методом гибернотерапии и общей гипотермии в неонатальном периоде, отмечают его положительный лечебный эффект [4].

Собственный материал представлен 40 недоношенными новорожденными с гестационным возрастом от 28 до 38 недель, с натальной массой от 1100,0 до 2500,0, родившимися в асфиксии, у которых отмечалось тяжелое поражение ЦНС. КЦГ проводилась с помощью охлаждения волосистой части головки в течение 30—40 минут. Температура в наружном слуховом проходе понижалась до 30°C, а в прямой кишке — до 32—33°C. До и после КЦГ проводилось клинико-электроэнцефалографическое наблюдение. Контрольную группу составили 25 недоношенных, которым в комплекс лечебных мероприятий не включалась КЦГ.

До проведения КЦГ у новорожденных отмечалось крайне тяжелое состояние. У всех недоношенных детей превалировали симптомы резкого угнетения ЦНС. Крик был слабый, стонущий. Отмечались общий цианоз, снижение спонтанной активности, стойкий горизонтальный и вертикальный нистагм.

Физиологические рефлексы были угнетены, вызывались с большим латентным периодом. Рефлекс Морро отсутствовал у большинства, рефлексы выпрямления, автоматической ходьбы и ползания у детей не вызывались.

На ЭЭГ регистрировалась низковольтная (30—40 мкв) фоновая биоэлектрическая активность. Временами появлялись высокоамплитудные заостренные колебания, «пик-волновые» комплексы, ритмы тета-и дельта-волн. Регистрировалась исключительно неглубокая фаза сна (рис. 1,А).

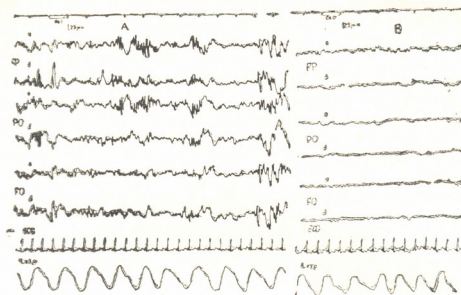


Рис. 1. ЭЭГ недоношенного новорожденного с гестационным возрастом 35—36 недель. Тяжелое повреждение ЦНС. Поверхностный сон. А—до КЦГ, В—после КЦГ, FP—лобно-теменное отведение, PO—теменно-затылочное отведение, FO—лобно-затылочное отведение, ECG—ЭКГ, I отведение, Resp—дыхание

Непосредственно после проведения КЦГ на ЭЭГ отмечалось снижение амплитуды всех частот, однако статистически достоверным оказалось уменьшение интегральных показателей только дельта- и тета-активности. В тех случаях, где до КЦГ регистрировалась взрывчатая активность, после КЦГ она была выражена менее рельефно: интервалы между взрывами удлинялись, амплитуда волн, представляющих пароксизмы, уменьшалась. Почти всегда исчезали патологические «пик-волновые» комплексы. Новорожденные находились в состоянии неглубокого сна (рис. 1,В).

Неврологический осмотр детей после КЦГ показал, что в последующие дни, по сравнению с контрольной группой, состояние улучшалось значительно быстрее. Максимальная убыль массы в первые дни и после рождения у гипотермированных недоношенных была меньше и они значительно быстрее прибавляли в массе, чем дети контрольной группы ($P < 0,01$). Недоношенные дети, у которых была проведена КЦГ, из стационара выписывались раньше, чем дети, в комплекс лечебных мероприятий которых не была включена КЦГ ($P < 0,01$).

Исходя из вышесказанного, изменения ЭЭГ, полученные нами в результате КЦГ, указывают на понижение активности как корковых, так и подкорковых образований, что обычно имеет место при умеренной гипотермии и объясняется особой чувствительностью корковых клеток и ретикулярной формации ствола к понижению температуры [5].

Понижение интенсивности обменных процессов в ЦНС, уменьшение потребности в кислороде и установление равновесия между пот-

реблением и снабжением кислородом лежат в основе эффекта, который получен нами при включении КЦГ в комплекс лечебных мероприятий при гипоксических поражениях ЦНС у недоношенных детей.

Тбилисский государственный институт
усовершенствования врачей
МЗ СССР

Научно-исследовательский институт
перинатальной медицины,
акушерства и гинекологии
МЗ ГССР

(Поступило 11.5.1978)

მედიცინის მეცნიერებათა დარგი

მ. ჩახავა

კრანო-ცერებრალური ჰიპოთერმიის მეთოდის გამოყენება
დღენაკლულ ახალშობილ ბავშვთა ცენტრალური ნერვული
სისტემის ჰიპოქსიური დაზიანების დროს

რეზიუმე

დღენაკლულ ახალშობილთა ცენტრალური ნერვული სისტემის ჰიპოქსიური დაზიანებისას სამკურნალო ღონისძიებათა კომპლექსში ჩაერთო კრანო-ცერებრალური ჰიპოთერმია, რომლის შედეგადაც ახალშობილთა საერთო მდგომარეობა გაუმჯობესდა. ეს დამტკიცდა კლინიკურ-ელექტროენცეფალოგრაფიული გამოკვლევებით.

ჰიპოთერმიაგადატანილი დღენაკლულები არაჰიპოთერმირებულ დღენაკლულ ბავშვებთან შედარებით უფრო ადრე გაეწერნენ სტაციონარიდან.

ჩატარებული გამოკვლევები მიუთითებენ კრანო-ცერებრალური ჰიპოთერმიის დადებით მოქმედებაზე.

EXPERIMENTAL MEDICINE

M. K. CHACHAVA

APPLICATION OF CRANIO-CEREBRAL HYPOTHERMIA IN
PREMATURE NEWBORNS WITH HYPOXIC DAMAGE OF THE
CENTRAL NERVOUS SYSTEM

Summary

Cranio-cerebral hypothermia was included in the treatment complex of premature newborns with hypoxic damage of CNS. The condition of newborns improved following the use of this method. This was confirmed by clinico-electroencephalographic examinations, these prematures being discharged earlier than those treated without hypothermia.

The observations showed a positive effect of cranio-cerebral hypothermia on premature newborns.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. В. Чачава, А. Н. Зиракадзе, П. Я. Кинтрая. Кранио-церебральная гипотермия плода в родах. Тбилиси, 1973.
2. Г. М. Савельева. Реанимация новорожденных. М., 1973.
3. А. Лабори. Регуляция обменных процессов. М., 1970.
4. А. Лабори, П. Гюгенар. Гибриотерапия (искусственная зимняя спячка) в медицинской практике. М., 1956.
5. Ц. Ш. Джанелидзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1967.

З. К. ЧХАИДЗЕ

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У БОЛЬНЫХ ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА, ОПЕРИРОВАННЫХ ПО ПОВОДУ ПЕРЕЛОМА ПРОКСИМАЛЬНОГО КОНЦА БЕДРЕННОЙ КОСТИ

(Представлено академиком О. Н. Гудушаури 24.5.1978)

Под наблюдением находились 102 больных, оперированных по поводу перелома проксимального конца бедренной кости: 79 женщин и 23 мужчины, из них в возрасте от 60 до 74 лет — 77 больных, от 75 до 89 лет — 19 и 90 лет и старше — 6.

Кроме основного заболевания, у 80 больных (78,43%) были выявлены сопутствующие заболевания с выраженной клинической картиной, влияющие на общее состояние больного, из них атеросклероз — у 69 (67,64%), гипертоническая болезнь — у 38 (37,25%), хронические заболевания дыхательной системы — у 24 (23,52%), сахарный диабет — у 5 (5,88%). У больных этого контингента довольно часто встречались также хронические заболевания желудочно-кишечного тракта, печени, желчного пузыря, мочевыделительной системы и др.

Обследование проводилось до операции, в первые сутки после операции, на 4—5-й, 10-й и 20-й день после операции. Основные показатели центральной гемодинамики определялись методом разведения красителя. В качестве индикатора применялся 1% раствор синьки Эванса. Кривая разведения красителя регистрировалась на ушном оксигрографе 0—36 завода «Красногвардеец» со скоростью протяжения ленты 3 мм в секунду.

Определялись следующие показатели центральной гемодинамики: минутный объем крови (МОК), сердечный индекс (СИ), систолический объем (СО), объемная скорость выброса (ОСВ), мощность сокращения левого желудочка (Р), центральный объем крови (ЦОК), объем циркулирующей крови (ОЦК) и его компоненты: объем циркулирующей плазмы (ОЦП) и объем циркулирующих эритроцитов (ОЦЭр), скорость кровотока в большом (рука-ухо — «р-у») и малом (легкие-ухо — «л-у») круге кровообращения, артериальное и венозное давление, общее периферическое сопротивление (ОПС) и гематокрит (Гт).

