

524
1981

ISSN—0132—1447



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგზა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 104 ტომ

№ 2

ნოემბერი 1981 НОЯБРЬ

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

96-12

527
1981
საქართველოს
მეცნიერებათა
აკადემია

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გზნებები

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

27142

ტომი 104 ტომ

№ 2

ნოემბერი 1981 НОЯБРЬ

თბილისი * TBILISI * TBILISI

კ. შარვაშიძის სახ. სსრ
სახელმწიფო რესპუბლიკა
ბიბლიოთეკა

ს ა რ ე დ ა კ ტ ი ო მ კ ო ლ ე გ ი ა

ე. ანდრონიკაშვილი, ა. ბოჭორიშვილი, თ. გამკრელიძე, ი. გვერდწითელი,
ა. გვიგნიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ს. დურმიშიძე, ა. თავხელიძე,
ნ. კეცხოველი, ვ. კუბრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე),
ვ. მახალდიანი, გ. შელიქიშვილი, ვ. ოკუჯავა, ა. ფრანგიშვილი,
ა. ცაგარელი, გ. ცოცოშვილი, შ. ძიძიგური, ე. ხარაძე
(მთ. რედაქტორი), ნ. ჭავჭავაძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Э. Л. Андроникашвили, А. Т. Бочоришвили, Т. В. Гамкрелидзе, И. Г. Гвердцители, И. М. Гигинейшвили (зам. главного редактора), Н. А. Джавахишвили, Ш. В. Дзидзигури, С. В. Дурмишидзе, Н. И. Кецохели, В. Д. Купрадзе, Н. А. Ландиа (зам. главного редактора), В. В. Махалдиани, Г. А. Меликишвили, В. М. Окуджава, А. С. Прагишвили, А. Н. Тавхелидзе, Е. К. Харадзе (главный редактор), А. Л. Цагарели, Г. В. Цицишвили

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

გადაეცა ისაწყობად 26.11.1981; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 12.2.1982; შვეიც.
№ 3657; ანაწყობის ზომა 7×12; ქალაქის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 16;
სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 22,5; უფ 07633;
ტირაჟი 1530; ფასი 1 მან.

Сдано в набор 26.11.1981; Подписано к печати 12.2.1982; зак. № 3657;
размер набора 7×12; размер бумаги 70×108; физический лист № 16; уч.-
издательский лист 18,5; печатный лист 22,5; УЭ 07633; тираж 1530
цена 1 руб.

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

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

შ ი ნ ა ა რ ს ი

გათემატიკა

| | |
|--|-----|
| *ბ. ფაჩუაშვილი. პოპტის ბმული ალგებრების აბელის დანიშნულ წყვილთა კომპოლოგიების შესახებ | 276 |
| *ღ. გორდენიანი, ე. ევსეევი. პიერბოლური განტოლებების რიცხვითი ამოხსნის ადითური გასაშუალებული სქემების შესახებ | 280 |
| *ს. სანელიძე. სტინროდის ექსტრაორდინარული პომოლოგიის თეორიის შესახებ | 283 |
| *მ. ფარბერი. სფერული კვანძების სტაბილური კლასიფიკაცია | 287 |
| *ა. ხარაზიშვილი. ბერის თვისების ერთი გამოყენების შესახებ | 291 |
| *მ. ნადარეიშვილი. განაწილების სიმკვრივისა და რეგრესიის ფუნქციის არაპარამეტრული შეფასება ერთი მოდელისათვის | 296 |
| *ზ. ბაიაშვილი. სინტაქსური შეცდომების ნეიტრალიზაციის ზერხი $LR(k)$ ანალიზატორებში | 298 |
| *ო. ჭანკვეტაძე. იმპლიკაციათა შერების წესი და მისი გამოყენება | 303 |
| ა. დავითაძე. ფუნქტორი \lim და კომპოლოგიები კონებში | 308 |

მიმანიკა

| | |
|--|-----|
| *გ. თევზაძე. კიდული საბაგირო გზების მზიდ ბაგირთა სტატიკური გათვლა ნებისმიერი ვერტიკალური დატვირთვის დროს | 312 |
|--|-----|

ღრეკადობის თეორია

| | |
|---|-----|
| *დ. ნატროშვილი, მ. სვანიძე. ღრეკადობის თეორიის დინამიკის ზოგიერთი ამოცანის ეფექტური ამოხსნა ანიზოტროპული სხეულებისათვის | 316 |
|---|-----|

კიბერნეტიკა

| | |
|--|-----|
| *ბ. ცერცვაძე. $PA(n, s)$ ცხრილებისაგან მიღებული კოდები | 320 |
|--|-----|

ფიზიკა

| | |
|--|-----|
| *გ. დარსაველიძე, გ. ცაგარეიშვილი, თ. ცაგარეიშვილი, ჯ. ნიკურაძე, ფ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი). წვრილმარცვლოვანი ბორის შინაგანი ხახუნის ტემპერატურული დამოკიდებულება | 323 |
| *ა. კვირიკაძე. კინეტიკური განტოლებები გარეშე ცვლად ველში მოთავსებული სისტემისათვის | 328 |

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

- *მ. ჯიბლაძე, რ. ერიქაშვილი, ე. ტეპლიცკი, ზ. მელიქიშვილი, ნ. ჭიანჭრაშვილი. რეგენერატიული ბოქოვანი ოპტიკური კვანტური გამაძლიერებელი 331
- *ე. ბერეჟიანი, ვ. ტომარაძე. მაგნიტური ველის გასწვრივ გავრცელებადი არაწრფივი იონურ-ციკლოტრონული ტალღების დინამიკა 335

ბიოფიზიკა

- *ნ. ლეკიშვილი. გრავიმეტრიის ერთი არაწრფივი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნის შესახებ 340

ორბანული ქიმიკა

- *ნ. ქოიავა, ო. მუუბანიანი, ლ. ხანანაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ოლიგოსპიროციკლოსილოქსანები ორგანოციკლოპენტასილოქსანური ფრაგმენტებით ჭაპვში 344
- *რ. გიგაური, ა. რობაქიძე, თ. გოგიაშვილი. დიაკლიციანარსინების ზოგიერთი თვისებების შესახებ 348

ფიზიკური ქიმიკა

- *გ. ციციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), შ. სიღამონიძე, მ. სიღაგაძე, ი. მირსკი. C_1-C_4 ნაჯერი ნახშირწყალბადების და CO_2 ადსორბციის დიფერენციალური სითბობების კვლევა სილიციუმის ზემაღალი შემცველობის ცეოლიტზე 351
- *ვ. ერისთავი, ვ. ჩიჩუა, ჯ. ბახია. სპილენძის სორბციის კინეტიკის შესწავლა AB-16, AB-17 და მ.მ.მ-10 ანიონიტებზე C_2O_4 -ფორმაში 355
- *მ. კაციტაძე, ე. აზატიანი, ზ. ძოწენიძე, მ. მუსერაძე. მეთილამინის და ეთილამინის ერთდროული გავლენა ნახშირბადის (II) ქანგბადთან ნარევის აალების პირველ ზღვარზე 360
- *ი. შათირიშვილი, ლ. ზაუტაშვილი. მანგანუმის სორბციული ქცევის შესწავლა ცეოლიტზე 364

ელემენტარული ქიმიკა

- *ბ. ცანავა, თ. ლეჭავა. ხსნადი ანოდებით ხანგრძლივი ელექტროლიზის გავლენა სპილენძის ელექტროლიზური გამოლექვის პროცესზე სულფატური და პერქლორატული ხსნარებიდან 368

ქიმიური ტექნოლოგია

- *ნ. ვასაძე, ვ. ანისტრატენკო. სარქველის პირდაპირდინებიან კონტაქტურ მოწყობილობათა მასაგაცვლის კინეტიკა ფაზების კონტაქტის ორი ზონით 372
- *ე. ბენაშვილი, ო. ბაიდოშვილი, თ. უჩანეიშვილი. პირველადი და მეორადი ნავთობპროდუქტების ადსორბციული დაყოფა სინთეზური ცეოლიტების საშუალებით 376

ვიდროლოგია

- *ვ. გელაძე. საქართველოს ტერიტორიის დარაიონება მდინარეთა წლიური ჩამონადენის რყევის სინქრონულობის მიხედვით 379
- *გ. მეტრეველი. წყალსაცავების მოხილვის პროცესის გამოკვლევა $W = f(h)$ მრუდის კორექტირება წყალსაბალანსო მეთოდით 384

ბიოლოგია

- *ა. ქაზინი, გ. ასტახოვი. ჩორდის საბადოს ბარიტული ძარღვების ამოყვების მექანიზმი 387
- *ა. გავაშელი. კონკრეციების ზონალობა და მისი გამოყენება ფერადი მეტალების სტატიფორმული საბადოების ძებნაში კავკასიონზე 392
- *თ. ივანიცკი. სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს სპილენძ-პრენიტ-ეპიდოტიანი გამადნებების გენეტიკური თავისებურებანი 395

პალეონტოლოგია

- *ე. იაკობიძე. ახალი ცნობები დასავლეთ საქართველოს ბათური ნალექების ფლორისა და მცენარეულობის შესახებ 399

პეტროლოგია

- *რ. ქახაძე. ზემო სვანეთის მეტაპელიტების ფორმირების ტემპერატურული პირობები და პარაგენეტული ანალიზი 403

ლოტოლოგია

- *ი. ჩეღლაშვილი. რაჭა-ოსეთის ზედაიურულ-ქვედაიურული ფლიშის ქანების მეორადი მიკროსტრუქტურების შესახებ 408

გეოქიმია

- *შ. გარუჩაევა, ი. კრილოვი. რუზიდიუმის და სტრონციუმის გეოქიმია ამიერ-კავკასიის შუალედი მასივის ძირულის შვერილის პლეოზოურ გრანიტებში და აპლიტებში 412

სამშენებლო გეოქიმია

- *გ. დათუაშვილი. შერეული წრიული უჭირ ცილინდრული გარსების ანგარიში 416
- *ა. საყვარელიძე. ფიბრობეტონის რღვევის მექანიზმი 419

მეტალოგია

- *ა. ვაშაკიძე, გ. ბეგლარიშვილი, ო. მახარაძე. საკონტაქტო ძაბვები ექვსკუთხა კალიბრში დაქიმულობით გლინეისას 423
- *ი. შენგელია, გ. კოსტიაკოვი, ა. ივანჩენკო, ა. გაბისიანი, თ. ნოდია, ბ. წერეთელი. არალითონური ჩანართები პლაზმურ ლუმელში გამოდნობილ ლეგირებულ ფოლადში 427

განმანათმეცოდნეობა

- *გ. ბოკუჩაევა, ე. ქუთელია, რ. თურმანიძე. აღმასის მონოკრისტალის ცვეთის ზედაპირის კვლევა ლითონკერამიკული სალი შენადნობების ხევის დროს 432

ბოტანიკა

- *ლ. კობახიძე. რუხანის ენდოსპერმის ამომიქტური განვითარების შესწავლისათვის 436

ბინეტიკა და სოლემიკა

- რ. გოგლიძე, გ. გიგოლაშვილი, დ. ჯოხაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). რნმ-პოლიმერაზის ძირითადი ფორმების განაწილების ცვლილება პიბერელინის მეავას გავლენით ბარდას ფოთლების უჭრედთა ბირთვებში 437

- *მ. ბ რ ე გ ვ ა ძ ე. პიერბარული ოქსიგენაციის მუტაგენური ეფექტის შესწავლა თეთრი თავების ძვლის ტენის უჭრედებში 442

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- *ა. ბ ა კ უ რ ა ძ ე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ლ. გ უ გ უ - შ ვ ი ლ ი, მ. ჯ ა ფ ა რ ლ ი. სხვადასხვა ასაკის უდაბლესი მიომუნების კვებითი მამოძრავებელი პირობითი რეფლექსი ფერად გამლიზიანებლებზე 447
- *დ. დ ა ვ ი თ უ ლ ი ა ნ ი, ნ. ძ ი ძ ი შ ვ ი ლ ი. კატის ნუშისებური კომპლექსის ბირთვთა გალიზიანებით გამოწვეული შიშის ქცევა ნეოკორტიკალური ასოციაციური მი-
დამოების ამოკვეთის შემდეგ 451

ბიოფიზიკა

- *მ. ს ი მ ო ნ ი ძ ე, ნ. ნ ა დ ი რ ა შ ვ ი ლ ი, მ. ზ ა ა ლ ი შ ვ ი ლ ი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ფ. შ რ ა ი ბ მ ა ნ ი. α-აქტინინის სულფჰიდრილური ჯგუფების რეაქციის უნარიანობის კინეტიკური გამოკვლევა 456
- *ა. კ ვ ი რ ი კ ა ძ ე. მოლეკულური შერჩევის თეორიისათვის 460
- *თ. ზ ა ა ლ ი შ ვ ი ლ ი, გ. კ ო ბ ა ხ ი ძ ე, ლ. ვ ი ს ო ჩ ე კ ი. ბაყაყის ჩონჩხის კუნთის ძირითადი შეკუმშვადი ცილების ზოგიერთი თერმოდინამიკური პარამეტრი 460