Полученные данные сравнивались с соответствующими показателями 25 практически здоровых лиц в возрасте от 60 до 75 лет. Весь цифровой материал был обработан методом вариационной статистики.

Было установлено, что до операции вследствие перенесенной травмы у больных пожилого и старческого возраста возникали определенные отклонения гемодинамических показателей от нормы, указывающие на неустойчивость или расстройство компенсаторных механизмов, регулирующих кровообращение. Например, СО оказался сниженным на 22,05%, ОСВ — на 16,77%, Р — на 7,66%. ОПС было повышено на 25,83%. Число сердечных сокращений (ЧСС) увеличилось только на



13,36%, что оказалось недостаточным для компенсации МОК, который остался на 11,63% ниже нормальной величины. Было выявлено также замедление кровотока «р-у» на 18,70%, «л-у» — на 8,98%, повышение среднего артериального давления на 12,38. ЦОК, венозное давление и Гт изменились незначительно.

На сводном материале не проявилось значительных изменений ОЦК, ОЦП и ОЦЭр.

Таким образом, из исследуемых гемодинамических показателей статистически достоверное отклонение от нормы перед операцией проявляли МОК ($P < 0,05$), СИ ($P < 0,05$), СО ($P < 0,01$), ОСВ ($P < 0,001$), Р ($< 0,05$), скорость кровотока «л-у» ($P < 0,02$), все виды артериального давления: Мх ($P < 0,02$), Му ($P < 0,001$), Мн ($P < 0,02$), ЧСС ($P < 0,05$) и ОПС ($P < 0,001$).

В первые сутки после операции, по сравнению с предоперационным периодом, произошло статистически достоверное снижение СО ($P < 0,05$), ОСВ ($P < 0,01$) и Р ($P < 0,001$), всех видов артериального давления: Мх ($P < 0,001$), Му ($P < 0,001$), Мн ($P < 0,001$), замедление кровотока «р-у» ($P < 0,001$) и «л-у» ($P < 0,001$), увеличение ЧСС ($P < 0,02$), незначительное снижение ОПС ($P < 0,5$) при достоверном повышении ($P < 0,001$) против нормы. МОК уменьшился недостоверно ($P > 0,2$), однако оказался пониженным против нормы на 17,28%, т. е. снизился еще на 6,4% от исходного уровня. Наблюдалось незначительное повышение венозного давления и уменьшение ОЦК и его компонентов.

Можно заключить, что в первые сутки после операции изменение гемодинамических показателей указывает на снижение механической активности сердца вследствие дополнительной (операционной) травмы на фоне нарушенного травмой и еще не компенсированного кровообращения.

На 4—5-й день после операции было отмечено дальнейшее снижение показателей МОК, СИ и ОСВ. Несмотря на то что это снижение было статистически недостоверным, итоговые величины дали значительное отклонение от нормы. Например, МОК был снижен на 24,07%, СИ — на 22,30%, СО — на 41,02%, ОСВ — на 34,40%. Показатель Р незначительно повысился, но остался на 29,47% ниже нормы. Скорость кровотока «р-у» и «л-у» замедлилась соответственно на 34,84 и 26,70%, по сравнению с нормой. Достоверно повысились все виды артериального давления, и оказались повышенными, по сравнению с нормой: максимальное — на 6,89%, среднее — на 7,14%, минимальное — на 7,31%. Повышение ОПС составило 41,09%. Наблюдалось уменьшение ОЦК, по сравнению с нормой, на 13,26% ($P < 0,05$), ОЦП — на 9,44% ($P < 0,2$) и ОЦЭр — на 17,87% ($P < 0,05$), т. е. статистически достоверное отклонение, по сравнению с нормой, дали ОЦК и ОЦЭр. Венозное давление статистически достоверно повысилось на 13,08%, по сравнению с нормой ($P < 0,05$). ЦОК и Гт изменились незначительно.

На 10-й день после операции было выявлено, по сравнению с показателями 4—5-го дня, повышение СО на 22,16%, СИ — на 12,61%, МОК — на 9,87%, ОСВ — на 17,77%, Р — на 13,24%, но оно, кроме ОСВ, не оказалось статистически достоверным ни в одном случае, и эти гемодинамические показатели были даже статистически достоверно сниженными против нормы. Скорость кровотока «р-у» повысилась на 17,09% ($P < 0,05$) и «л-у» — на 7,87% ($P < 0,01$). Артериальное давление всех видов незначительно снизилось. Было выявлено достоверное ($P < 0,01$) снижение ОПС на 12,68%. Венозное давление снизилось недостоверно ($P > 0,1$) на 9,42%. ЦОК и Гт изменились незначительно.



На 20-й день после операции, как показали результаты исследования, наблюдалась дальнейшая нормализация нарушенных показателей гемодинамики. Было отмечено повышение показателей: МОК — на 6,93% ($P > 0,1$), СИ — на 7,72% ($P > 0,1$), СО — на 16,02% ($P > 0,05$), ОСВ — на 13,14% ($P < 0,05$), Р — на 12,86% ($P < 0,05$), ускорение кровотока «л-у» на 9,32% ($P < 0,01$), «р-у» — на 5,5% ($P < 0,5$), уменьшение ЧСС на 8,48% ($P > 0,1$), ОПС — на 9,66% ($P < 0,05$).

Следовательно, на этом этапе исследования достоверно повышаются ОСВ ($P < 0,05$), Р ($P < 0,05$), скорость кровотока «л-у» ($P < 0,01$), снижается ОПС ($P > 0,05$). СО увеличивается недостоверно ($P > 0,05$). Остальные гемодинамические показатели, проявляя тенденцию к нормализации, изменяются также статистически недостоверно. Большинство показателей входят в пределы нормы, за исключением СО, ОСВ, Р и ОПС, которые и на этом этапе исследования остаются статистически достоверно отклоненными от нормы (соответственно $P < 0,05$, $P < 0,01$, $P < 0,02$ и $P < 0,05$).

Таким образом, при переломах проксимального конца бедренной кости у пожилых и старых людей еще перед операцией выявляется отклонение гемодинамических показателей от нормы. Степень и характер этих сдвигов в основном обусловлены наличием хронических заболеваний сердечно-сосудистой и дыхательной систем, нарушением их деятельности вследствие травмы, изменением биохимического состава крови и гиподинамией от вынужденного постельного режима. Операционная травма с первого же дня усугубляет нарушения центральной гемодинамики, которые достигают максимальной выраженности на 4—5-й день после операции. С 10-го дня прослеживается положительный сдвиг в гемодинамике, а к 20-му дню большинство ее показателей нормализуется. Однако такие важные показатели, как СО, ОСВ, Р и ОПС, все еще остаются за пределами нормы, что указывает на неустойчивость и неполное восстановление компенсаторных механизмов кровообращения на данном этапе исследования.

Необходимо сказать, что нарушение центральной гемодинамики в послеоперационном периоде вместе с другими факторами во многом зависит и от срока оперативного вмешательства. Чем короче интервал между травмой и операцией, тем резче выражено отклонение основных гемодинамических показателей от нормы и тем более длительный срок требуется для их нормализации. Это обусловлено тем, что оперативное вмешательство происходит на фоне нарушенной гемодинамики, которая не успевает достаточно компенсироваться.

В заключение следует отметить, что изучение центральной гемодинамики у пожилых и старых людей с переломом проксимального конца бедренной кости является важнейшим звеном в комплексном обследовании больных, без которого трудно разобраться в сложном механизме нарушения кровообращения и невозможно провести соответствующие терапевтические мероприятия в предоперационном и послеоперационном периодах.



ზ. ჩხაიძე

ცენტრალური ჰემოდინამიკის მაჩვენებლების ცვლილებები
 ბარძაქის პროქსიმალური ბოლოს მოტახილოზის გამო
 ნოკიერაციებ ხანდაზმულ და მოზუც ავადმყოფებში

რეზიუმე

გამოკვლეულია 102 ავადმყოფი. დადგენილია, რომ ოპერაციამდე არსებული უარყოფითი ჰემოდინამიკური ძვრები, რომელიც ტრავმით არის გამოწვეული, კიდევ უფრო ღრმავდება ოპერაციის შემდეგ და მაქსიმუმს აღწევს ოპერაციიდან IV—V დღეს. ოპერაციიდან X დღეზე აღინიშნება ცენტრალური ჰემოდინამიკის მაჩვენებლების ნორმალიზაციისადმი ტენდენცია, ხოლო XX დღისათვის მათი უმრავლესობა ნორმის დონეს უახლოვდება.

რაც უფრო მცირეა დრო ტრავმასა და ოპერაციას შორის, მით უფრო ძლიერად არის გამოხატული უარყოფითი ძვრები ჰემოდინამიკაში და მით უფრო ხანგრძლივად მიმდინარეობს იგი.

EXPERIMENTAL MEDICINE

Z. K. CHKHAIDZE

CHANGES OF CENTRAL HEMODYNAMIC INDICES IN SENILE
 AND OLD-AGE PATIENTS OPERATED FOR THE FRACTURE
 OF FEMORAL BONE PROXIMAL END

Summary

The study involved 102 patients. Negative changes in hemodynamics caused by the trauma were found to be aggravated after the surgical intervention, approaching the maximum by the 4th-5th day of surgery. On the 10th day of surgery there appears a tendency to normalization of the altered hemodynamic indices while on the 20th day most of them become normal.

The shorter the interval between the trauma and the surgery, the more pronounced the changes of the main hemodynamic indices and the longer the period taken to normalize them.

И. Г. ТАКТАКИШВИЛИ

СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ДЕЛЕНИЕ ЭГРИССКОГО ЯРУСА (ПЛИОЦЕН)

(Представлено академиком Л. К. Габуния 29.5.1978)

Гурия является той областью Западной Грузии, в которой эгрисские слои развиты наиболее полно. Поэтому при стратиграфическом делении этого яруса, недавно предложенного нами взамен куяльника Грузии [1, 2], следует основываться на данных, полученных именно по Гурии, а не по другой какой-нибудь части Западной Грузии. В Абхазии, например, отложения эгриса развиты также довольно широко, но представлены не полностью, а в Мегрелии и Аджарии они к тому же выступают на поверхность лишь в одном-двух местах и содержат бедный комплекс моллюсков. Таким образом, лишь в Гурии имеется возможность для дробного деления эгрисского яруса.

Исследователи обычно расчленили куяльник Гурии на две части — нижнюю и верхнюю, понимая под первой основную часть яруса с типичной и богатой фауной моллюсков, а под второй — дрейссеновые слои, обедненную часть с господствующим положением дрейссена ([3—6] и др.).

Позднее Г. Ф. Челидзе высказался уже в пользу тройственного деления куяльника Западной Грузии [7, 8]. Нижний куяльник он назвал поквешским горизонтом, средний — галидзгинским, а верхний — дрейссеновым [8]. Нижний горизонт, согласно автору, характеризуется смешанным киммерийско-куяльницким комплексом моллюсков, средний — типичными куяльницкими формами, а верхний — преимущественно остатками дрейссена. Однако при делении куяльника автор опирался главным образом на известное еще со времен Г. П. Михайловского [9] обнажение у с. Поквешы в Абхазии; оно же непригодно для этой цели, так как куяльник, вернее эгрис, представлен в нем далеко не полностью, а лишь своей средней частью: судя по малакофауне этой незначительной по мощности пачки слоев, здесь нет ни нижней, ни верхней частей эгрисского яруса. Данные же автора о том, что в нижней части этого обнажения встречаются киммерийские формы, якобы отсутствующие в средней, на основании чего и выделяются два самостоятельных горизонта, не подтверждаются ни его же собственными наблюдениями, ни нашими: на самом деле киммерийские формы рассеяны здесь по всему разрезу куяльника.

Словом, мы отклоняем предложенные Г. Ф. Челидзе горизонты — поквешский и галидзгинский, так как в стратотипическом для них разрезе не считаем возможным выделять первый из них, что соответственно изменит объем и второго. Но мысль о тройственном делении куяльника, высказанная автором, полностью разделяется нами.

Вкратце коснемся еще одной точки зрения. Т. Г. Китовани, а вслед за ней З. А. Имнадзе стали относить дрейссеновые слои к гу-32. „მეცნიერება“, ტ. 91, № 2, 1978



рийскому ярусу. Игнорируя подавляющую часть моллюскового комплекса и неверно оценивая другую, они объявили ее кюальницким реликтом, вследствие чего в число реликтовых форм попали и господствующие здесь дрейссены, встречающиеся в огромном количестве и часто образующие настоящий ракушечник. На основании же комплекса остракод и небольших и редких *Monodacna* (*Pseudocatillus*) sp., рассматриваемых авторами в качестве молодых особей дигрессодаки, эти слои датировались ими как гурийские [10—14]. Приводятся и другие, менее существенные, доводы.

Мы решительно возражаем против перенесения дрейссеновых слоев из кюальника в гурий и приводимые авторами аргументы считаем несостоятельными. Даже наличие очень редких и мелкорослых дигрессодаки не давало бы нам права переносить эти слои из кюальника в гурий, так как вся остальная моллюсковая фауна состоит из бесспорно кюальницких форм.

Совершенно искусственным представляется нам и устанавливаемый авторами новый ярус — фазисский, объединяющий кюальницкие, гурийские и чаудинские отложения [13, 14].

Эгрисский ярус Гурии отчетливо делится по фауне моллюсков на три части: нижнюю, среднюю и верхнюю, как это хорошо видно из описания стратотипических разрезов [1, 2].

Нижний эгрис слагается песчанистыми глинами голубовато-серого и желтоватого цветов с прослоями ожелезненных песчаников. Мощность его — порядка 50—60 м. Особенностью этого горизонта является относительная бедность моллюскового комплекса, в котором мы уже не находим многих киммерийских видов, но зато появляется значительная часть заведомо эгрисских форм. В общем здесь встречаются *Dreissena decipiens* (C. May), *Dr. iniquivalvis* (Desh.), *Dr. choriensis* Tschel., *Dr. rostriformis colchica* Tschel., *Phyllocardium planum* (Desh.), *Limnocardium* (Taur.) *squamulosum* (Desh.), *L. (Ecer.) ecericum* Ebers., *Didacna panticapaea guriantha* (Tschel.), *Didacnomya dali* (Tschel.), *Monodacna* (Pseud.) *pleonexia* Dav., *M. (P.) postdonacoides* Dav., *Caladacna escheri* (C. May.), *Arcicardium* sp., *A. aff. orphense* Takt., *Valenciennius kujalnicus* Takt., *Bithynia* sp., *Micromelania* sp., *Zagrabica* sp. и др. Наиболее распространенной и характерной формой является *Dr. decipiens*, много также *Limn. (Ecer.) ecericum*, *Did. panticapaea guriantha* и *Zagrabica* sp. Заметим, что киммерийских форм здесь, видимо, больше чем в приведенном списке, поскольку в средней части эгриса продолжают существовать многие из не обнаруженных еще в нижнем эгрисе киммерийских моллюсков. Развиты эти слои на довольно ограниченной площади — в окрестностях сс. Цихисперди, Гурианта, Гогорети (Махарадзевский район), преимущественно в бассейне р. Скурдуми (правого притока р. Натанеби), поэтому для них мы предлагаем название скурдумский горизонт.

Этому горизонту будут соответствовать слои 1 и 2 описанного нами стратотипа эгрисского яруса в с. Цихисперди [1] и слой 2 стратотипа стратиграфических границ в с. Гурианта [2].