ბიომეცნიერება

- *მ. გ ო რ დ ე ზ ი ა ნ ი, ს. დ უ რ შ ი შ ი ძ ე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ლ. ყ უ რ ა შ ვ ი ლ ი. მთლიან მცენარეულ ქსოვილში დეტერგენტით ინჰიბირებული პილოქსილირების რეაქციების აღდგენა ფოსფატიდილქოლინით 467
- *თ. ჩ ი ლ ვ ი ნ ა ძ ე. 2C¹⁴-ლიზინის გარდაქმნა სიმინდის მარცვალში 472
- *ქ. ბ ე ვ ა ნ ი შ ვ ი ლ ი, ქ. კ ა ხ ნ ი ა შ ვ ი ლ ი. ატრაზინის მოქმედება ვაზის ზოგიერთი ოქსიდორედუქტაზის აქტიუბაზე 475
- *რ. გ ა ხ ო კ ი ძ ე. ბუნებრივ პირობებში ორგანულ მეთაათა წარმოქმნის ალტერნატიული გზების შესახებ 480

ფიტოკათოლოგია

- ზ. გ ო ვ ო ლ ი შ ვ ი ლ ი. ციტრუსების ანთრაქნოზის წინააღმდეგ ბრძოლის ზოგიერთი თავისებურება 481

ციტოლოგია

- *ზ. ტ რ უ შ ი ნ ა. ერთოციტების და ლეიკოციტების ულტრასტრუქტურა გულის თანდაყოლილი მანკების დროს 487

მასპერიმენტული მორფოლოგია

- *ქ. ს ი ს ა უ რ ი. ელენთის ულტრასტრუქტურა ექსპერიმენტული ჰიპოქსიის დროს 492

მასპერიმენტული გელოგია

- გ. ნ ა ც ვ ლ ი შ ვ ი ლ ი, თ. დ ე კ ა ნ ო ს ი ძ ე, თ. ი ვ ა ნ ი შ ვ ი ლ ი. ლავსანის პროთეზში მიმდინარე შორეული ცვლლებების შესწავლა აორტის ბიფურკაციის პროთეზირების შემდეგ 493

მნათმეცნიერება

- მ. მ ა რ გ ვ ე ლ ა შ ვ ი ლ ი. მრმ სუფიქსიანი ერთპირიანი ზმნის III სერიის მწკრივები მეგრულში 497
- *ლ. ნ უ ც უ ბ ი ძ ე. ფრაზეოლოგიური შემასმენლის საკითხისათვის 503

ალმოსავლეთმცოდნეობა

- *ა. ც ა ლ ქ ა ლ ა მ ა ნ ი ძ ე. ფართო შინაარსობრივი გავების ზმნური ფუძეების შესახებ (თურქული და უზბეკური ენების მასალების მიხედვით) 507

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

| | |
|---|-----|
| В. А. Пачуашвили. О когомологиях абелевых отмеченных пар связанных алгебр Хопфа | 273 |
| Д. Г. Гордезиани, Е. Г. Евсеев. Об аддитивных усредненных схемах для численного решения гиперболических уравнений | 277 |
| С. А. Санеблидзе. Об экстраординарной теории гомологии Стиррода | 281 |
| М. Ш. Фарбер. Стабильная классификация сферических узлов | 285 |
| А. Б. Харაзишвили. Об одном применении свойства Бэра | 289 |
| М. М. Надарейшвили. Непараметрическая оценка функций регрессии и плотности распределения для одной модели | 293 |
| З. А. Банашвили. Способ нейтрализации синтаксических ошибок в $LR(k)$ -анализаторах | 297 |
| О. Е. Чакиветадзе. Правило сложения импликация и его применения | 301 |
| А. В. Давитадзе. Функтор $\text{I}m$ и когомологии в пучках | 305 |

← МЕХАНИКА

| | |
|---|-----|
| Г. Д. Тевзадзе. Статический расчет несущих канатов ПКД при произвольной вертикальной нагрузке | 309 |
|---|-----|

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

| | |
|--|-----|
| Д. Г. Натрошвили, М. Ж. Сванадзе. Эффективное решение некоторых динамических задач теории упругости для анизотропных тел | 313 |
|--|-----|

КИБЕРНЕТИКА

| | |
|--|-----|
| Б. И. Церцвадзе. Коды, получаемые из $RA(n, s)$ таблиц | 317 |
|--|-----|

ФИЗИКА

| | |
|---|-----|
| Г. Ш. Дарсавелидзе, Г. В. Цагарейшвили, О. А. Цагарейшвили, Дж. Г. Никурадзе, Ф. И. Тавадзе (академик АН ГССР). Температурная зависимость внутреннего трения мелкокристаллического бора | 321 |
| А. Г. Квирикадзе. Кинетические уравнения для системы во внешнем переменном поле | 325 |
| М. И. Джибладзе, Р. Р. Эрикашвили, Э. Ш. Теплицкий, З. Г. Меликишвили, Н. Р. Чиапурашвили. Регенеративный волоконный оптический квантовый усилитель | 329 |
| В. И. Бережиани, Г. Д. Томарадзе. Динамика нелинейных ионно-циклотронных волн, распространяющихся вдоль магнитного поля | 333 |

ГЕОФИЗИКА

| | |
|--|-----|
| Н. Л. Лекишвили. О решении одной нелинейной граничной задачи гравиметрии | 337 |
|--|-----|

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Н. А. Коява, О. В. Мукбаниани, Л. М. Хананашвили (член-корреспондент АН ГССР). Олигоорганосилоксаны спироциклического строения, содержащие органоциклопентасилоксановые фрагменты в цепи 341
- Р. Д. Гигаури, А. Н. Робакидзе, Т. М. Гогиашвили. О некоторых свойствах диалкилцианарсинов 345

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), Ш. И. Сидамонидзе, М. Д. Силагадзе, Я. В. Мирский. Исследование дифференциальных теплот адсорбции предельных углеводородов (C_1-C_4) и CO_2 на сверхвысококремнеземном цеолите (аналоге ZSM-5). 349
- В. Д. Эристави, Г. П. Чичуа, Д. Н. Бахия. Исследование кинетики сорбции меди на анионитах АВ-16, АВ-17 и ЭДЭ-10 в C_2O_4 -форме 353
- М. М. Кацитадзе, В. В. Азатян, З. Г. Дзоценидзе, М. М. Мусеридзе. Совместное влияние метиламина и этиламина на первый предел воспламенения смеси оксида углерода (II) с кислородом 357
- И. Ш. Шатиришвили, Л. А. Зауташвили. Изучение сорбционного поведения марганца на цеолитах 361

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- Б. В. Цанава, Т. И. Лежава. Влияние длительного электролиза с растворимыми анодами на процесс электроосаждения меди из сульфатных и перхлоратных растворов 365

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Н. Е. Васадзе, В. А. Лиистратенко. Кинетика массообмена клапанных прямоточных контактных устройств с двумя зонами контакта фаз 369
- Е. М. Бенашвили, О. С. Бандошвили, Т. Г. Учанешвили. Адсорбционное разделение первичных и вторичных нефтепродуктов при помощи синтетических цеолитов 373

ГИДРОЛОГИЯ

- В. Ш. Геладзе. Районирование территории Грузии по синхронности колебания годового стока 377
- Г. С. Метревели. Водобалансовый метод исследования заиления водохранилищ и коррекций кривой зависимости $W=f(h)$ 381

ГЕОЛОГИЯ

- А. Г. Жабии, Г. Н. Астахов. Механизм заполнения пространства в баритовых жилах на месторождении Чорди 385
- А. М. Гавашели. Зональность конкреции и ее использование при поисках стратиформных месторождений цветных металлов на Большом Кавказе 389
- Т. В. Иванецкий. Генетические особенности медно-пренит-эпидотовых проявлений Юго-Восточной Грузии 393

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

- Е. Б. Якобидзе. Новые сведения о флоре и растительности батских отложений Западной Грузии 397

ПЕТРОЛОГИЯ

- Р. Г. Кахадзе. Температура формирования и парагенетический анализ метapelитов Верхней Сванетии (Большой Кавказ) 401

ЛИТОЛОГИЯ

- И. Д. Чечелашвили. О вторичных микроструктурах пород верхнеюрско-нижнемелового флиша Рачи и Юго-Осетии 405

ГЕОХИМИЯ

- М. В. Гаручава, И. Н. Крылов. Геохимия рудидия и стронция в палеозойских гранитах и аплитах Дзиркульского выступа Закавказского среднего массива 409

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Г. Г. Датуашвили. Расчет неразрезных замкнутых круговых цилиндрических оболочек 413
А. В. Сакварелидзе. Механизм разрушения фибробетона 417

МЕТАЛЛУРГИЯ

- А. С. Вашакидзе, Г. С. Бегларишвили, О. В. Махарадзе. Контактные напряжения при прокатке в шестигульном калибре с натяжением 421
И. Б. Шенгелая, В. Н. Костяков, А. В. Иванченко, А. Г. Габисиани, Т. К. Нодия, Б. Р. Церетели. Неметаллические включения в легированной стали, выплавленной в плазменной печи 425

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Г. В. Бочуцава, Э. Р. Кутелия, Р. С. Турманидзе. Исследование поверхности износа монокристалла алмаза при шлифовании металлокерамических твердых сплавов 429

БОТАНИКА

- Л. А. Кобахидзе. Об апомиктичном развития эндосперма у базилика огородного 433

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

- * Р. И. Гоглидзе, Г. Г. Гиголашвили, Д. И. Джохадзе (член-корреспондент АН ГССР). Изменение распределения основных форм РНК-полимеразы под влиянием гибберелловой кислоты в клеточных ядрах листьев гороха 440
М. Ш. Брегвадзе. Изучение мутагенного эффекта гипербарической оксигенации на клетках костного мозга белых мышей 441

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- А. Н. Бакурадзе (член-корреспондент АН ГССР), Л. Н. Гугушвили, М. Т. Джафарли. Пищевой двигательный условный рефлекс на цветочные раздражители у низших обезьян разного возраста 445
Д. Ш. Давитулиани, Н. Н. Дзидзишвили. Эмоциональное поведение страха, вызываемое раздражением ядер миндалевидного комплекса у кошек, после удаления неокортикальных ассоциативных областей 449

БИОФИЗИКА

- М. Ш. Симоидзе, Н. Ш. Надирашвили, М. М. Заалишвили (член-корреспондент АН ГССР), Ф. О. Шрайбман. Кинетическое исследование реакционной способности сульфгидрильных групп α -актина 453
- А. Г. Квирикадзе. К теории молекулярного отбора 457
- Т. М. Заалишвили, Г. Т. Кобахидзе, Л. М. Височек. Некоторые термодинамические параметры главных сократительных белков скелетных мышц лягушки 461

БИОХИМИЯ

- М. Ш. Гордезиани, С. В. Дурмишидзе (академик АН ГССР), Л. К. Курашвили. Восстановление фосфатидилхолином ингибированных детергентом реакций гидроксирования в целой растительной ткани 465
- Т. Д. Чигвиадзе. Превращение 2^{14}C -лизина в зерне кукурузы 469
- К. Н. Бежанишвили, Х. А. Кахиашвили. Действие атразина на активность некоторых оксидоредуктаз винограда 473
- Р. А. Гахокидзе. Об альтернативных путях образования органических кислот в природных условиях 477

ФИТОПАТОЛОГИЯ

- * З. А. Гоголишвили. Некоторые особенности борьбы против антракноза цитрусовых культур в Грузии 483

ЦИТОЛОГИЯ

- З. В. Трушина. Ультраструктура эритроцитов и лейкоцитов больных врожденными пороками сердца 485

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- К. Н. Сисаури. Ультраструктура селезенки при экспериментальной гипоксии 489

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

- * Г. А. Нацвлишвили, Т. И. Деканосидзе, Т. К. Иванишвили. Изучение отдаленных изменений в лавсановых протезах после замещения бифуракции аорты 496

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

- * М. Г. Маргвелашвили. К вопросу о спряжении мегрельских одноличных глаголов с суффиксом *ere* в рядах III серии 500
- Л. Г. Нуцубидзе. К вопросу о фразеологическом сказуемом 501

CONTENTS

MATHEMATICS

| | |
|---|-----|
| B. A. Pachuashvili. On the cohomology of abelian matched pairs of connected Hopf algebras | 276 |
| D. G. Gordeziani, E. G. Evseev. On additive average schemes for the numerical solution of hyperbolic equations | 280 |
| S. A. Saneblidze. On Steenrod extraordinary homology theory | 283 |
| M. Š. Farber. A stable classification of spherical knots | 288 |
| A. B. Kharazishvili. One application of Bair's property | 292 |
| M. M. Nadareishvili. Non-parametric estimation of the probability density and regression function for a certain model | 296 |
| Z. A. Baiashvili. A method of syntactic error recovery in LR(<i>k</i>)-translators | 299 |
| O. E. Chankvetadze. The addition rule of implications and its application | 303 |
| A. V. Davitadze. The functor \lim_{\rightarrow} and sheaf cohomologies | 308 |

MECHANICS

| | |
|--|-----|
| G. D. Tevzadze. Statical calculation of the track cables of ropeways under arbitrary vertical load | 312 |
|--|-----|

THEORY OF ELASTICITY

| | |
|--|-----|
| D. G. Natroshvili, M. Zh. Svanadze. Effective solution of some dynamical problems for anisotropic elastic bodies | 316 |
|--|-----|