Средний эгрис представлен желтовато- и голубовато-серыми песчанистыми глинами, серовато-желтоватыми ожелезненными песчаниками, реже мелкогалечными конгломератами, плотными песчаниками, просло-



ями розоватых глин и т. д. Максимальная мощность — до 20 м, обычная — 5—15 м. Обычны тут следующие формы: *Dreissena choriensis* Tschel., *Dr. rostriformis colchica* Tschel., *Dr. polymorpha weberi* Sen., *Limnocardium* (Euxin.) *misargyridae* Dav., *L. (Ecer.) ecericum* Ebers., *Didacna medeae* Dav., *D. medeae celaeno* Dav., *D. panticaepaea gurianthica* (Tschel.), *Didacnomya phasiaca* Dav., *D-myа vulgaris* (Sinz.), *D-myа dalii* (Tschel.), *Monodacna* (*Pseudocatillus*) *pleonexia* Dav., *M. (P.) postdonacoides* Dav., *Prosodacna leptopsamatha* Dav., *Charctoconcha postcimmericia* Dav., *Viviparus* sp. sp., *Euxinomargaria mandarinica* (Sen.), *Zagrabica* sp., *Micromelania* sp., *Melanopsis* sp., *Hydrobia* sp., *Neritina* sp. Намного реже встречаются *Dreissena angusta* (Rouss.), *Dr. theodori* Andrus., *Dr. abchasica* Sen., *Oraphocardium alatoplanum* (Andrus.), *O. oraphense* (Dav.), *Limnocardium* (Moquic.) *moquicum* Sen., *L. (M.) aff. guriense* Dav., *Limnodacna* (?) sp.sp., *Didacna crasatellata* (Desh.), *Monodacna* (Pseud.) *zlatarskii* Andrus., *Macradacna maxima* (Andrus.), *M. maciae* (Tschel.), *Prosodacna callopietes* Dav., *P. macrodon* (Desh.), *P. semisulcata* (Rouss.), *Pachydacna suchumica* (Andrus.), *Caladacna escheri* (C. May.), *Plagiodacna modiolaris* (Rouss.), *P. aff. carinata* (Desh.), *Stenodacna angusticostata* (Rouss.), *Arcicardium aff. oraphense* Takt., *Valenciennius kujalnicus* Takt., *Bithynia* sp., *Suchumica gracilis* Sen., *Limnaea* sp., *Melania* sp., *Micromelania* cf. *andrussovi* Sen., *Pyrgula* sp. и многие другие. Как видим, тут множество перешедших из киммерия форм, но они не играют такой важной роли, как эгрисские виды, наиболее пышно развившиеся именно в среднеэгрисское время. Осадки этого горизонта занимают наибольшую площадь и выступают на поверхность как в Гурнии, так и в Мегрелии и Абхазии. Для среднего эгриса мы предлагаем название э ц е р с к и й горизонт — по старому названию части с. Гурианта в стратотипической местности — с. Эцери.

Этому горизонту отвечают слои 3 и 4 в стратотипическом разрезе эгриса [1] и слои 3, 4 и 5 в стратотипе стратиграфических границ [2].

Верхний эгрис состоит из желтовато- или голубовато-серых песков и песчаных глин, порой ожелезненных, переполненных раковинами дрейссен, местами образующих настоящий ракушечник; довольно часты включения галек. Мощность его не превышает 15 м, обычно же колеблется между 5 и 10 м. Исключительно много здесь *Dreissena rostriformis colchica* Tschel., встреченной почти во всех выходах верхнего эгриса, затем — *Dr. polymorpha* (Pall.) и *Dr. polymorpha weberi* Sen., остальные формы попадают несравненно реже: *Limnocardium* (Euxin.) *misargyridae* Dav., *Limnodacna* sp. nov., *Didacna medeae* Dav., *Monodacna* (*Pseudocatillus*) sp., *Didacnomya vulgaris* (Sinz.), *Charctoconcha postcimmericia* Dav., *Unio* sp., *Viviparus* sp., *Euxinomargaria mandarinica* (Sen.), *Micromelania* sp., *Melanopsis* sp., *Zagrabica* sp., *Neritina* sp., *Pyrgula* sp. Итак, совершенно очевидно, что мы имеем дело с обедненным эгрисским комплексом. Хорошо развиты верхнеэгрисские слои в Гурнии, но встречаются также в Мегрелии и, возможно, в Абхазии (с. Меркула). За ними мы сохраняем название ц и х и с е р д с к и й горизонт, предложенное Г. Ф. Челидзе в одной из неопубликованных работ.



Этому горизонту соответствует слой 5 цихиспердского [1] и слой 6 цинагельского разрезов [2].

Таким образом, эгрисский ярус делится нами на три горизонта: нижний — скурдумский, средний — эцерский и верхний — цихиспердский.

Академия наук Грузинской ССР
Институт палеобиологии

(Поступило 1.6.1978)

პალეობიოლოგია

ი. თაკთაკიშვილი

ეგრისის სართულის (პლიოცენი) სტრატობრაფიული
დანაწილება

რეზიუმე

ეგრისის სართულს, რომელიც დასავლეთი საქართველოს კუიანციური სართულის ნაცვლადაა შემოღებული, ავტორი სამად ანაწილებს: ქვედა — სკურდუმის, შუა — ეწერის და ზედა — ციხისფერდის ჰორიზონტებად და იძლევა თითოეული მათგანის მოკლე ლითოლოგიურ და პალეონტოლოგიურ დახასიათებას.

PALAEOBIOLOGY

I. G. TAKTAKISHVILI

STRATIGRAPHIC DIVISION OF THE EGRISSIAN STAGE
(THE PLIOCENE)

Summary

The Egrissian stage, suggested by the author instead of the Kujalnikian of western Georgia, is divided by him into three horizons: the lower, Skurdumian; the middle, Ecerian, and the upper, Tsikhisperdian. A brief lithological and palaeontological description of each of these horizons is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Г. Тактакишвили. Сообщения АН ГССР, 90, № 3, 1978.
2. И. Г. Тактакишвили. Сообщения АН ГССР, 91, № 1, 1978.
3. С. И. Ильин. Азерб. нефт. хоз., № 11—12, 1931.
4. Л. Ш. Давиташвили. Вестник Музея Грузии, т. VII, 1932.
5. Г. Ф. Челидзе. Вестник Гос. музея Грузии, т. XIII-A, 1947.
6. Л. К. Габуния. Труды Сектора палеобиологии АН ГССР, т. I, 1953.
7. Г. Ф. Челидзе. Сб. трудов ГИН АН ГССР, 1959.
8. Г. Ф. Челидзе. Геология СССР, т. X, Грузинская ССР. М., 1964.
9. Г. П. Михайловский. Зап. Имп. СПб минерал. о-ва, вторая сер., ч. 42, 1905.
10. Т. Г. Китовани. Труды ВНИГНИ, вып. LXI, 1967.
11. Т. Г. Китовани. Тез. докл. XVII науч. сессии Ин-та палеобиологии АН ГССР. Тбилиси, 1971.
12. Т. Г. Китовани, З. А. Имнадзе. Труды Груз. отд. ВНИГНИ, вып. СХУ, 1971.
13. Т. Г. Китовани, З. А. Имнадзе. Труды ВНИГНИ, вып. 152, 1974.
14. Т. Г. Китовани. Труды Груз. отд. ВНИГНИ, вып. 206, 1976.

ბ. ჯორბანაძე

ენობრივი ფორმის შესწავლის საკითხები ქართულში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ძიძიგურმა 13.6.1978)

1. ენობრივი ფორმის პრობლემის გარკვევა ენათმეცნიერების მრავალმა მიმდინარეობამ სცადა, მაგრამ შედეგი, როგორც წესი, ყოველთვის არადამაკმაყოფილებელი იყო. მიზეზი ისაა, რომ ვერ დაიძებნა მორფოლოგიური მონაცემის წმინდა მორფოლოგიური საშუალებებით შეფასების კრიტერიუმი, რაც საფუძვლად დაედებოდა ფორმობრივი კვლევის მეთოდოლოგიას. ენობრივი ფორმის წარმატებული კვლევისათვის საჭიროა დაიძებნოს საკუთრივ ენობრივი ფორმის ნიშან-თვისებანი, მისი შენების, წარმოქმნის წესები, ფორმობრივ ელემენტთა ერთ სტრუქტურად შეერთების კანონები. ამ მხრივ ბევრი და მნიშვნელოვანი რამ არის გაკეთებული ენათმეცნიერებაში, მაგრამ ამ ხასიათის კვლევა-ძიება უპირატესად გონებამახვილურ მიგნებებს ემყარება და სისტემური მეთოდოლოგიის სახით დღემდე არ ჩამოყალიბებულა.

ამჯერად ყურადღებას გვაპამახვილებთ ქართული ზმნის ზოგიერთ ფორმობრივ ნიშან-თვისებაზე, ზოგიერთ თავისებურებაზე იმის საჩვენებლად, რომ ენობრივ ფორმას მართლაც აქვს თავისი კანონები, თავისი წარმოქმნისა და დაშვება-აგრძალვის წესები. იგულისხმება საკუთრივ მორფოლოგიური და არა ფონეტიკა-ფონოლოგიური ასპექტი.

2. ქართულში ზოგჯერ შეინიშნება ფუძისა და ფორმანტის თავისებური ურთიერთმიმართება: სრული განმოვანებით წარმოდგენილი ფუძე შეითავსებს ნულოვანი განმოვანებით წარმოდგენილ ფორმანტს და, პირიქით, ფუძის ნულოვანი განმოვანება ვარაუდობს სრული განმოვანების მქონე ფორმანტის არსებობას:

ჰ-გვ-ს → მ-გვ-ან-ი (ფუძე: გვ-ან-).