CYBERNETICS

| | |
|--|-----|
| B. I. Tsertsvadze. Codes derived from PA(<i>n</i> , <i>s</i>) tables | 320 |
|--|-----|

PHYSICS

| | |
|--|-----|
| G. Sh. Darsavelidze, G. V. Tsagareishvili, O. A. Tsagareishvili, J. G. Nikuradze, F. N. Tavadze. Temperature dependence of internal friction in fine-grained boron | 324 |
| A. G. Kvirikadze. Kinetic equations for a system in an external time-dependent field | 328 |

- M. I. Djibladze, R. R. Erikashvili, E. Sh. Teplitski, Z. G. Melikishvili, N. R. Chianurashvili. Regenerative fiber optical quantum amplifier 332
- V. I. Berezhiani, G. D. Tomaradze. Dynamics of non-linear ion-cyclotron waves propagating along the magnetic field 335

GEOPHYSICS

- N. L. Lekishvili. On the solution of one nonlinear boundary problem of gravimetry 340

ORGANIC CHEMISTRY

- N. A. Koiava, O. V. Mukbaniani, L. M. Khananashvili. Oligoorganosiloxanes with spirocyclic structure containing organocyclopentasilicone fragments in the chain 344
- R. D. Gigauri, A. N. Robakidze, T. M. Gogiashvili. On some properties of dialkylcyanarsines 349

PHYSICAL CHEMISTRY

- G. V. Tsitsishvili, Sh. I. Sidamonidze, M. D. Silagadze, Ya. V. Mirski. Investigation of differential heats of the adsorption of C_1-C_4 saturated carbon hydride and CO_2 on the ZSM-5 analogue 351
- V. D. Eristavi, G. P. Chichua, D. N. Bakhia. Study of copper sorption kinetics on AB-16, AB-17, and ЭДЭ-10 anionites in C_2O_4 form 355
- M. M. Katsitadze, V. V. Azatyan, Z. G. Dzotsenidze, M. M. Muskeridze. Simultaneous effect of methylamine and ethylamine on the first ignition limit of $CO+O_2+xH_2$ mixtures 360
- I. Sh. Shatirishvili, L. A. Zautashvili. Study of the sorptional behaviour of manganese on zeolites 364

ELECTROCHEMISTRY

- B. V. Tsanova, T. I. Lezhava. The effect of prolonged electrolysis with soluble anodes on the process of electrodeposition of copper from sulphate and perchlorate solutions 368

CHEMICAL TECHNOLOGY

- N. E. Vasadze, V. A. Anistratenko. The mass transfer kinetics of concurrent contact valve devices with two phase contact zones 372
- E. M. Benashvili, O. S. Baidoshvili, T. G. Uchaneishvili. Adsorption separation of initial and secondary petroleum products over synthetic zeolites 376

HYDROLOGY

V. Sh. Geladze. Zonation of the territory of Georgia according to the asynchronous fluctuations of the annual runoff 380
 G. S. Metreveli. Water balance method of study of reservoir silting and adjustment of the $W=f(h)$ dependence curve 384

GEOLOGY

A. G. Zhabin, G. N. Astakhov. Space-filling mechanism in the barite veins of the Chordi deposit 388
 A. M. Gavasheli. Concretion zonation and its use in prospecting for stratiform deposits of non-ferrous metals in the Greater Caucasus 392
 T. V. Ivanitski. Genetic features of copperprehnite-epidote occurrences of south-eastern Georgia 396

PALAEONTOLOGY

E. B. Iakobidze. New data on the flora and vegetation of Bathonian deposits of Georgia 400

PETROLOGY

R. G. Kakhadze. Temperature conditions and paragenetic analysis of the formation of metapelites in Upper Svaneti 404

LITHOLOGY

I. D. Chechelashvili. Concerning the secondary microstructures of the rocks of the Upper Jurassic-Lower cretaceous flysch of Racha-Oseti 408

GEOCHEMISTRY

M. V. Garuchava, I. N. Krylov. Geochemistry of Rb and Sr in Paleozoic granites and aplites of the Dzirula massif of the Transcaucasian median mass 412

STRUCTURAL MECHANICS

G. G. Datuashvili. Analysis of continuous closed circular cylindrical shells 416
 A. V. Sakvarelidze. Mechanism of fibrous concrete failure 419

METALLURGY

A. S. Vashakidze, G. S. Beglarishvili, O. V. Makharadze. Contact stresses during rolling in hexagonal calibers with pulling 424
 I. B. Shengelaiia, V. N. Kostvakov, A. V. Ivanchenko, A. G. Gabisiani, T. K. Nodia, B. R. Tsereteli. Nonmetallic inclusions in alloyed steel smelted in plasma furnace 428

MACHINE BUILDING SCIENCE

G. V. Bokuchava, E. R. Kutelia, R. S. Turmanidze. Investigation of the wear surface of diamond single crystal during grinding cemented carbides 432

BOTANY

L. A. Kobakhidze. Concerning the apomictic development of the endosperm of *Ocimum basilicum* L. 436

GENETICS AND SELECTION

- R. I. Goglidze, G. G. Gigolashvili, D. I. Jokhadze. Alteration of the distribution of general forms of RNA polymerase under gibberellic acid in cell nuclei of pea leaves 440
- M. Sh. Bregvadze. Study of the mutagenic effect of hyperbaric oxygenation in the marrow cells of mice 442

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- A. N. Bakuradze, L. N. Gugushvili, M. T. Jafarli. Instrumental alimentary conditioned reflex to colour stimuli in lower monkeys of different ages 448
- D. Sh. Davituliani, N. N. Dzidzishvili. The fear behaviour elicited in the cat by stimulation of the amygdaloid nuclei after removal of the neocortical association areas 452

BIOPHYSICS

- M. Sh. Simonidze, N. Sh. Nadirashvili, M. M. Zaalishvili, F. O. Shraibman. Kinetic investigation of the reaction alility of α -actinine sulphhydryl groups 456
- A. G. Kvirikadze. On the theory of molecular selection 460
- T. M. Zaalishvili, G. T. Kobakhidze, L. M. Visochek. Some thermodynamic parameters of the frog skeletal muscle contractile proteins 464

BIOCHEMISTRY

- M. Sh. Gordeziani, S. V. Durmishidze, L. K. Kurashvili. Phosphatidylcholine reduction of hydroxylation reactions inhibited by detergent in the entire plant tissue 468
- T. D. Chigvinadze. Conversion of $2C^{14}$ -lysine in maize seeds 472
- K. N. Bezhanishvili, Kh. A. Kakhniashvili. The effect of atrazine on the activity of some grapevine oxydoreductases 476
- R. A. Gakhokidze. On alternative pathways of the formation of organic acids in natural systems 480

PHYTOPATHOLOGY

- Z. A. Gogolishvili. Some specificities of citrus anthracnose control in Georgia 484

CYTOLOGY

- Z. V. Trushina. The ultrastructure of erythrocytes and leucocytes of patients with inborn heart disease 487

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

- K. N. Sisauri. The structure of the spleen during experimental hypoxia 492

EXPERIMENTAL MEDICINE

- G. A. Natsvlishvili, T. I. Dekanosidze, T. K. Ivanishvili. Study of the peripheral changes in the lavsan prosthesis following the substitution of the bifurcated aorta 496

LINGUISTICS

- M. G. Margvelashvili. Unipersonal *გა* suffix in the 3rd series in Megrelian 500
L. G. Nuts'ub'idze. Concerning the phraseological predicate "have a talk" and the simple predicate "talk" 503

ORIENTAL STUDIES

- A. A. Tsalkalamanidze. Concerning verbal stems of wide connotation (according to the materials of Modern Turkish and Uzbek literary languages) 507

В. А. ПАЧУАШВИЛИ

О КОГОМОЛОГИЯХ АБЕЛЕВЫХ ОТМЕЧЕННЫХ ПАР СВЯЗАННЫХ АЛГЕБР ХОПФА

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 27.11.1980)

С целью изучения когомологий абелевых отмеченных пар связанных алгебр Хопфа [1] определены правые производные функторы относительно комонады, а также относительно проективного класса, от контрвариантного функтора из категории $\underline{\mathcal{C}}$ в категорию коцепных комплексов абелевой категории \underline{B} , таким образом, что производные функторы принимают значения в самой категории \underline{B} . Эти определения обобщают известные понятия производных функторов относительно комонады [2] и относительно проективного класса [3], от функтора со значениями в категории \underline{B} .

Доказывается, что теорема из [3] об изоморфности производных функторов относительно комонады и относительно индуцированного этой комонадой проективного класса остается в силе и в нашем случае.

Основной результат состоит в том, что когомологии абелевых отмеченных пар связанных алгебр Хопфа [1, 4] являются производными в вышеизложенном смысле, от функтора Der^* относительно комонады взятия свободной алгебры Хопфа над кокоммутативной коалгеброй, или относительно индуцированного этой комонадой проективного класса (теорема 8).

Понятия и обозначения из [1—4] используются без дополнительных разъяснений.

K — фиксированное коммутативное кольцо с единицей, все морфизмы суть морфизмы градуированных связанных K -модулей.

Определение 1. Пусть $F = (F_n: \underline{\mathcal{C}}^{op} \rightarrow \underline{B}, d_n: F_n \rightarrow F_{n+1})_{n \geq 0}: \underline{\mathcal{C}}^{op} \rightarrow DG^* \underline{B}$ — функтор в категорию коцепных комплексов абелевой категории \underline{B} , а $(T: \underline{\mathcal{C}} \rightarrow \underline{\mathcal{C}}, \beta: T \rightarrow 1_{\underline{\mathcal{C}}}, \delta: T \rightarrow T^2)$ — комонада. Правыми производными функторами $R_T^n F$ от функтора F относительно комонады T будем называть $R_T^n F = H^n((C^*, *, d_{*,*}))$ — группы гомологий тотального комплекса, ассоциированного от бикомплекса

$$C^{p,q} = F_p T^{q+1}, \quad {}^h d_{p,q} = d_p(T^{q+1}), \quad {}^v d_{p,q} = \sum_{i=0}^{q+1} (-1)^{p+i} F_p(T^i \beta T^{q-i+1}), \quad p, q \geq 0,$$

ქ. შირაზი, სსრ სსრ
 სახელმწიფო რესპუბლიკა
 ბიბლიოთეკა

Определение 2. Пусть $F = (F_n, d_n: F_n \rightarrow F_{n+1})_{n \geq 0}: \underline{\mathcal{G}}^{op} \rightarrow DG + \underline{B}$ — функтор из категории $\underline{\mathcal{G}}$ с симплициальными ядрами и проективным классом \mathbf{P} [3]. Правыми производными функторами $R_{\mathbf{P}}^n F$ от функтора F относительно проективного класса \mathbf{P} будем называть функторы, значения которых на объекте $A \in |\underline{\mathcal{G}}|$ получаются как $R_{\mathbf{P}}^n F(A) = H^n(G^{*,*}(A), \partial_{*,*}(A))$ — группы гомологии тотального комплекса, ассоциированного от бикомплекса $G^{p,q}(A) = F_p(X_q)$, ${}^h\partial_{p,q}(A) = d_p(X_q)$, ${}^v\partial_{p,q}(A) = \sum_{i=0}^{q+1} (-1)^{p+i} F_p(k_i)$, $p, q \geq 0$,

где $(X_q \xrightarrow{k_0, \dots, k_q} X_{q-1}) \rightarrow A$ — \mathbf{P} -проективная резольвента [3].

Теорема 3. Пусть $F = (F_n, d_n: F_n \rightarrow F_{n+1})_{n \geq 0}: \underline{\mathcal{G}}^{op} \rightarrow DG + \underline{B}$ — функтор из категории $\underline{\mathcal{G}}$ с симплициальными ядрами и проективным классом $\mathbf{P} = \mathbf{P}_T$, индуцированным комонадой $(T: \underline{\mathcal{G}} \rightarrow \underline{\mathcal{G}}, \beta: T \rightarrow 1_{\underline{\mathcal{G}}}, \delta: T \rightarrow T^2)$; тогда имеют место изоморфизмы функторов $R_T^n F \cong R_{\mathbf{P}}^n F$, $n \geq 0$.

Предложение 4. Имеет место сопряжение $\langle T, U, \alpha, \beta \rangle: GC.K - Mod \rightarrow K - Alg$, где T — функтор взятия тензорной алгебры; U — забывающий функтор, а единица $\alpha: 1 \rightarrow UT$ — вложение сослагаемого.

Рассмотрим (кокоммутативную) коалгебру (B, ψ_B) и морфизм алгебр $\psi_{T(B)} = \beta_{T(B) \otimes T(B)} T((\alpha_B \otimes \alpha_B)): T(B) \rightarrow T(B) \otimes T(B)$, где структура алгебры на $T(B) \otimes T(B)$ задается композицией $(\mu_{T(B)} \otimes \mu_{T(B)}) \circ (1, 3, 2, 4)$. Доказывается, что $(T(B), \mu_{T(B)}, \psi_{T(B)})$ — (кокоммутативная) алгебра Хопфа; в дальнейшем ее будем называть (кокоммутативной) тензорной алгеброй Хопфа над (кскоммутативной) коалгеброй (B, ψ_B) . Пара $\langle T, U \rangle$ определяет, согласованное с кокоммутативностью, сопряжение между категориями коалгебр и алгебр Хопфа.

Определение 5. а) Пусть (A, μ_A, ψ_A) — коммутативная алгебра Хопфа, (B, ψ_B) — кокоммутативная коалгебра. Четверку $(B, A, \sigma_A: B \otimes A \rightarrow A, \rho_B: B \rightarrow B \otimes A)$ будем называть абелевой предотмеченной парой, если выполняются следующие условия;

1. (B, ψ_B) — правая A -комодульная коалгебра;
2. $\sigma_A(B \otimes \eta_A) = \eta_A \varepsilon_B$, $\sigma_A(B \otimes \mu_A) = (\sigma_A \otimes \sigma_A)(1, 3, 2, 4)$ $(\psi_B \otimes A \otimes A)$, $\psi_A \sigma_A = (A \otimes \mu_A) \circ (\sigma_A \otimes A \otimes \sigma_A)$ $(1, 4, 2, 3, 5)$ $(\rho_B \otimes B \otimes A \otimes A)$ $(\psi_B \otimes \psi_A)$.

в) Категорию объектами которой служат абелевы предотмеченные пары, а стрелками из (B, A, σ_A, ρ_B) в $(B', A, \sigma'_A, \rho'_B)$ — морфизмы коалгебр $f: B \rightarrow B'$, такие, что $\sigma'_A(f \otimes A) = \sigma_A$ и $(f \otimes A) \rho_B = \rho'_B f$, будем называть категорией предзамен коалгебр и будем обозначать через $\underline{\mathbf{P}}$.

Пусть $(B, A, \sigma_A, \rho_B) \in |\underline{\mathbf{P}}|$; рассмотрим морфизмы $\sigma_A^T: T(B) \otimes A \rightarrow A$ и $\rho_{T(B)}: T(B) \rightarrow T(B) \otimes A$, определяемые индукцией по длине „ s “ на слагаемых вида $B^{\otimes s} \otimes A \twoheadrightarrow T(B) \otimes A$ и $B^{\otimes s} \twoheadrightarrow T(B)$, формулами $\sigma_A^T \Big|_{B^{\otimes s} \otimes A} = \sigma_A(B \otimes \sigma_A^T) (B \otimes \mu_{T(B)}^{(s-1)} \otimes A) (B \otimes \alpha_B^{\otimes (s-1)} \otimes A)$ и $\rho_{T(B)} \Big|_{B^{\otimes s}} =$

$$= (\mu_{T(B)} \otimes \mu_A) (T(B) \otimes T(B) \otimes A \otimes \sigma_A^s) (1, 4, 2, 3, 5) (\rho_{T(B)} \otimes T(B) \otimes \rho_{T(B)}) (T(B) \otimes T(B) \otimes \mu_{T(B)}^{(s-1)}) (\alpha_B^{\otimes(s+1)}) (\psi_B \otimes B^{\otimes(s-1)}).$$

Теорема 6. а) Соответствия: $(B, A, \sigma_A, \rho_B) \mapsto (T(B), A, \sigma_A^T, \rho_{T(B)})$, $f \mapsto T(f)$, где $(B, A, \sigma_A, \rho_B) \in |\underline{P}|$ и $f \in q(\text{ar}(\underline{P}))$, определяют функтор $T: \underline{P} \rightarrow \underline{A}$ в категорию замен коалгебр [4].

в) Имеет место сопряжение $(T, U, \alpha, \beta): \underline{P} \rightarrow \underline{A}$, где U — забывающий функтор, а α и β индуцируются соответствующими морфизмами из предложения 4.

Пусть $(B', A, \sigma'_A, \rho_{B'}) \xrightarrow{f'} (B, A, \alpha_A, \rho_B) \xleftarrow{f''} (B'', A, \sigma''_A, \rho_{B''})$ — диаграмма в \underline{A} ; тогда $(D, A, \sigma_A^*, \rho_D) \in |\underline{P}|$, где $D = \{(\sum_i b'_i \otimes b''_i) \mid b'_i \in B', b''_i \in B'', \exists b \in B; \sum_i f'(b'_i) \otimes f''(b''_i) = \psi_B(b)\} \xrightarrow{\mu_D} B' \otimes B''$, $\mu_D = (\mu_{B'} \otimes \mu_{B''}) (1, 3, 2, 4) \mid D \otimes D$, $\psi_D = (1, 3, 2, 4) (\psi_{B'} \otimes \psi_{B''}) \mid D$, $\sigma_A^* = \sigma'_A(B' \otimes \varepsilon_{B''}) \mid D \otimes A$, $\rho_D = (B' \otimes B'' \otimes \mu_A) (1, 3, 2, 4) (\rho_{A'} \otimes \rho_{B''}) \mid D$, является ее пределом в \underline{A} . Далее заключаем, что в \underline{A} существуют симплициальные ядра.

Пусть B — кокоммутативная алгебра Хопфа, а (M, μ_M, σ_M) — левая B -модульная коммутативная алгебра; рассмотрим коцепный комплекс абелевых групп $C^n(B, M, \sigma_M) = \{f \mid f \in \text{hom}(B^{\otimes n}, M); f(B^{\otimes i} \otimes \eta_B \otimes B^{\otimes(n-i-1)}) = 0, 0 \leq i \leq n-1\}$, $d_n: C^n \rightarrow C^{n+1}$, $d_n(f) = \sigma_M(B \otimes f) + \sum_{i=1}^n (-1)^i f(B^{\otimes(i-1)} \otimes \mu_B \otimes B^{\otimes(n-i)}) + (-1)^{n+1} f \rho_{B_1} \otimes \dots \otimes B_n, n \geq 1$.

Предложение 7. Комплекс $(C^*(T(B), M, \sigma_M), d_n)$ точен начиная с размерности два.

Соответствия: $(B, A, \sigma_A, \rho_B) \mapsto [\text{Der}^n(B, A, \sigma_A, \rho_B) = \{f \mid f \in \text{hom}(B, A^{\otimes n}); \sigma_A^{\otimes n}(B \otimes f) + f \rho_{B_1} = f \mu_B\}, d_n: \text{Der}^n \rightarrow \text{Der}^{n+1}, d_n(f) = i_{A_2} \otimes \dots \otimes A_{n+1} f + \sum_{j=1}^n (-1)^j (A^{\otimes(j-1)} \otimes \psi_A \otimes A^{\otimes(n-j)}) f (-1)^{n+1} (f \otimes A) \rho_B]_{n \geq 1}$ и $f \mapsto [\text{Der}^n(f \otimes A)]_{n \geq 1}$, где $(B, A, \sigma_A, \rho_B) \in |\underline{P}|$, $f \in \text{ar}(\underline{P})$ определяют функтор $\text{Der}^* = (\text{Der}^n, d_n: \text{Der}^n \rightarrow \text{Der}^{n+1})_{n \geq 1}: \underline{A}^{\text{op}} \rightarrow \underline{DG}^* \underline{AB}$ в категорию коцепных комплексов абелевых групп.

Из теоремы 3, предложения 7 и теории спектральных последовательностей выводится следующая

Теорема 8. Имеет место изоморфизм функторов $H^{n+1} \cong R_T^n(\text{Der}^*) \cong R_P^n(\text{Der}^*)$, $n \geq 1$ между когомологиями абелевых отмеченных пар связанных алгебр Хопфа [1, 4] и производными в смысле определения 1 от функтора Der^* относительно комонады T (из теоремы 6) и производными

функтора Der^* относительно проективного класса $\mathbf{P} = \mathbf{P}_T$, индуцированного комонадой T .

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

(Поступило 27.11.1980)

მათემატიკა

ბ. ფაჩუაშვილი

ჰოპფის გზული ალგებრების აბელის დანიშნულ წყვილთა
 კოჰომოლოგიების შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში შემოტანილია კონტრავარიანტული ფუნქტორის კომონადისა ან პროექციული კლასის მიმართ მარჯვენა წარმოებულთა ცნებები იმ შემთხვევაში, როცა ამოსავალი ფუნქტორის მნიშვნელობათა არე არის \mathbf{B} -აბელური კატეგორიის კოჭაქვეურ კომპლექსთა კატეგორია, ხოლო მისი წარმოებულებისა — თავად \mathbf{B} . მტკიცდება, რომ წარმოებული ფუნქტორები კომონადისა და მის მიერ ინდუცირებული პროექციული კლასის მიმართ იზომორფულია.

დამტკიცებულია, რომ ჰოპფის გზული ალგებრების აბელის დანიშნულ წყვილთა კოჰომოლოგიები [1, 4] Der^* ფუნქტორის წარმოებულებია, ზემოთ მოყვანილი აზრით, კოკომუტატურ კოალგებრაზე თავისუფალი ჰოპფის ალგებრის კომონადისა ან ამ უკანასკნელით ინდუცირებული პროექციული კლასის მიმართ.

MATHEMATICS

B. A. PACHUASHVILI

ON THE COHOMOLOGY OF ABELIAN MATCHED PAIRS OF CONNECTED HOPF ALGEBRAS

Summary

The notion of the right derived functors of the contravariant functor relative to the comonad or to the projective class is considered in the case when the functor's codomain is the category of the cochain complexes of the abelian category \mathbf{B} , while the derived functors' codomain is the abelian category \mathbf{B} . The derived functors relative to the comonad and to the projective class induced by this comonad are proved to be isomorphic.

The cohomologies of abelian matched pairs of connected Hopf algebras ([1], [4]) are proved to be the derived functors of Der^* , in the above-mentioned sense, relative to the comonad of the free Hopf algebra over the cocommutative coalgebra or to the projective class induced by this comonad.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. W. M. Singer. J. Alg., 21, № 1, 1972, 1-16.
2. M. Barr, J. Beck. Springer Lecture Notes in Mathematics, № 80, 1969, 245-335.
3. M. Tierney, W. Vogel. Math. Z. 111, 1969, 1-14.
4. В. А. Пачуашвили. Сообщения АН ГССР, 102, № 1.

Д. Г. ГОРДЕЗИАНИ, Е. Г. ЕВСЕЕВ

ОБ АДДИТИВНЫХ УСРЕДНЕННЫХ СХЕМАХ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Т. Кигурадзе 15.1.1981)

В работе рассматриваются аддитивные усредненные схемы (АУС) типа [1] для решения в цилиндре $\bar{Q}_T = \bar{G} \times [0 \leq t \leq T]$, где $\bar{G} = \{x \mid x = (x_1, \dots, x_p); 0 \leq x_a \leq l_a\}$, $\bar{G} = G + \Gamma$, следующей задачи

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = Lu + f(x, t), \quad (x, t) \in Q_T, \quad (1)$$

$$u(x, 0) = u_{(0)}(x), \quad \frac{\partial u}{\partial t}(x, 0) = \bar{u}_{(0)}(x), \quad x \in \bar{G},$$

с краевыми условиями III рода

$$k_a(x, t) \frac{\partial u}{\partial x_a} = \chi_{-a}(x, t) u - g_{-a}(x, t), \quad x_a = 0, \quad (2)$$

$$-k_a(x, t) \frac{\partial u}{\partial x_a} = \chi_{+a}(x, t) u - g_{+a}(x, t), \quad x_a = l_a,$$

либо с краевыми условиями I рода

$$u = \mu(x, t), \quad x \in \Gamma, \quad 0 \leq t \leq T; \quad (2')$$

здесь

$$L = \sum_{a=1}^p L_a, \quad L_a u = \frac{\partial}{\partial x_a} \left(k_a(x, t) \frac{\partial u}{\partial x_a} \right) - q_a(x, t) u.$$

Предполагаем, что коэффициенты задачи удовлетворяют условиям $c_0 \geq k_a(x, t) \geq c_1 > 0$, $q_a(x, t) \geq 0$, $\chi_{\pm a}(x, t) \geq 0$, $(x, t) \in Q_T$. (3)

Покроем область \bar{Q}_T сеткой Ω , индуцированной равномерной сеткой ω_τ на $[0, T]$ с шагом τ и сеткой $\bar{\omega} = \{x \mid x_a = i_a h_a, i_a = 0, \dots, N_a\}$ (γ —множество граничных узлов, $\omega = \bar{\omega}/\gamma$, $\gamma_{-a} = \{x_a = 0\}$, $\gamma_{+a} = \{x_a = l_a\}$).