მაგრამ: ს-ღევ-ს → ღევ-ნ-ა (ფუძე: ღევ-ნ-).

საინტერესოა აღინიშნოს ერთი ფაქტი: მ-გვ-ან-ი და მ-ცივ-ან-ი — ორივე მიმღეობაა, ორივესგან შეიძლება გაწარმოთ ზმნა:

მ-გვ-ან-ი → ა-მ-გვ-ან-ებ-ს

მ-ცივ-ან-ი → ა-მ-ცივ-ნ-ებ-ს

I შემთხვევაში -ებ ფორმანტი ვერ კუმშავს გვ-ან- ფუძეს; დაირღვეოდა ფუძისა და ფორმანტის შეთავსებულობის ზემოხსენებული სტატუსი.

II შემთხვევაში ფუძე იკუმშება (ცივ-ნ-) და წარმოდგენილია ზემოაღნიშნული სტატუსით.

მასასადამე, მორფოლოგია აქტიურად ერევა ფონეტიკურ ცვლილებათა სფეროში.



ამ მხრივ საყურადღებო მასალას გვაწვდიან დიალექტებიც. იმერულში და მოწმებულთა:

დგ-არ-ან (შდრ. სალიტერატურო: დგ-ან-ან)
წვე-რ-ან (შდრ. წვე-ან-ან)

საყრდენი ფუძისა და ფორმანტის შეთავსებულობის წესი აქაც ზედმიწევნითაა დაცული.

ანალოგიური სტატუსი აღადგინა ე. ბენვენისტმა ინდოევროპული ენებისათვის, ხოლო ქართულში იგივე წესი ფუძედრეკად ზმნათა სისტემაში (დრ-ეკ-: დერ-კ-) ივარაუდეს თ. გამყრელიძემ და გ. მაჭავარიანმა.

3. გვაქვს შემთხვევები, როცა ამა თუ იმ ფორმაში რომელიმე ფორმანტის არსებობა შეპირობებულია იმით, თუ რა დანიშნულებისად გაიგება მთლიანად ფორმის შემადგენელი სხვა ელემენტები. ამ თვალსაზრისით ღირსაცნობია ფორმები:

ე-ლოდ-ე-ს
ე-ლოდ-ო-ს

ორივე ფორმა კავშირებითია, მაგრამ აშკარაა, რომ სხვადასხვა სისტემის კავშირებითი: -ე სუფიქსიანი ფორმა I (აწმყოს) კავშირებითია, -ო სუფიქსიანი — II (ნამყო ძირითადის) კავშირებითი. სწორედ ეს განაპირობებს ე-ლოდ-მონაცემის ნაირგვარ დანაწევრებას: I შემთხვევაში იგი წარმოგვიდგება როგორც ე-ლ-ოდ-, II შემთხვევაში — როგორც ე-ლოდ-; I შემთხვევაში -ოდ უწყვეტლისეული ფორმანტია, II შემთხვევაში — მონოლითური -ლოდ- ფუძის გამოუნაწევრებელი ელემენტი.

მიზეზი ამისა თვით ამ ენობრივი მონაცემის თავისებურებაა: უწყვეტლის ფუძეს სიტყვათწარმოებითი ღირებულება მოუპოვებია და ენებითის ფორმას დასდებია საფუძვლად:

I სისტემა:

ა წ მ ყ ო: ე-ლ-ი-ს
უწყვეტელი: ე-ლ-ოდ-ა →
I კავშირ.: ე-ლ-ოდ-ე-ს

II სისტემა:

ა წ მ ყ ო: ე-ლოდ-ებ-ა
უწყვეტელი: ე-ლოდ-ებ-ოდ-ა
I კავშირ.: ე-ლოდ-ებ-ოდ-ე-ს
ნამყო ძირ.: (და)-ე-ლოდ-ა
II კავშირ.: (და)-ე-ლოდ-ო-ს

სხვაობა ხსენებულ ფორმათა მრავლობითშიც იჩენს თავს:

ე-ლ-ოდ-ე-ს — ე-ლ-ოდ-ნენ
ე-ლოდ-ო-ს — ე-ლოდ-ონ

4. ღირსაცნობ სურათს იძლევა ფორმანტის მიერ ამა თუ იმ ფუძის ამორჩევის შემთხვევებიც.

ფუძის ამორჩევა ჩვეულებრივ ხდება სემანტიკური პრინციპის მიხედვით: ერთ-ი → ა-ერთ-ებ-ს, მაგრამ: ერთ-იან-ი → ა-ერთიან-ებ-ს. -ებ ფორმანტს შეუძლია ამორჩეოს როგორც ერთ-, ისე ერთ-იან- ფუძე. რაიმე ფორმობრივი დაბრკოლება ამ შემთხვევაში არა გვაქვს. ამორჩევის ნაირგვარობა განპირობებულია სემანტიკით, ლექსიკური მნიშვნელობით.

მაგრამ იმავდროულად დამოწმებულია შემთხვევები, როცა ამგვარ ამორჩევას წმინდა ფორმობრივი საფუძველი აქვს.

ცნობილია, რომ III ტიპის (უნიშნო) ვნებითი თვით არის ამოსავალი მე-საბამისი მოქმედებითი გვარის ფორმებისათვის:

ძვრ-ებ-ა → ა-ძრ-ობ-ს

ძვრ-ებ-ა → ა-ძვრ-ენ-ს

ცთ-ებ-ა → ა-ცთ-ენ-ს და ა. შ.

ამჟამად: ვნებითის ფორმოებრივ სისტემაში მარტივ ფუძეს -ებ თემის ნიშანი თავისუფლად მიერთვის, მოქმედებითის სისტემაში მას ცვლის -ობ ან -ენ ფორმანტები. მაგრამ საკმარისია ამ უკანასკნელ სისტემაში -ობ და -ენ ფორმანტების ადგილი -ებ ფორმანტმა დაიკავოს, რომ იგი უკვე ვერავითარ შემთხვევაში ველარ შეითავსებს მარტივ ფუძეს: ფუძე აუცილებლად უნდა გართულდეს დამატებითი ფორმანტებით:

ძვრ-ებ-ა → ა-ძვრ-ენ-ს, მაგრამ: ა-ძრ-ომ-ებ-ს

ცთ-ებ-ა → ა-ცთ-ენ-ს, მაგრამ: ა-ცთ-ომ-ებ-ს

ამავე რიგისა:

ხვდ-ებ-ა, მაგრამ: ა-ხვედ-რ-ებ-ს || ა-ხვდ-ომ-ებ-ს

ასევე: წუხ-ს ტიპის ფორმები უშუალოდ იწარმოებენ მოქმედებითს (გართულებული ფუძის გარეშე), მაგრამ ჰ-გავ-ს ტიპის ფორმებს აუცილებლად სჭირდებათ შუალედური საფეხური (მიმდებარე ფუძის სახით): წუხ-ს → ა-წუხ-ებ-ს, მაგრამ: ჰ-გავ-ს → მხგავს-ი → ა-მხგავს-ებ-ს.

5. ქართულში ფუძეები სხვადასხვა გახმოვანებით შეიძლება იყოს წარმოდგენილი. ამგვარად ყურადღებას ვამახვილებთ ა- და ე- გახმოვანებულ ფუძეთა ერთ თავისებურებაზე, კერძოდ, ვგულისხმობთ ამ გახმოვანების მიმართებას აწმყოსეულ -ავ და -ევ ფორმანტებთან.

ღირსაცნობია შემდეგი ფაქტები:

ა) როგორც წესი, ყველა ის ზმნური ფუძე, რომელიც აწმყოში -ავ თემის ნიშნითაა შეკუმშული, სრულხმოვნობის აღდგენისას უთუოდ ა-გახმოვანებით იქნება წარმოდგენილი: მო-ვ-კალ → ვ-კალ-ავ, შე-ვ-კარ → ვ-კარ-ავ... ე. ი. -ავ ფორმანტი ვარაუდობს ა-გახმოვანებულ ზმნურ ფუძეს.

ბ) -ევ ფორმანტიანი ზმნური ფუძეები უმეტესობისათვის ხერხდება ამოსავლად ე-გახმოვანებული ფუძის დამოწმება: და-ვ-ი-ბენ → ა-ბნ-ევ-ს, წა-ვ-ი-ქეც → ა-ქც-ევ-ს, რებ-ს → ა-რბ-ევ-ს...