1. Для приближенного решения задачи (1)–(2) рассмотрим модель из [1], где $\sigma \geq (1+\varepsilon)/4$ ($0 < \varepsilon \leq 1$), а операторы $A_a = -\Lambda_a$ определим так:

$$\Lambda_a y \equiv \begin{cases} (a_a y_{x_a})_{x_a} - q_a y, & x \in \omega, \\ h_a^{-1} [a_a^{(+1a)} y_{x_a} - (\chi_{-a} + h_a q_a) y], & x_a \in \gamma_{-a}, \\ h_a^{-1} [-a_a y_{x_a} - (\chi_{+a} + h_a q_a) y], & x_a \in \gamma_{+a}, \\ a_a(x, t) = k_a(x^{(-0.5a)}, t), \end{cases} \quad (4)$$



с правыми частями

$$\varphi_\alpha = \begin{cases} f_\alpha, & (x, t) \in \Omega_\tau \\ f_\alpha + h_\alpha^{-1} g_\alpha, & (x, t) \in G_{\tau\alpha}, \end{cases} \quad g_\alpha = \begin{cases} g_{\pm\alpha}, & x \in \bar{\gamma}_{\pm\alpha}, \\ 0, & x \in \omega / (\gamma_{+\alpha} \cup \gamma_{-\alpha}), \end{cases} \quad f_\alpha = f/p. \quad (5)$$

Исходя из основного энергетического тождества (см. [2], стр. 327) и специального выбора правых частей по (5), можно показать, что верна

Лемма 1. Для решения модели [1] с (4), (5) справедлива оценка

$$\|\widehat{v}(t)\|^2 \leq \|\widehat{v}(0)\|^2 + c(\|\widetilde{f}\|_{\omega,0}^2 + \|\widetilde{g}\|_{\omega,1}^2), \quad (6)$$

где

$$\|v\|_*^2 = \frac{1}{4} \|v + \widetilde{v}\|_{\bar{\Lambda}}^2 + \|v_t\|^2 E^{-\tau^2 A/4},$$

$$\|\widetilde{f}\|_{\omega,0}^2 = \sum_{t' \in \omega_\tau} \tau \|\widetilde{f}(t')\|_{L_2}^2(\omega), \quad \|\widetilde{g}\|_{\omega,1}^2 = \sum_{t' \in \omega_\tau} \tau \times (\|\widetilde{g}(t')\|_{L_2}^2(\gamma) + \|\widetilde{g}_t\|_{L_2}^2(\gamma)),$$

а \widetilde{A} , \widetilde{f} и \widetilde{g} определяются согласно [1].

Для оценки погрешности аппроксимации $\Psi_\alpha = \varphi_\alpha - \frac{1}{p} u_{it} - A_\alpha u - \tau^2 \sigma A_\alpha u_{it}$ каждого уравнения из цепочки схем с номером α верна

Лемма 2. Если коэффициенты и решение задачи (1)–(2), (3) достаточно гладкие, то Ψ_α представима в виде

$$\Psi_\alpha = \begin{cases} \Psi_\alpha, & x \in \omega, t \in \omega_\tau, \\ h_\alpha^{-1} \phi_\alpha^\gamma, & x \in \gamma, t \in \omega_\tau, \end{cases}$$

где

$$\phi_\alpha = \dot{\phi}_\alpha + \ddot{\phi}_\alpha, \quad |\ddot{\phi}_\alpha| \leq c(\tau^2 + h_\alpha^2), \quad |\dot{\phi}_\alpha| \leq c, \quad \sum_{\alpha=1}^p \dot{\phi}_\alpha = 0,$$

$$\phi_\alpha^\gamma = \dot{\phi}_\alpha^\gamma + \ddot{\phi}_\alpha^\gamma, \quad |\ddot{\phi}_\alpha^\gamma| \leq c(\tau^2 + h_\alpha^2), \quad |\dot{\phi}_\alpha^\gamma| \leq ch_\alpha, \quad \sum_{\alpha=1}^p \dot{\phi}_\alpha^\gamma = 0.$$

Теперь из лемм 1, 2 и в силу оценки $|A_\alpha \dot{\phi}_\alpha^\gamma| \leq c$ следует

Теорема 1. Решение v дискретной модели 1 с (4), (5) сходится к решению и задачи (1)–(2) с равномерной по $|h|$ и τ оценкой

$$\|u - v\|_* \leq c(|h|^2 + \tau^2).$$

2. Положим в (1) $k_\alpha(x, t) \equiv 1$ и в качестве дискретной модели задачи (1), (2') вновь рассмотрим АУС типа [1] ($p < 4$), в которой возьмем

$A_\alpha = -\Lambda_\alpha$, $\Lambda_\alpha y = -y_{\bar{x}_\alpha x_\alpha}$, а в качестве правых частей — $\varphi_\alpha = f_\alpha - \kappa_\alpha A_\alpha f_\alpha$,

где $f_\alpha = f/p$; $\kappa_\alpha = h_\alpha^2/12$; $\sum_{\alpha=1}^p A_\alpha = A$. В силу свойств операторов A_α схема

(6) из [1] относительно решения v в данном случае эквивалентна следующей факторизованной схеме (ФС):

$$Dv_{it} + A'v = \varphi', \quad v(x, 0) = u_0, \quad v(x, \tau) = \bar{v}(0), \quad (7)$$

где

$$D = \prod_{\alpha=1}^p (E + p\tau^2 \sigma_{\alpha} A_{\alpha}),$$

$$A' = \sum_{\alpha=1}^p \left\{ \prod_{\beta \neq \alpha}^{1 \div p} (E + p\tau^2 \sigma_{\beta} A_{\beta}) \right\} A_{\alpha}, \quad \varphi' = \sum_{\alpha=1}^p \left\{ \prod_{\beta \neq \alpha}^{1 \div p} (E + p\tau^2 \sigma_{\beta} A_{\beta}) \right\} \varphi_{\alpha}. \quad (8)$$

Пусть $\sigma_{\alpha} = \sigma - \alpha_{\alpha}/p\tau^2$. Для $p = 2$ сразу получаем

$D - \sigma\tau^2 A' = (E - \alpha_1 A_1)(E - \alpha_2 A_2) + \sigma\tau^2 \{(E - \alpha_1 A_1) A_2 + (E - \alpha_2 A_2) A_1\}$, так что в силу леммы 1, § 1, гл. 5 из [3] и оценок для операторов A_{α} имеем $D - \sigma\tau^2 A' \geq 4E/9$. В случае $p = 3$.

$$\begin{aligned} D - \sigma\tau^2 A' &= \prod_{\alpha=1}^3 (E - \alpha_{\alpha} A_{\alpha}) + 2\sigma\tau^2 A - 2\sigma\tau^2 \sum_{\alpha < \beta} (\alpha_{\alpha} + \alpha_{\beta}) A_{\alpha} A_{\beta} + \\ &+ 3\sigma^2 \tau^4 \sum_{\alpha > \beta} A_{\alpha} A_{\beta} + [2\sigma\tau^2 (\alpha_1 \alpha_2 + \alpha_1 \alpha_3 + \alpha_2 \alpha_3) - 3\sigma^2 \tau^4 (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)] A_1 A_2 A_3 \geq \\ &\geq 8E/27. \end{aligned}$$

Для $z = y - u$, где y — решение ФС (7), а u — решение задачи (1)–(2), получаем задачу

$$Dz_{tt} + A'z = \Psi, \quad z(x, 0) = 0, \quad z(x, \tau) = \bar{v}_{(0)} - u(\tau), \quad z|_{\gamma} = 0,$$

где

$$\begin{aligned} \Psi &= \varphi' - u_{tt} - p\tau^2 \left(\sum_{\alpha=1}^p \sigma_{\alpha} A_{\alpha} \right) u_{tt} - p^2 \tau^4 \left(\sum_{\alpha < \beta} \sigma_{\alpha} \sigma_{\beta} A_{\alpha} A_{\beta} \right) u_{tt} - Au - \\ &- p^2 \tau^6 \sigma_1 \cdots \sigma_p A_1 \cdots A_p - p\tau^2 \sum_{\alpha < \beta} (\sigma_{\alpha} + \sigma_{\beta}) A_{\alpha} A_{\beta} - p^2 \tau^4 \left(\sum_{\alpha < \beta} \sigma_{\alpha} \sigma_{\beta} \right) A_1 \cdots A_p. \end{aligned}$$

В силу выражения для φ' из (8) можно показать, что при достаточной гладкости $u(x, t)$ погрешность $\Psi = 0(\tau^2 + |h|^4)$. С помощью теоремы 4, §2, гл. 6 из [2] и оценки $\|z_t(0)\|_D = 0(\tau^2 + |h|^4)$ нетрудно получить следующую оценку: $\|z\|_D = O(\tau^2 + |h|^4)$. Получим соответствующие оценки и в метрике H_A . Например, для $p = 3$

$$A' = A'' + 6\tau^2 \sigma \sum_{\alpha < \beta} A_{\alpha} A_{\beta} + \{27\tau^4 \sigma^2 - 6\tau^2 \sigma (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) + \sum_{\alpha < \beta} \alpha_{\alpha} \alpha_{\beta}\} A_1 A_2 A_3,$$

где (ср. с [3], стр. 313)

$$A'' = \sum_{\alpha=1}^3 \left\{ E - \sum_{\beta \neq \alpha} \alpha_{\beta} A_{\beta} \right\} A_{\alpha}.$$

Учитывая оценки $\frac{4-p}{3} A \leq A'' < A$ (см. [3], стр. 321), получаем

$$A' \geq \frac{4-p}{3} A.$$

Тогда на основании леммы 5, § 2, гл. 6 из [2] имеем

$$\|\widehat{z}\|_* \geq \sqrt{\frac{\sigma - 0.25}{\sigma}} \|\widehat{z}\|_{A'} \geq \sqrt{\frac{4-p}{3} \frac{\sigma - 0.25}{\sigma}} \|\widehat{z}\|_{A'}$$

и в силу эквивалентности схемы из [1] и ФС (7) заключаем, что верна

Теорема 2. Решение, получаемое по АУС типа [1] с $\sigma_a = \sigma - \alpha_a/\rho\tau^2$ и правой частью $\varphi_a = f_a - \alpha_a A_a f_a$, $f_a = f/\rho$ сходится к решению задачи (1)–(2) в сеточной норме $\overset{\circ}{W}_2^{(3)}$ с оценкой $O(|h|^4 + \tau^2)$.

Для апробации построенных дискретных моделей проводились многочисленные эксперименты. Например, были найдены численные решения модельной задачи (1)–(2) с $k_a \equiv \text{const}$ в квадрате $[0;1] \times [0;1]$ на основе АУС [1], АУС повышенной точности, а также локально-одномерной схемы (69) из [3], гл. 7, § 3 (в таблице соответственно А, Б, В; Г — точные решения по функции $u = e^{x_1 x_2}$). Сетка 10×20 , $\tau = 0,01$, $T = 5$.

| (x_1, x_2) | (0,1; 0,05) | (0,9; 0,05) | (0,5; 0,5) | (0,1; 0,95) | (0,9; 0,95) |
|-------------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| A, $\sigma = 1/2$ | 1,0259 | 1,2523 | 3,5233 | 1,6144 | 71,9880 |
| A, $\sigma = 1/3$ | 1,0261 | 1,2544 | 3,5334 | 1,6140 | 71,9837 |
| A, $\sigma = 3/4$ | 1,0293 | 1,2613 | 3,5412 | 1,6215 | 71,9918 |
| Б | 1,0253 | 1,2524 | 3,4992 | 1,6079 | 71,8943 |
| В | 1,0255 | 1,2591 | 3,5179 | 1,6214 | 71,9318 |
| Г | 1,0253 | 1,2523 | 3,1903 | 1,6080 | 71,8801 |

Тбилисский государственный университет
 Институт прикладной математики
 им. И. Н. Веква

(Поступило 16.1.1981)

მათემატიკა

დ. გორდეზიანი, ე. ევსევი

ჰიპერბოლური განტოლებების რიცხვითი ამოხსნის ადითიური
 ბასაშუალებული სქემების შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ადითიური სქემები გასაშუალებით p -განზომილებიან პარალელეპიპედში ცვლადყოფიციენტებიანი ჰიპერბოლური განტოლებისთვის.

MATHEMATICS

D. G. GORDEZIANI, E. G. EVSEEV

ON ADDITIVE AVERAGE SCHEMES FOR THE NUMERICAL SOLUTION OF HYPERBOLIC EQUATIONS

Summary

The paper deals with several additive schemes for the approximation of the third boundary problem for hyperbolic equations with variable coefficients on rectangles.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Г. Гордезиани. Аннот. докл. сем. ИПМ ТГУ, 4, 1971, 11–14.
2. А. А. Самарский. Введение в теорию разностных схем. М., 1971.
3. А. А. Самарский, А. В. Гулин. Устойчивость разностных схем. М., 1973.



С. А. САНЕБЛИДЗЕ

ОБ ЭКСТРАОРДИНАРНОЙ ТЕОРИИ ГОМОЛОГИИ СТИНРОДА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Берикашвили 4.2.1981)

Экстраординарной теорией гомологии Стинрода на категории CM компактных метрических пространств называется [1—4] теория гомологии $h_*(X, A)$, удовлетворяющая первым шести аксиомам Стинрода—Эйленберга и следующим двум аксиомам Милнора: M_8 . $f: (X, A) \rightarrow (X/A, *)$ индуцирует изоморфизм $f_*: h_*(X, A) \rightarrow h_*(X/A, *)$; M_9 . Если $X = \bigcup X_i$, $X_i \cap X_j = *$, $i \neq j$, $\text{diam} X_n \rightarrow 0$, то $h_*(X, *) = \prod h_*(X_i, *)$. Известно, что для любой экстраординарной теории гомологии на категории конечных CW -комплексов существует экстраординарная теория гомологии Стинрода на категории CM продолжающая ее [3, 4].

Как хорошо известно [2, 5], если $X = \varprojlim \{X_n; \pi_n\}$, где X_n из CM , для экстраординарной теории гомологии Стинрода $h_*(X, A)$ точна последовательность

$$0 \rightarrow \varprojlim^1 h_{k+1}(X_n) \rightarrow h_k(X) \rightarrow \varprojlim h_k(X_n) \rightarrow 0. \quad (1)$$

В работе [6] предложена другая система аксиом, в которой аксиома M_9 заменена двумя аксиомами В и С, которые в случае категории CM формулируются следующим образом.