გვაქვს გამონაკლისები (ჭამ-ს → ა-ჭმ-ევ-ს; ქან- → ა-ქნ-ევ-ს), მაგრამ, მიუხედავად ამისა, გარკვეულ ფარგლებში -ავ და -ევ ფორმანტთა განაწილება ამოსავალი ფუძის გახმოვანების მიხედვით რეალურ მოვლენად მოჩანს.

ამ ასპექტში გასათვალისწინებელია ის ფუძეები, რომლებთანაც დამოწმებულია როგორც -ავ, ისე -ევ ფორმანტები:

უ-ძლ-ავ-ს — ს-ძლ-ევ-ს

ს-თრ-ავ-ს — ა-თრ-ევ-ს

ს-ძრ-ავ-ს — გა-ა-ნ-ძრ-ევ-ს და ა. შ.

ხერხდება ყველა ამ საყრდენი ფუძის გახმოვანების აღდგენა და უთუოდ მნიშვნელოვანია ის ფაქტი, რომ გახმოვანება ამ შემთხვევაში არის როგორც ა-, ასევე ე- ხმოვნებით წარმოდგენილი:

ძალ-ა — შე-ვ-ძელ
 და-თარ-ა — გა-ე-თერ
 და-ს-ძარ — შე-ი-ნ-ძერ

6. ფონეტიკური ცვლილებები, როგორც წესი, ანგარიშს უწევენ მორფოლოგიურ სტატუსს: ფონეტიკური ცვლილება ხდება მხოლოდ მორფოლოგიის „საწყებით“. ერთი ნიმუში ამის ნათელსაყოფად:

ს-ტკივ-ა
 ჩივ-ი-ს
 ჰ-ში-ა (← ჰ-შივ-ა)

რატომ არის, რომ, მიუხედავად სავსებით ერთგვაროვანი ფონეტიკური გარემოცვისა, ჰ-შივ-ა ფორმა კარგავს ვ თანხმოვანს, რაც სავსებით გამორიცხულია დანარჩენ ორ შემთხვევაში?

მიზეზი ამისა მორფოლოგიურ სტატუსში უნდა ვეძიოთ: -ივ ელემენტი სამივე შემთხვევაში ნაირგვარი მორფოლოგიური ღირებულებისაა.

ჰ-შივ-ა ფორმაში იგი -ევ სუფიქსის რეფლექსია (ა-მშევ-ს → და-ა-მშივ-ა → და-ა-მში-ა → ჰ-მში-ი-ს → ჰ-ში-ი-ს → ჰ-ში-ა): ამ შემთხვევაში ვ იკარგვის ინტერვოკალურ პოზიციაში, მაგრამ აღდგება თანხმოვნის უშუალო მეზობლობაში (ჰ-შივ-დ-ებ-ა).

ს-ტკივ-ა (ს-ტკივ-ი-ს) ფორმაში -ივ პირველადი ფორმანტია (მდრ.: ს-ტკი-ენ-ს), ე. ი. არ არის მიღებული -ევ-ისგან.

ჩივ-ი-ს ფორმაში -ივ მონოლითური (დაუშლელი) ფუძის ნაწილია.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 16.6.1978)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Б. А. ДЖОРБЕНАДЗЕ

ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ ФОРМАЛЬНЫХ СТРУКТУР В ГРУЗИНСКОМ ЯЗЫКЕ

Резюме

На основании анализа форм грузинского глагола доказывается следующее: а) формальные структуры имеют свои имманентные (независимые от семантики) правила образования и строения; б) фонетические изменения, как правило, зависят от морфологического статуса языковой формы.

LINGUISTICS

B. A. JORBENADZE

PROBLEMS OF THE STUDY OF FORMAL STRUCTURES IN GEORGIAN

Summary

The formal principle is introduced towards the study of morphological formation systems. An attempt is made to give some examples of analysis of formal structures of the Georgian verb.

ა. ზვალაძე

საღაღინო სვანეთის შეერთება რუსეთთან

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. სურგულაძემ 8.4.1978)

ქვემო სვანეთი (დღევანდელი ლენტეხის რაიონი), რომელიც ზემო სვანეთისაგან (დღევანდელი მესტიის რაიონი) გამოიყოფა საქმაოდ მალალი წყალგამყოფი სვანეთის ქედით, ისტორიულ ლიტერატურაში ცნობილია ლენტეხის, ცხენისწყლის, ცხენისწყლის სათავის, ქვემო სვანეთის, უმეტესად კი საღაღინო სვანეთის სახელწოდებით.

ზემო სვანეთისაგან განსხვავებით ქვემო სვანეთის შეერთება რუსეთთან მოხდა სამეგრელოს სამთავროსთან ერთად, რაც გაპირობებული იყო გარკვეული ისტორიული წარსულით.

როგორც ცნობილია, საქართველოს ერთიანი სახელმწიფოს დაშლის (XIII—XV სს.) შედეგად წარმოიშვნენ ცალკეული სამეფოები და სამთავროები, რომელთაც თავისთავადობა დაიჩემეს. ასეთმა ვითარებამ სვანეთიც სეპარატიზმის გზაზე დააყენა, თორემ აკად. ნ. ბერძენიშვილის სამართლიანი შენიშვნით, სვანეთს „სასეპარაციო, სათავისთავადო არა ჰქონდა რა, სვანეთისათვის ეს იყო ღრმა რეაქცია, ჩიხი“ [1].

სვანეთის სეპარატიზმი მის ცხოვრებისეულ ინტერესებს ეწინააღმდეგებოდა, რის გამოც იგი ბარის რაიონებთან არ წყვეტდა კავშირს. XV ს-დან დაწყებული XVII ს-ის პირველ ნახევრამდე სვანეთი იმერეთის მეფის ლაშქარში მონაწილეობდა და ხარკსაც იხდიდა. ამ დროს, უმეტესად, ქვემო სვანეთი წარმოადგენდა ერთიანი სვანეთის ორგანულ ნაწილს და იმერეთის მეფის გავლენის ქვეშ იმყოფებოდა. ერთ-ერთ საარქივო საბუთში ვკითხულობთ: „საქართველოს სამეფოს დაყოფის შედეგად სვანეთის, აფხაზეთის, გურიის, სამეგრელოს და ჭიქეთის სამთავროები განეკუთვნენ იმერეთის მეფეს“ [2]. ამავდროულად აღსასტურებლს იმერეთის სამეფოს მაშინდელი საზღვრები: „წედისის მთის აქათი, დივორის მთის აქათი, ლენტეხი (ხაზგასმა ჩემია — ა. ჯ.) და...“ [3].

მალე სამეგრელოს სამთავრო დაადგა იმერეთის მეფისაგან განდგომის გზას, რაც აშკარა გახდა ვამეყ II დადიანის დროს (1474—1482 წწ.). იმერეთის მეფენი (ცილობდნენ სვანეთი მუდმივად ხელქვეითად ყოლოდათ, მაგრამ ლაშქრობებში მონაწილეობითა და ხარკის გადახდით შევიწროებული სვანეთი განცალკევებისაკენ იხრებოდა. XVII ს-ის დამდეგიდან იმერეთის მეფეთა გავლენა სვანეთზე შესუსტდა. ამას დაემთხვა მეორე გარემოებაც. სამეგრელოს ძლიერმა მთავარმა ლევან II დადიანმა (1611—1657 წწ.) მოხერხებული პოლიტიკით სძლია ყველა მოწინააღმდეგეს და მათ შორის იმერეთის მეფე გიორგი IV-საც. იგი იმდენად გაძლიერდა, რომ მთელი დასავლეთი საქართველოს პატრონობას იჩემებდა. საეარაუდოა, რომ ქვემო სვანეთი მაშინ გახდა სამეგრელოს ვასალი. ა. ლამბერტი, ლევან II თანამედროვე, გადმოცემს, რომ ოდიშის პირდაპირ მცხოვრები სვანები (ქვემო სვანები — ა. ჯ.) ომში დადიანს ეხმარებოდნენ [4]. არის სხვა ფაქტებიც. ლევანის გარდაცვალების შემდეგ ტახტი ხელთ იგდო ვამეყ III (1658—1661 წწ.), რომელმაც იმერეთის მეფის ვახტანგ V (1658—1678 წწ.) დამარცხების შედეგად თავი ქვემო სვანეთს შეაფარა. ცხადია, ქვემო სვანეთი რომ იმერეთის მომხრე ყოფილიყო, ვამეყ III იქ ვერ გაბედვდა მისვლას. შემთხვევითი არ უნდა იყოს ვამეყ III მიერ ბიჭვინთისადმი შეწირვის წიგნში თავისი თავის გამოყვანა სვანეთის პატრონად [5]. ისიც უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ვამეყ III სამთავრო ტახტზე ძალზე მცირე ხანს იჯდა, ის დროც დინასტიურ ბრძოლაში გაატარა და თუ არა ლევან II დადიანის დროინდელი გავლენა, ის ვერ დაიმსახურებდა სვანების კეთილგანწყობას.



ცნობილია, რომ ქვემო სვანეთი და ლეჩხუმი უშუალო მეზობლობის გამო ხშირად ექცეოდნენ საგარეო პოლიტიკის ერთ ორბიტაში. ამიტომ ჩვენთვის საინტერესო საკითხის სრულყოფისათვის საჭიროა გაირკვეს, თუ როლის და-ეპატრონენ ლეჩხუმს დადიანები. საარქივო წყაროები ამაზე ასეთ პასუხს იძლევიან: «Лечугум сделался уделом Дадянов с того времени как князь Чиковани владетель Лечькума... овладел Одишею и отложась от повиновения к царю Имеретинскому, которого он был сардалом, сделался независимым соединяя Одиши и Лечькум под единую власть с того времени сии две области были нераздельно в повиновении одного Дадяни» [6]. ეს ეხება იმერეთის მეფე ბაგრატ IV და ლეჩხუმის მეპატონე კაცია ჩიქვანს. თუ ეს ასეა, ლეჩხუმის დაპატრონება დადიანების მიერ მომხდარა XVII ს-ის 70-იან წლებში. სხვა დოკუმენტში ნათქვამია: „ქვემო სვანეთი სამეგრელოს მფლობელობაში ლეჩხუმთან ერთად შევიდა და მას შემდეგ მუდმივად სამეგრელოს განეკუთვნებოდა“.

პროფ. ს. კაკაბაძის მოსაზრების თანახმად „ცხენისწყლის სათავის სვანეთი ოდიშის მეპატრონეთა ხელში ლეჩხუმის ვადასვლის შემდეგ დაემორჩილა დადიანებს და ამის შემდეგ დაერქვა სადადიანო სვანეთი“ [7]. იგივეს აღნიშნავენ ა. ბერუე [8], ვ. მავესკი [9], ა. ლავრენტიევი [10] და სხვ.

ფრანგი შარდენი, რომელიც საქართველოს ესტუმრა XVII ს. 70-იან წლებში, წერდა: „მისი ციხე (დადიანისა — ა. ქ.) კარგად იყო დაცული სვანების მიერ“ [11]. რა თქმა უნდა, დადიანის ციხის დაცვა გარეშე მტრებისაგან დადიანებზე სვანების გარკვეულ დამოკიდებულებაზე მიგვანიშნებს. საყურადღებოა ს. ესაძის ცნობაც, რომ XVII საუკუნის დასასრულს ცხენისწყლის სვანეთი რჩებოდა (ხაზგასმა ჩემია — ა. ქ.) სამეგრელოს მფლობელობაში [12]. ყოველივე ზემოთქმულის გათვალისწინებით შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ დადიანების ხელში ქვემო სვანეთის მოქცევის საფუძველი ჩაეყარა ლევან II დადიანის დროს, ე. ი. XVII ს-ის შუახანებში, და დასრულდა ამავე საუკუნის 70-იან წლებში.

სამეგრელოსადმი სადადიანო სვანეთისა და ლეჩხუმის დაქვემდებარებას არასდროს შერიგებია იმერეთის სამეფო. რუსეთ-თურქეთის 1768—1774 წლების ომის დროს, მათ შორის ლეჩხუმსა და სადადიანო სვანეთის გამო აშკარა წინააღმდეგობა იყო [6].

1794 წელს ნოემბერში იმერეთის მეფე სოლომონ II წერილი მისწერა გენ. გუდოვიჩს, სადაც აშკარად ჩანს გრ. დადიანსა და მას შორის არსებული წინააღმდეგობანი [13]. ამ წერილს გაეცნო ეკატერინე II, მაგრამ სოლომონისათვის არავითარი უპირატესობა არ მიუციათ, რადგან ეკატერინეს გრ. დადიანის მამისათვის ადრევე ჰქონდა მიცემული საჩუქრად ალექსანდრე ნეველის ორდენი და შესაბამის მინაწერში ლეჩხუმი და მისი მხარე სამეგრელოს სამფლობელოდ იყო ჩათვლილი [14].

XVIII ს. დასასრულს სოლომონ მეფე დასავლეთ საქართველოს ხელმწიფობაზე პრეტენზიას აცხადებდა. იგი გრ. დადიანს სამთავროს მიმტაცებლად თვლიდა, მისგან მოითხოვდა სრულ მორჩილებას [15]. გრ. დადიანს კი, პირიქით, თავისი თავი მიაჩნდა ოდიშის, აჭარის, ლეჩხუმის, სვანეთის, აფხაზეთის და სხვათა მიწების მპყრობელად [16] და „ბატონად ვიდრე შავ ზღვამდე“ [17].

1801 წელს აღმოსავლეთ საქართველო რუსეთს შეუერთდა. ამ აქტით დასავლეთ საქართველოს პოლიტიკურ ცხოვრებაში ახალი ხანა დაიწყო. იმერეთის მეფის გეგმები შეიცვალა. მან გადაწყვიტა დას. საქართველოს მთლიანობისა და აღმ. საქართველოში ბაგრატიონთა დინასტიის დაბრუნება, რაც მისი მესვეურობით უნდა განხორციელებულიყო. ამ საქმის მოსაგვარებლად იგი საგარეო მტრულ ძალებთან ეკვიპირსაც არ ერიდებოდა, მაგრამ მეფის ჩანაფიქრს განხორციელება არ ეწერა.

გრ. დადიანი რუსეთის ერთგულების მიღებაზე ოცნებობდა და სოლომონის მეტოქედ გამოდიოდა. ამას კარგად გრძნობდა მეფის რუსეთი და გრ. დადიანს მხარს უჭერდა. ამას თავის მხრივ ამჩნევდა სოლომონიც. ამ უკანასკნელმა გადაწყვიტა ლეჩხუმ-სვანეთის წართმევით შეეცნობოდა ურჩი მთავარი

და ამით ჩაეშალა სამეგრელოს რუსეთთან შეერთების საქმე. 1802 წლის ივლისში იგი თავს დაესხა ლეჩხუმს, დაამარცხა გრ. დადიანის ძალები და წაართვა ლეჩხუმ-სვანეთი. შევიწროებული გრ. დადიანი იძულებული გახდა თავსათარი ეძებნა ფოთსა და აჭარაში [13].

ამ ბრძოლაში სოლომონ მეფეს ემხრობოდნენ გურულები, აფხაზები, სვანები და ლეკები [13]. საარქივო საბუთში კი ასეთ სინტერესო ცნობას წაუწყდით: „ოდეს მოადგა ჯარი... სოლომონისაგან გრ. დადიანსა და შეავიწროვა, იმჟამად ეთხოვნა შეწევნა... სვანეთის მთავარ თენგიზისათვის... და შემწეობისა მიცემის ჟამს ...“ [18] როგორც ჩანს გრ. დადიანს სამთავრო სვანეთი ეხმარებოდა. გამოდის, რომ იმერეთის მეფეს ამ შემთხვევაში ეხმარებოდნენ ქვემო, შესაძლებელია, თავისუფალი სვანებიც, ხოლო გრ. დადიანს — სამთავრო სვანები, რაც თავის მხრივ სვანეთის პოლიტიკურ გათიშულობაზე მეტყველებს.

სოლომონ მეფის მხარეზე სადადიანო სვანების გამოცვლას ამტკიცებს ისიც, რომ დამარცხების შემდეგ გრ. დადიანმა თავი შეაფარა არა ქვემო სვანეთს, არამედ ფოთსა და აჭარას. თუმცა ასეთი მდგომარეობა მცირე ხნით გავრძელდა, ქვემო სვანეთი ისევ სამეგრელოს მიემხრო.

ტახტიდან ჩამოგდებული გრ. დადიანი მეფის რუსეთს მოწიწებით თხოვდა მფარველობას. 1802 წლის 5 ოქტომბერს, გრ. დადიანი თავის მოყვარე დავით ბატონიშვილს ევრებოდა ეშუამდგომლა ციციანოვთან, რათა მიეღოთ მფარველობაში [19]. ამავე წლის 20 დეკემბერს რუს დიპლომატ სოკოლოვისადმი გაგზავნილ წერილში მოითხოვდა ან მიეღოთ მფარველობაში, ან მიეცათ მისთვის უფლება მოქცეულიყო თურქეთის პროტექციის ქვეშ [19].