Аксиома В. Для обратного спектра пар $\{(X_k, *); \pi_k\}$, где X_k —конечный букет n -мерных сфер (n фиксировано), а π_k —отображение, переводящее сферу букета либо в отмеченную точку, либо гомеоморфно на сферу букета, имеет место равенство $h_i(\varprojlim \{(X_k, *); \pi_k\}) = \varprojlim \{h_i(X_k, *); \pi_k^*\}$.

Пусть X —компактное метрическое пространство и $\{U_n\}$, $n \in N$,—счетная система конечных открытых покрытий X , такая, что U_{n+1} вписано в U_n и мелькость покрытий стремится к нулю. Конечные комплексы $|N_k(X)|$, где $|N_k(X)|$ есть реализация нерва $N_k(X)$ покрытия U_k , составляют обратный спектр $\{|N_{k+1}(X)|; s_k\}$, где $s_k: |N_{k+1}(X)| \rightarrow |N_k(X)|$ —симплициальное отображение, определенное вписанностью. Пусть $|N(X)|$ —предел этого спектра. Существует естественное отображение $\omega: |N(X)| \rightarrow X$.

Аксиома С. Естественный гомоморфизм $\varprojlim^p h_i(|N(X)|^p) \rightarrow h_i(X)$, индуцированный отображением ω , где $|N(X)|^p = \varprojlim^p \{|N_i(X)|^p; s_{i-1}\}$, является изоморфизмом ($|N_i(X)|^p$ означает p -остов комплекса $|N_i(X)|$).

Теоремы 1 и 3 из [6] утверждают, что для экстраординарной теории гомологии $h_*(X, A)$ на категории CM , для

любой пары (X, A) из этой категории тогда и только тогда существует сходящаяся спектральная последовательность

$$E_{p+q}^{2p} = {}^s H_p(X, A; h_q(*)) \Rightarrow h_{p+q}(X, A), \quad (2)$$

когда теория гомологии $h_*(X, A)$ удовлетворяет вышеприведенной второй системе аксиом (${}^s H_p$ обозначает группу гомологии Стиррода—Ситникова).

Теорема 1. Если $h_*(X, A)$ является экстраординарной теорией гомологии Стиррода на категории CM , такой, что для некоторого $m \in \mathbb{Z}$ имеем $h_k(*) = 0$, при $k < m$, то $h_*(X, A)$ удовлетворяет аксиомам В и С.

Наметим доказательство. Легко видеть, используя (1), что аксиома В выполняется для любой $h_*(X, A)$ без ограничения на $h_*(*)$.

Гомоморфизм $\lim_{\substack{\rightarrow \\ p}} h_i(|N(X)|_p) \rightarrow h_i(X)$ аксиомы С представим в виде

композиции

$$\lim_{\substack{\rightarrow \\ p}} h_i(|N(X)|_p) \xrightarrow{t} h_i(|N(X)|) \xrightarrow{\omega_*} h_i(X).$$

Используя (1) и тот факт, что для любого конечного полиэдра K и фиксированного q , $h_q(K^p) = h_q(K)$, когда $p > q - m$, доказывается, что t изоморфизм.

Для доказательства того, что ω_* является изоморфизмом, берется обратный спектр $\{Y_{k+1}; n_k\}$, где Y_k и n_k определены равенствами $Y_k = \{(x, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{k-1}) \in |N_k(X)| \times |N_{k-1}(X)|^{\Delta^1} \times \dots \times |N_1(X)|^{\Delta^{k-1}} \mid \lambda_1(a_0) = m_{k-1}(x); \lambda_2(a_0) = m_{k-2} \cdot \lambda_1(a_0), \lambda_2(a_1) = m_{k-2} \cdot \lambda_1(a_1), \dots, \lambda_{k-1}(a_0) = m_1 \cdot \lambda_{k-2}(a_0), \lambda_{k-1}(a_1) = m_1 \cdot \lambda_{k-2}(a_1), \dots, \lambda_{k-1}(a_{k-2}) = m_1 \cdot \lambda_{k-2}(a_{k-2})\}$.

Здесь K^{Δ^n} обозначает пространство линейных отображений $\lambda: \Delta^n \rightarrow K$, таких, что образ лежит в одном симплексе из K (K —некоторый конечный полиэдр, а Δ^n —стандартный n -симплекс, $\Delta^n = (a_0, a_1, \dots, a_n)$; K^{Δ^n} является компактным пространством), а m_k —стандартные кусочно линейные отображения $|N_{k+1}(X)| \rightarrow |N_k(X)|$, такие, что $\lim_{\leftarrow} \{|N_{k+1}(X)|; m_k\} = X$ [2, 5, 7];

$$n_k(x, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k) = (\lambda_1(a_1), \lambda_2(a_1, a_2), \dots, \lambda_k(a_1, a_2, \dots, a_k)).$$

Здесь $\lambda_k|_{(a_1, a_2, \dots, a_k)}$ обозначает ограничение λ_k на грани $(\widehat{a_0}, a_1, \dots, a_k)$.

Пусть $Y = \lim_{\leftarrow} \{Y_{k+1}; n_k\}$. Определим отображения спектров

$$\begin{aligned} \{i_k\}: \{|N_k(X)|; s_{k-1}\} &\rightarrow \{Y_k; n_{k-1}\}, \\ \{\omega'_k\}: \{|N_k(X)|; m_{k-1}\} &\rightarrow \{Y_k; n_{k-1}\} \end{aligned}$$

следующими равенствами:

$$i_k(x) = (x, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{k-1}),$$

где

$$\begin{aligned} \lambda_1(a_0) = \lambda_1(a_1) = m_{k-1}(x), \dots, \lambda_{k-1}(a_0) = \lambda_{k-1}(a_1) = \dots = \lambda_{k-1}(a_{k-1}) = \\ = m_1 \cdot m_2 \cdot \dots \cdot m_{k-1}(x), \quad x \in |N_k(X)|, \\ \omega'_k(x) = (x, \lambda_1, \dots, \lambda_{k-1}), \end{aligned}$$

где

$$\lambda_1(a_0) = m_{k-1}(x), \lambda_1(a_1) = s_{k-1}(x), \dots, \lambda_{k-1}(a_0) = m_1 \cdot \lambda_{k-2}(a_0), \lambda_{k-1}(a_1) = m_1 \cdot \lambda_{k-2}(a_1), \dots, \lambda_{k-1}(a_{k-1}) = s_1 \cdot \lambda_{k-2}(a_{k-2}), \quad x \in |N_k(X)|.$$

i_k и ω'_k являются гомотопическими эквивалентностями, поэтому, используя (1), имеем изоморфизмы $i_*: h_i(X) \rightarrow h_i(Y)$ и $\omega'_*: h_i(|N(X)|) \rightarrow h_i(Y)$; но, как легко видеть, ω' и $i \cdot \omega$ гомотопны; отсюда заключаем, что ω_* изоморфизм (не использовано ограничение на $h_*(*)$).

Пусть $Y = S^1 \vee S^2 \vee \dots \vee S^n \vee \dots$, $\text{diam } S^n \rightarrow 0$ и $h_*(X, A)$ — любая экстраординарная теория гомологии Стиррода на категории CM , не удовлетворяющая условию теоремы 1. Тогда можно показать, что для Y не существует сходящейся спектральной последовательности (2).

Непосредственным следствием всего вышесказанного является

Теорема 2. Пусть $h_*(X, A)$ — экстраординарная теория гомологии Стиррода на категории CM . Для того чтобы существовала функториальная сходящаяся спектральная последовательность

$$E_{p,q}^2 = {}^s H_p(X, A; h_q(*)) \Rightarrow h_{p+q}(X, A),$$

для любой пары (X, A) из CM , необходимо и достаточно существование $m \in \mathbb{Z}$, такого, что $h_k(*) = 0$, $k < m$.

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

(Поступило 6.2.1981)

მათემატიკა

ს. სანებლიძე

სტინროდის ექსტრაორდინარული ჰომოლოგიის თეორიის შესახებ

რეზიუმე

სტინროდის ექსტრაორდინარული $h_*(X, A)$ ჰომოლოგიის თეორიისათვის მაშინ და მხოლოდ მაშინ არსებობს ატია — პირცებრუხის ფუნქტორული კრებადი სპექტრული მიმდევრობა (2) ყოველი კომპაქტური მეტრიკული (X, A) წყვილისათვის, როცა არსებობს ისეთი $m \in \mathbb{Z}$, რომ $h_k(*) = 0$, $k < m$.

MATHEMATICS

S. A. SANEBLIDZE

ON STEENROD EXTRAORDINARY HOMOLOGY THEORY

Summary

For the Steenrod extraordinary homology theory $h_*(X, A)$ and each compact metric pair (X, A) there exists a functorial convergent Atiyah-Hirzebruch spectral sequence (2) if and only if there is $m \in \mathbb{Z}$, such that $h_k(*) = 0$ for $k < m$.

ლიბრებობა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. X. H. Инасаридзе. Труды Тбил. матем. ин-та, т. 41, 1973, 128—242.
2. J. Kaminker, C. Schochet. Trans. Amer. Math. Soc., 227; №1, 1977, 63-107.
3. D. Kahn, J. Kaminker, C. Schochet. Mich. Math. J., 24, № 2, 1977, 203-224.
4. D. Edwards, H. Hastings. Lecture Notes in Math., 542, 1976.
5. J. Milnor. On the Steenrod Homology Theory, Berkeley, 1960.
6. Н. А. Берикашвили. ДАН АН СССР, т. 254, № 6, 1980, 1289—1291.
7. Е. Г. Складенко. Матем сб., т. 85, 1971, 201—223.

М. Ш. ФАРБЕР

СТАБИЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СФЕРИЧЕСКИХ УЗЛОВ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 5.2.1981)

В теории узлов имеется много фактов, справедливых лишь для узлов достаточно большой размерности и обладающих достаточно связными многообразиями Зейферта [1—4]. В данной работе дается некоторое объяснение этого явления. Здесь вводится понятие стабильного типа узла и множество стабильных типов описывается в терминах стабильной гомотопической теории. Для узлов достаточно большой размерности с достаточно связными многообразиями Зейферта понятие «стабильный тип» совпадает с основным в теории узлов понятием «изотопический тип».

Терминология. n -мерный узел—это пара (S^{n+2}, k^n) , состоящая из ориентированной сферы S^{n+2} и ее гладкого замкнутого ориентированного подмногообразия k коразмерности два. Узел называется сферическим, если k является гомотопической сферой. Два узла $(S^{n+2}, k_1^n), \nu=1,2$, называются *изотопными*, если существует изотопия сферы S^{n+2} , переводящая k_1 на k_2 с сохранением ориентации.

В работе [5] Брэдон ввел конструкцию надстройки узлов. *Надстройкой* n -мерного узла (S^{n+2}, k^n) является $(n+2)$ -мерный узел, обозначаемый $\omega(S^{n+2}, k^n)$. Надстройка Брэдона сферического узла не всегда является сферическим узлом. Однако дважды итерированная конструкция надстройки ω^2 переводит сферические узлы в сферические [5].

2. **Стабильная эквивалентность.** Два сферических узла (S^{n+2}, k_1^n) и (S^{m+2}, k_2^m) назовем *стабильно эквивалентными* (или имеющими одинаковый стабильный тип), если существуют такие натуральные k и l , что $n+4k=m+4l$ и узел $\omega^{2k}(S^{n+2}, k_1^n)$ изотопен узлу $\omega^{2l}(S^{m+2}, k_2^m)$.

Узел (S^{n+2}, k^n) называется *стабильным*, если $n \geq 5$ и $\pi_i(S^{n+2}-k) = \pi_i(S^1)$ при всех $i \leq [n/3]+1$. Для всякого n -мерного узла (S^{n+2}, k^n) узел $\omega^N(S^{n+2}, k^n)$ является стабильным, если $N \geq n+1$.

Теорема 1. *Два стабильных сферических узла одинаковой размерности стабильно эквивалентны тогда и только тогда, когда они изотопны.*

Как следует из определения, разность размерностей любых двух стабильно эквивалентных сферических узлов делится на четыре. Поэтому вычет размерности узла по модулю четыре является инвариантом стабильного типа. Обозначим через SK_ν , где $\nu \in \{0, 1, 2, 3\}$, множество стабильных типов сферических узлов, размерность которых сравнима с ν по модулю четыре.

3. n -Изометрии. Для того чтобы описать множества SK_v , нам понадобится полная подкатегория $Stab_0$ категории $Stab$, введенной и исследованной Дольдом и Пуппе [6]. Объектами категории $Stab_0$ являются пары $X = (X, n)$, где X — конечный клеточный комплекс с отмеченной точкой, а $n \in \mathbb{Z}$ — целое число. Пары $(X, 0)$ записываются просто как X . В $Stab_0$, как и в $Stab$, имеются функторы надстройки Σ^F , $F \in \mathbb{Z}$, где $\Sigma^F(X, n) = (X, n + F)$. В $Stab_0$ имеется также моноидная структура, задаваемая тензорным произведением [6].

n -изометрией назовем тройку (X, u, z) , где X — объект, а $u: X \otimes X \rightarrow S^{n+1}$ и $z: X \rightarrow X$ — морфизмы категории $Stab_0$, причем предполагается, что

I. u является двойственностью Спеньера—Уайтхеда,

$$\text{II. } u' = (-1)^{n+1} u,$$

$$\text{III. } u_0(1 \otimes z) = u_0(\bar{z} \otimes 1).$$

Здесь u' обозначает композицию переставляющего отображения $X \otimes X \rightarrow X \otimes X$ (см. [6], § 3) и u , 1 обозначает тождественный морфизм $X \rightarrow X$, а $\bar{z} = 1 - z$.