ცხადია, გრ. დადიანი ჩქარობდა რუსეთის მფარველობის მიღებას. არც სოლომონ მეფე გაურბოდა რუსეთის მფარველობას, მაგრამ რუსეთს შავი ზღვის კავკასიურ სანაპიროზე ფეხის მოკიდებისათვის იმჯერად სამეგრელოს მთავრისადმი მხარდაჭერა უფრო აწყობდა, ხოლო ამისათვის ფოთის დასაცავდა პირველი რიგის ამოკანა იყო, რადგან აქედან შეიძლებოდა ახალი კომუნისაციის გახსნა და დასავლეთ საქართველოზე შემდგომი შეტევის განვითარება [19]. ამ საქმეში რუსეთის წარმატებას ხელს უწყობდა სპარსეთისა და ოსმალეთის სისუსტე და, რაც მთავარი იყო, საფრანგეთსა და ინგლისს შორის არსებული წინააღმდეგობანი.

იმპერატორმა ალექსანდრე I და მისმა ერთგულმა მოხელემ ციციანოვმა იცოდნენ, ასეთ პირობებში თურქეთის სულთანი მათ უარს ვერ ეტყოდა სამეგრელოს შეერთებაზე. 1803 წლის თებერვალში ციციანოვმა რუსეთის ელჩს კონსტანტინოპოლში იტალიანსკის დაავალა გამოერკვია, ჩათვლიდა თუ არა თურქეთის მთავრობა სამეგრელოს რუსეთთან შეერთების 1774 წლის ყიუჩუყყინარჯის ზავის დარღვევად. როგორც მოსალოდნელი იყო, ოსმალეთის მთავრობამ თანხმობა გამოაცხადა რუსეთის მფარველობაში სამეგრელოს მიღებაზე. რუსეთს ხელ-ფეხი გაეხსნა მთელი დასავლეთი საქართველოს დამორჩილებისათვის. პროფ. მ. დუ მ ბ ა ძ ი ს სამართლიანი შენიშვნით „ეს იყო უსისხლოდ მოპოვებული დიდი წარმატება, რომელიც წილად ხვდა რუსეთს“ [15]. კონსტანტინეპოლიდან სასურველი პასუხის მიღების შემდეგ ციციანოვმა არ დააყოვნა სამეგრელოს შეერთების საქმე. იგი აწარმოებდა მოლაპარაკებას გრ. დადიანთან „სათხოვარი პუნქტების“ შედგენის თაობაზე. სოლომონ მეფე ყველა ღონეს და ხერხს ხმარობდა ამ მოლაპარაკების ჩასაშლელად, მაგრამ ვერას გახდა. სამეგრელოს რწმუნებულმა სვანეთის გზით აღწევდნენ ციციანოვთან და მოლაპარაკებაც წარმატებით დამთავრდა.

„თხოვნის პუნქტებს“, რომლებიც 1803 წლის 21 აგვისტოს იყო შედგენილი ციციანოვის მიერ, გრ. დადიანმა ხელი მოაწერა 1803 წლის 2 დეკემბერს, ხოლო 4 დეკემბერს გრ. დადიანმა სოფ. ჭალადიდში სამეგრელოს თავადებთან ერთად საზეიმოდ დაიფიცა რუსეთის იმპერიის ერთგულებაზე.

სამეგრელოს მთავარი ამ პუნქტების მიხედვით ჩაითვალა ლეჩხუმ-ქვემო სვანეთის კანონიერ მემკვიდრედ.

ამრიგად, სადადიანო სვანეთის შეერთება რუსეთთან მოხდა ისე, რომ რუსეთს საგანგებო ზომების მიღება არ დასჭირვებია. ამის შემდეგ სოლომონ



მეფე არაერთხელ შეეცადა ლეჩხუმ-სვანეთის დაბრუნებას, მაგრამ რუსეთის წყალობით, ყველა მისი ცდა საბოლოოდ მარცხით დამთავრდა. სადაღიანო სვანეთი დარჩა სამეგრელოს მთავრის მფლობელობაში.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 6.5.1978)

ИСТОРИЯ

А. А. ЧКАДУА

ПРИСОЕДИНЕНИЕ ДАДИАНОВСКОЙ СВАНЕТИИ К РОССИИ

Резюме

После раздела Грузинского государства Цхенисцкальская или Дадриановская Сванетия (ныне Lentekhi район) входила в состав единой Сванетии и принадлежала Имеретинскому царству.

В середине XVII в., когда Мингрелией управлял Леван Дадияни (1611 — 1657 гг.), Дадриановская Сванетия перешла в его владение и оказалась в орбите мингрельской внешней политики.

Это обусловило их совместное вступление в состав Российской империи.

HISTORY

A. A. CHKADUA

INCORPORATION OF DADIANI SVANETI INTO RUSSIA

Summary

After the disintegration of the Georgian state Tskhenistsqali or Dadiani Svaneti (present-day Lentekhi district) was part of united Svaneti and constituted a possession of the Imeretian kingdom.

In mid-17th century, when Megrelia was ruled by Levan Dadiani (1611 — 1657), Dadiani Svaneti came under Levan's sovereignty and hence became involved in Megrelia's foreign policy. This accounted for their joint incorporation into the Russian empire.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ბერძენიშვილი. საქართველოს ისტორიის საკითხები, ტ. VIII. თბილისი, 1975.
2. ЦГАОРМ, ф. 792, д. 4, л. 6.
3. ივ. ჯავახიშვილი. ქართველი ერის ისტორია, ტ. IV. თბილისი, 1967.
4. ა. ლამბერტი. სამეგრელოს აღწერა. თბილისი, 1938.
5. სცსსა, ფ. 1148, საქმე 2—155, ფურც. 1.
6. ЦГИАЛ, ф. 1152, т. 2, д. 96, л. 25.
7. ს. კაკაბაძე. საქართველოს მოკლე ისტორია. თბილისი, 1920.
8. А. Берজে. Краткий обзор горских племен Кавказа. Тифлиси, 1858.
9. В. Маевский. Кутаисская губерния. Тифлиси, 1896.
10. А. Лаврентьев. Статистическое описание Кутаисского генерал-губернаторства. СПб, 1858.
11. ე. შარდენი. მოგზაურობა საქართველოში. თბილისი, 1935.
12. С. Эсадзе. Историческая записка управления Кавказом, т. I. Тифлиси, 1907.
13. АКАК, т. 1.
14. АКАК, т. 2.
15. მ. დუმბაძე. დასავლეთ საქართველო XIX ს. პირველ ნახევარში. თბილისი, 1957.
16. სცსსა, ფ. 2, აღწ. I, საქ. 1276, ფურც. 6.
17. ქუთაისის ისტორიული მუზეუმი, საბუთი № 1069.
18. სცსსა, ფ. 2, აღწ. I, საქ. 4465, ფურც. 246.
19. აკ. სურგულაძე. ნიკოლოზ ბარათაშვილის ეპოქა. თბილისი, 1968.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. В журнале «Сообщения АН ГССР» публикуются статьи академиков, членов-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 членов-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 членов-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 (статья 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 представляющий 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. Подписанные 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 печатать 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.

ა ბ ტ ო რ ტ ა ს ა ყ უ რ ა დ ლ ე ბ ო ლ

1. ქურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევათა ჭერ გამოქვეყნებულ 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“ რედაქციის, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოსი ან წევრ-კორესპონდენტი „მოამბეში“ დასაბუქდალ წელიწადში შეუძლია წარმოადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არა უმეტეს 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 გადასცემს აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიკოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთი, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქდალ სახეებით 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 მოცულობა ილუსტრაციებითურთ, რეზიუმეებითა და დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხითურთ, რომელიც მას ბოლოში ერთვის, არ უნდა აღემატებოდეს ქურნალის 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 ღებულობს 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 წერილი, 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 ჰქონდეს დამოუბილი საკუთარი გამოკვლევის შედეგებს. თუ წერილში გზადგზა, ქვეთავეების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მაშინ საჭირო არაა მათი განმეორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი, ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმოდგენმა 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 ცალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალაგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემეცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და

ხაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს დასრულებული ცხრილი, რომელიც ეურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ვგზემპლარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველაგან უნდა გაესვას 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 ნიშნაკები (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 საეურნალო 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 ნომერაციაც 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. „მომამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ეურნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წაააკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არა უმეტეს 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 ო რ ბ ე ბ ი: ერთი წლით 12 მან.