Две n -изометрии (X_v, u_v, z_v) , $v = 1, 2$, назовем *примыкающими*, если существуют такие морфизмы $\varphi: X_1 \rightarrow X_2$ и $\psi: X_2 \rightarrow X_1$ в $Stab_0$, что

$$\begin{aligned} \varphi \circ z_1 &= z_2 \circ \varphi, & \psi \circ z_2 &= z_1 \circ \psi, \\ \varphi \circ \psi &= \bar{z}_2 \circ z_1, & \psi \circ \varphi &= \bar{z}_1 \circ z_2, \\ u_1 \circ (1_{X_1} \otimes \psi) &= u_2 \circ (\varphi \otimes 1_{X_2}). \end{aligned}$$

Отношение примыкания является рефлексивным и симметричным, но не является транзитивным. Назовем R -эквивалентностью порожденное примыканием отношение эквивалентности. Множество классов R -эквивалентных n -изометрий обозначим M_n .

Всякой n -изометрии (X, u, z) можно сопоставить $(n+4)$ -изометрию $(\Sigma^2 X, v^2, \Sigma^2 z)$, где v есть композиция

$$\begin{aligned} \Sigma^2 X \otimes \Sigma^2 X &= ((S^0, 2) \otimes X) \otimes ((S^0, 2) \otimes X) \rightarrow \\ &\xrightarrow{u \otimes 1} X \otimes X \otimes (S^0, 4) \xrightarrow{u} S^{n+1} \otimes (S^0, 4) \rightarrow S^{n+5}, \end{aligned}$$

где первая стрелка обозначает перестановку сомножителей (см. [6], § 3) а последняя — очевидную эквивалентность в $Stab_0$. Таким образом, мы получаем отображение $\sigma^2: M_n \rightarrow M_{n+4}$. Легко видеть, что оно является биекцией.

Заметим, что аналогично определяемая тройка $(\Sigma^1 X, w, \Sigma^1 z)$, в которой используется однократная надстройка, не является $(n+2)$ -изометрией, так как нарушается условие II.

4. Стабильная классификация узлов. Пусть (S^{n+2}, k^n) — некоторый сферический узел и $V^{n+1} \subset S^{n+2}$ — некоторое многообразие Зейферта этого узла. Пусть $\theta: V \wedge V \rightarrow S^{n+1}$ — гомотопическое спаривание Зейферта [3]. Положим $u = \theta + (-1)^{n+1} \theta'$. Тогда u является двойственностью и значит существует единственное S -отображение $z: V \rightarrow V$, для которого $u \circ (1 \otimes z)$ стабильно гомотопно θ . Тогда тройка (V, u, z) является n -изометрией. Если $n = 4q + \nu$, где $\nu \in \{0, 1, 2, 3\}$, то $\sigma^{-2q}(V, u, z)$ представляет некоторый элемент из M_ν .

Теорема 2. *Класс R -эквивалентности ν -изометрии $\sigma^{-2q}(V, u, z)$ не зависит от выбора многообразия Зейферта V , а определяется стабильным типом исходного узла. Получающиеся отображения $SK_\nu \rightarrow M_\nu$, $\nu = 0, 1, 2, 3$ являются биекциями.*

Эта теорема дает описание стабильных типов сферических узлов в терминах стабильной гомотопической теории. Ее доказательство использует изотопическую классификацию стабильных узлов в терминах гомотопического спаривания Зейферта [7]. Переход на язык изометрий осуществляется благодаря теореме о расщеплении идемпотентов в стабильной гомотопической теории [8].

5. Гипотеза об R -эквивалентности. Как легко следует из определения, если две n -изометрии (X_ν, u_ν, z_ν) , $\nu = 1, 2$ R -эквивалентны, то существуют такие натуральное m и морфизмы $\varphi: X_1 \rightarrow X_2$ и $\psi: X_2 \rightarrow X_1$ в Stab_0 , что

$$\begin{aligned} \varphi \circ z_1 &= z_2 \circ \varphi, \quad \psi \circ z_2 = z_1 \circ \psi, \\ \varphi \circ \psi &= (\bar{z}_2 \circ z_2)^m, \quad \psi \circ \varphi = (\bar{z}_1 \circ z_1)^m, \\ u_1 \circ (1_{X_1} \otimes \psi) &= u_2 \circ (\varphi \otimes 1_{X_2}). \end{aligned}$$

Можно предположить, что верно и обратное, то есть из существования натурального m и морфизмов φ и ψ , удовлетворяющих указанным свойствам, вытекает R -эквивалентность исходных n -изометрий. Справедливость этого обратного утверждения в некоторых специальных случаях можно установить косвенным образом. Например, для $(2q-1)$ -изометрий на $(q-1)$ -связных комплексах X этот факт легко следует из теоремы Троттера [9] о том, что спаривание Блэнчфилда определяет класс S -эквивалентности матрицы Зейферта. Этот факт верен также для $2q$ -изометрий на $(q-1)$ -связных комплексах.

Из справедливости этой гипотезы вытекают бы многочисленные утверждения типа вышеупомянутой теоремы Троттера, в том числе и для гомотопического аналога спаривания Блэнчфилда, а также другие важные следствия.

Академия наук Азербайджанской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 6.2.1981)

МАТЕМАТИКА

А. ШАХМАНОВ

სფერული კვანძების სტაბილური კლასიფიკაცია

რეზიუმე

ორი კვანძომილების სფერულ კვანძთა სიმრავლეში შემოტანილია სტაბილური ეკვივალენტობის მიმართება. ეს მიმართება უფრო უხეშია, ვიდრე მომცველი იზოტოპური ტიპის საშუალებით განსაზღვრული ეკვივალენტობის ჩვეულებრივი მიმართება, მაგრამ ეს ორი მიმართება ერთმანეთს ემთხვევა ისე-

თი კვანძების სიმრავლეზე, რომელთაც ზაიფერტის საკმაოდ ბმული მრავალ-ნაირობანი აქვთ. ძირითადი შედეგია სფერულ კვანძთა სტაბილური ტიპების სიმრავლის აღწერა სტაბილური ჰომოტოპიის თეორიის ტერმინებით.

MATHEMATICS

M. S. FARBER

A STABLE CLASSIFICATION OF SPHERICAL KNOTS

Summary

A stable equivalence relation on the set of codimension two spherical knots is introduced. This relation is more rough than the usual equivalence relation given by the ambient isotopy type but these two relations coincide on the set of knots with sufficiently connected Seifert manifolds. The main result of the paper is a description of the set of stable types of spherical knots in terms of stable homotopy theory.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. J. Levine. *Comm. Math. Helv.*, 45 № 2, 1970.
2. C. Kearton. *Topology*, 15, № 4, 1976, 363-373.
3. M. III. Φαρბერ. *ДАН СССР*, 240, № 1, 1978.
4. M. III. Φαρბერ. *УМН*, 35, № 3, 1980.
5. G. E. Bredon. *Bull. Amer. Math. Soc.*, 79, № 1, 1973, 87-91.
6. A. Dold, D. Puppe. *Duality, trace, and transfer* (preprint), Heidelberg, 1979.
7. M. S. Farber. *Trans. Amer. Math. Soc.*, 261, № 1, 1980.
8. P. Freyd. *Stable homotopy*, in: "Proc. Conference on Categorical Algebra (La Jolla, Calif., 1965)", New York, 1966, 121-172.
9. H. F. Trotter. *Inventiones Math.*, 20, № 3, 1973.

А. Б. ХАРАЗИШВИЛИ

ОБ ОДНОМ ПРИМЕНЕНИИ СВОЙСТВА БЭРА

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 11.3.1981)

Настоящая статья непосредственно связана с работой [1], в которой рассматриваются обобщенные пределы на действительной прямой R . Для дальнейшего нам понадобится следующая чисто топологическая

Лемма. Пусть E — произвольное топологическое пространство и пусть A — всюду плотное подмножество в E типа G_δ . Тогда для всякого множества $X \subseteq E$ приводимые ниже соотношения эквивалентны:

1) множество X обладает свойством Бэра в пространстве E ;

2) множество $X \cap A$ обладает свойством Бэра в пространстве A , наделенном индуцированной топологией.

Рассмотрим теперь пространство R^N , где N — множество всех натуральных чисел. Это пространство — польское. Пусть H — некоторая подгруппа в R^N . Аддитивный функционал

$$\Phi: H \rightarrow R$$

будем называть ω -функционалом, если для произвольной окрестности U нуля группы R^N числовое множество $\Phi(U \cap H)$ является неограниченным в R . Другими словами, каждый ω -функционал всюду разрывен на своей области определения.

Пример. Любой частичный обобщенный предел (см. [1]) является ω -функционалом.

Теорема 1. В теории

(ZF) & (аксиома зависимого выбора) & (всякое подмножество действительной прямой обладает свойством Бэра) область определения произвольно взятого ω -функционала представляет собой множество первой категории в R^N .

Коротко наметим доказательство сформулированной теоремы.

Пусть

$$\Phi: H \rightarrow R$$

есть некоторый ω -функционал. Обозначим через I множество всех иррациональных чисел действительной прямой R . Тогда I^N будет всюду плотным множеством в R^N типа G_δ . Если бы группа H не обладала свойством Бэра в пространстве R^N , то пересечение $H \cap I^N$ не обладало бы свойством Бэра в пространстве I^N . Отсюда, в силу соотношений

$$I^N \sim (N^N)^N \sim N^{N \times N} \sim N^N \sim I,$$



мы получили бы множество действительной прямой, не обладающее свойством Бэра. Но так как последнее невозможно, то группа H должна обладать свойством Бэра в пространстве R^N . Далее, согласно известной теореме Банаха (см., например, [2]), либо H является множеством первой категории в R^N , либо H является одновременно открытой и замкнутой подгруппой в R^N . Поскольку пространство R^N связно, то во втором случае должно быть $H = R^N$.

В этом случае мы будем иметь

$$\Phi : R^N \rightarrow R.$$

В силу разрывности функционала Φ он не обладает свойством Бэра (см. [1]). Следовательно, существует интервал $(a, b) \subset R$, такой, что множество $\Phi^{-1}((a, b))$ не обладает свойством Бэра в пространстве R^N . Отсюда, как и выше, мы снова получим подмножество действительной прямой, не обладающее свойством Бэра. Но поскольку это исключено, то остается лишь тот случай, когда H является множеством первой категории в R^N , что нам и требовалось установить.

С л е д с т в и е. Всякий эффективно определенный частичный обобщенный предел имеет своей областью определения множество первой категории в пространстве R^N .

В частности, всякий такой предел можно эффективно строго продолжить с сохранением свойства аддитивности (или же с сохранением свойства линейности).

Пусть теперь $((a_k, b_k))_{k \in N}$ — какая-нибудь фиксированная последовательность попарно непересекающихся полусегментов, в совокупности покрывающих промежуток $[0,1)$. Обозначим через \mathfrak{F} класс всех тех функций f , определенных на промежутке $[0,1)$, которые на каждом полусегменте $[a_k, b_k)$ принимают постоянное вещественное значение $x_k(f)$. Тогда любую функцию f можно будет отождествить с соответствующей ей последовательностью

$$(x_0(f), \dots, x_k(f), \dots) \in R^N.$$

Отметим здесь же, что при таком отождествлении топологии сходимости по мере, заданной на классе \mathfrak{F} , соответствует топология пространства R^N .

Пусть λ — некоторый аддитивный функционал, определенный на каком-нибудь классе измеримых по Лебегу функций $f : [0,1) \rightarrow R$ и служащий продолжением какого-нибудь элементарного интеграла на $[0,1)$ (скажем, служащий продолжением классического интеграла Римана на $[0,1)$). Будем называть функционал λ частичным обобщенным интегралом на промежутке $[0,1)$. С этим интегралом каноническим образом ассоциируется ω -функционал

$$\Phi_\lambda : H_\lambda \rightarrow R,$$

где H_λ — подгруппа в R^N , соответствующая классу $\text{dom}(\lambda) \cap \mathfrak{F}$.

С помощью доказанной выше теоремы 1 без особого труда получается следующая

Теорема 2. В теории

(ZF) & (аксиома зависимого выбора) & (всякое подмножество действительной прямой обладает свойством Бэра)
 для произвольно взятого частичного обобщенного интеграла λ пересечение $\text{dom } \lambda \cap \mathfrak{F}$ представляет собой множество первой категории в классе \mathfrak{F} .

Таким образом, всякий эффективно определенный частичный обобщенный интеграл можно эффективно строго продолжить с сохранением свойства аддитивности (или же с сохранением свойства линейности).

З а м е ч а н и е. В работе [3] существование обобщенных пределов и обобщенных интегралов связывается с существованием не измеримых по Лебегу подмножеств действительной прямой.

Пусть теперь M — класс всех измеримых по Лебегу вещественных функций, заданных на промежутке $[0,1)$.

Теорема 3. В теории

(ZF) & (аксиома зависимого выбора) & (всякое подмножество действительной прямой обладает свойством Бэра)
 область определения произвольно взятого частичного обобщенного интеграла представляет собой множество первой категории в классе M , наделенном топологией сходимости по мере (относительно которой M является польским пространством).

Для доказательства этой теоремы нужно заметить, что класс M содержит всюду плотное подмножество типа G_δ гомеоморфное I , и затем рассуждать так же, как и при доказательстве теоремы I.

С л е д с т в и е. Каждый эффективно определенный частичный обобщенный интеграл имеет своей областью определения множество первой категории в пространстве M .

З а м е ч а н и е. При естественных ограничениях в формулировках теорем 2 и 3 вместо промежутка $[0,1)$ можно рассматривать пространство с заданной на нем мерой.

Госкомитет ГССР по науке и технике
 Институт управления народным хозяйством

(Поступило 20.3.1981)

მათემატიკა

ა. ხარაზოვილი

ბერის თვისების ერთი გამოყენების შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში მოცემულია რ. ბერის თვისების გამოყენება განზოგადებული ზღვრების და განზოგადებული ინტეგრალების არსებობისა და გაგრძელებადობის საკითხებში.



А. В. KHARAZISHVILI

ONE APPLICATION OF BAIR'S PROPERTY

Summary

One application of Bair's property to the question of the existence and extension of generalized limits and generalized integrals is given in the paper.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Б. Харазшвили. Сообщения АН ГССР, 101, № 1, 1981.
2. К. Куратовский. Топология, т. 1, М., 1966.
3. А. Kolmogoroff. Comptes Rendus Acad. Sci., Paris, 180, 1925.



МАТЕМАТИКА

М. М. НАДАРЕИШВИЛИ

НЕПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ И ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛЯ ОДНОЙ МОДЕЛИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. В. Хведелидзе 23.3.1981)

В данной работе рассмотрены задачи оценки функции регрессии и производных плотности вероятности. Эти оценки строятся методом, предложенным в работах [1, 2]. Аналогичным вопросам посвящаются работы [3—5].

1. Пусть X_1, X_2, \dots, X_n — выборка из n независимых наблюдений случайной величины X с плотностью вероятности f . Предположим, что f имеет ограниченные производные до порядка $s+1$. В качестве приближения по эмпирическим данным неизвестной плотности f примем [6]

$$f_n(x) = \frac{1}{na_n} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-X_i}{a_n}\right),$$

где K — некоторая плотность распределения; $\{a_n\}_{n=1}^{\infty}$ — некоторая последовательность действительных чисел; $a_n \rightarrow 0$ при $n \rightarrow \infty$.

Предположим, что K имеет ограниченные производные до порядка $s+1$, причем

$$\lim_{x \rightarrow \pm\infty} K^{(r)}(x) = 0, \quad r = 0, 1, \dots, s \quad \text{и} \quad \int_{-\infty}^{\infty} |u| K(u) du < \infty. \quad (1)$$

За оценку $f^{(r)}$ естественно принять статистику

$$f_n^{(r)}(x) = \frac{1}{na_n^{r+1}} \sum_{i=1}^n K^{(r)}\left(\frac{x-X_i}{a_n}\right), \quad r = 0, 1, \dots, s.$$

Теорема 1. Пусть $na_n^3 \rightarrow \infty$, $na_n^5 \rightarrow 0$, при $n \rightarrow \infty$ и соблюдается условие (1). Тогда

$$\sup_{-\infty < x < \infty} |f_n(x) - f(x)| = O_p(a_n).$$

Если, кроме того

$$\int_{-\infty}^{\infty} uK(u) du = 0,$$

то

$$\sup_{-\infty < x < \infty} |f_n(x) - f(x)| = O_p((na_n)^{-1/2}).$$

(Напомним, что случайная величина ξ_n есть $O_p(b_n)$, если для любого $\varepsilon > 0$ найдутся $c(\varepsilon)$ и номер $n(\varepsilon)$, такие, что $P(|\xi_n| < c(\varepsilon)b_n) > 1 - \varepsilon$, при $n > n(\varepsilon)$).

Теорема 2. Пусть $r=0, 1$; K и f имеют ограниченные производные до порядка $r+1$;

$$a_n = n^{-\delta}, \quad \frac{1}{5} < \delta < \frac{1}{3}; \quad \int_{-\infty}^{\infty} [K'(u)]^2 du < \infty, \quad \sup_{-\infty < x < \infty} |K^{(r)}(x)| < \infty$$

и имеет место (1). Тогда

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sup_{-\infty < x < \infty} n^c |f_n^{(r)}(x) - f^{(r)}(x)| = 0.$$

по вероятности, где

$$0 < c < \frac{1}{2} - \frac{2r+1}{10}.$$

Теорема 3. Пусть K и f имеют ограниченные производные до порядка $r+1$,

$$a_n = n^{-\frac{1}{2r+4}}, \quad \int_{-\infty}^{\infty} [K^{(r+1)}(x)]^2 dx < \infty, \quad \int_{-\infty}^{\infty} |K^{(r+1)}(x)| dx < \infty$$

и соблюдается условие (1). Тогда

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sup_{-\infty < x < \infty} n^c |f_n^{(r)}(x) - f^{(r)}(x)| = 0$$

по вероятности, где

$$0 < c < \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2r+4}.$$

2. Пусть $X=Y+Z$ — сумма независимых случайных величин Y и Z , причем распределение Z — нормальное с математическим ожиданием O и известной дисперсией σ_2 , а Y имеет неизвестную плотность g . Нетрудно показать [7], что в этом случае функцию регрессии $m(x) = E(Y|X=x)$ можно выразить следующим образом:

$$m(x) = \sigma^2 \frac{f'(x)}{f(x)} + x,$$

где

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^{\infty} g(u) \exp\left[-\frac{(x-u)^2}{2\sigma^2}\right] du.$$

Если X_1, X_2, \dots, X_n — выборка из n независимых наблюдений случайной величины X , то в качестве оценки $m(x)$ можно рассмотреть статистику

$$m_n(x) = \sigma^2 \frac{f_n'(x)}{f_n(x)} + x,$$

где $f_n^{(s)}$, $s=0, 1$, определены выше.

Теорема 4. Пусть x_1, x_2, \dots, x_k — различные действительные числа,

$\int_{-\infty}^{\infty} |u|^3 f(u) du < \infty$, а плотность K и последовательность $\{a_n\}_{n=1}^{\infty}$ удовлетворяют следующим условиям:

1. $|uK(u)|$ и $|uK'(u)|$ ограничены,
2. $\int_{-\infty}^{\infty} uK(u) du = 0$,

3. $\lim_{x \rightarrow \pm \infty} K^{(r)}(x) = 0, \quad r = 0, 1, 2,$ 4. $\int_{-\infty}^{\infty} |u| [K'(u)]^2 du < \infty,$
 5. $\lim_{n \rightarrow \infty} n a_n^3 = \infty, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} n a_n^5 = 0,$
 6. $\int_{-\infty}^{\infty} u^2 K(u) du < \infty,$ 7. $\int_{-\infty}^{\infty} |u K'(u)| du < \infty.$

Тогда случайный вектор

$$(n a_n^3)^{1/2} (m_n(x_1) - t(x_1), m_n(x_2) - t(x_2), \dots, m_n(x_k) - t(x_k))$$

сходится по распределению к вектору W , который распределен нормально со средней O и матрицей ковариации

$$C = \begin{pmatrix} \sigma^2(x_1) & & & 0 \\ & \sigma^2(x_2) & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & \sigma^2(x_k) \end{pmatrix},$$

где

$$\sigma^2(x) = \sigma^2 \frac{\int_{-\infty}^{\infty} [K'(u)]^2 du}{f(x)}.$$

Теорема 5. Пусть плотность K и последовательность $\{a_n\}_{n=1}^{\infty}$ удовлетворяют следующим условиям:

1. $K(u) = 0$, при $u \notin [-A, A]$ где $A > 0$ — некоторое число,
2. K и f имеют ограниченные производные,
3. $\int_{-A}^A u K(u) du = 0,$ 4. $\lim_{n \rightarrow \infty} n a_n^3 = \infty, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} n a_n^5 = 0;$

Тогда, для любой ограниченной интегрируемой весовой функции p случайная величина

$$D^{-1} a_n^{-1/2} \left[n a_n^3 \int_0^1 [m_n(x) - t(x)]^2 f_n^2(x) p(x) dx - \int_0^1 f(x) p(x) dx \cdot \int_{-A}^A [K'(u)]^2 du \right],$$

где

$$D^2 = 2 \sigma^8 \int_{-A}^A (K_1 * \bar{K}_1(u))^2 du,$$

а $K_1(u) = K'(u), \quad \bar{K}_1(u) = K_1(-u)$ распределена асимптотически нормально со средним 0 и дисперсией 1 .

Теорема 5 позволяет построить асимптотический критерий уровня α для проверки гипотезы $H: m = m_0$. Для этого следует вычислить

$$T_n = n\alpha_n^2 \int_0^1 [m_n(x) - m_0(x)]^2 f_n^2(x) p(x) dx$$

и отвергнуть гипотезу, если $T_n \geq d_n(\alpha)$, где

$$d_n(\alpha) = \int_0^1 f_n(x) p(x) dx \cdot \int_{-A}^A [K'(u)]^2 du + \alpha_n^{1/2} Q_\alpha \cdot D,$$

а Q_α — квантиль уровня α функции распределения стандартного нормального закона.

Академия наук Грузинской ССР

Институт экономики и права

(Поступило 27.3.1981)

მათემატიკა

ა. ნადარეიშვილი

განაწილების სიმკვრივისა და რეგრესიის ფუნქციის არაპარამეტრული შეფასება ერთი მოდელისათვის

რეზიუმე

განხილულია განაწილების ფუნქციის სიმკვრივისა და რეგრესიის ფუნქციის შეფასებათა საკითხი. კერძოდ, შეისწავლება $r(x) = E(Y/X=x)$ რეგრესიის ფუნქციის შეფასების თვისებები, სადაც $X = Y + Z$, Y და Z დამოუკიდებელი შემთხვევითი სიდიდეებია, ამასთან Z განაწილებულია ნორმალურად, პარამეტრებით $(0, \sigma)$ (σ ცნობილი სიდიდეა).

MATHEMATICS

M. M. NADAREISHVILI

NON-PARAMETRIC ESTIMATION OF THE PROBABILITY DENSITY AND REGRESSION FUNCTION FOR A CERTAIN MODEL

Summary

The estimation problem for the probability density and regression function is considered. Particularly, the properties of the estimator for the regression function $r(x) = E(Y/X=x)$ are studied where $X = Y + Z$, Y and Z are independent random variables and Z has $(0, \sigma)$ -normal distribution (σ is assumed to be known).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. Parnen. Ann. Math. Stat., 33, 1962, 1035-1076.
2. Э. А. Надарая. Сообщения АН СССР, 34, № 1, 1964, 19-24.
3. E. F. Schuster. Ann. Math. Stat., 40, 1969, 1187-1195.
4. E. F. Schuster. Ann. Math. Stat., 43, 1972, 84-88.
5. В. Д. Конаков. Теор. вер. и ее примен., 22, 1977, 879-888.
6. M. Rosenblatt. Ann. Math. Stat., 27, 1956, 832-837.
7. Э. А. Надарая. Теор. вер. и ее примен., 10, 1965, 199-203.



З. А. БАИАШВИЛИ

СПОСОБ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ СИНТАКСИЧЕСКИХ ОШИБОК
 В $LR(k)$ -АНАЛИЗАТОРАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 16.4.1981)

Как известно, разбор типа «перенос-свертка», применяемый в $LR(k)$ -анализаторах контекстно-свободных грамматик [1], состоит в следующем: входные символы переносятся последовательно в магазин разбора, пока в его верхней части не окажется основа. В этом случае делается свертка по какому-нибудь правилу. Если дальнейшая свертка невозможна, то переносится следующий входной символ.

Ядро $LR(k)$ -анализатора составляют синтаксические таблицы, которые состоят из двух табличных функций: функции действия f и функции переходов G .

Аргументом функции действия являются терминальные символы A . Значения функции $f(A)$ служат для $LR(k)$ -анализатора определителем следующего выполняемого шага. Например, если в магазине разбора находится таблица, в которой значением $f(A)$ является перенос (A — входной символ), то A переносится в магазин разбора.

Функция переходов G , аргументом которой является как терминальный, так и нетерминальный символы, по верхнему символу магазина разбора определяет следующую синтаксическую таблицу, загружаемую в магазин.

Однако нормальный процесс разбора входной строки прерывается, когда значением функций f или G является ошибка или следующий входной символ не предусмотрен рассматриваемыми таблицами. Рекомендуются в таких случаях методы выхода из ошибочной ситуации (устранить входной символ A и продолжить разбор; заменить A на другой символ B ; вставить перед A символ B ; ввести в грамматику дополнительные т. н. «ошибочные правила», на которые осуществляется переход) не дают желаемого эффекта. Так, устраняемый входной символ может быть началом или частью следующей за ошибкой конструкции, что повлечет за собой другие ошибки. Что касается замены или вставки других символов вместо ошибочных, то вызывают вопрос критерии, дающие возможность выбора заменяющего символа. Как правило, у разных авторов они разные даже для одной и той же грамматики и являются результатом субъективного подхода. Введение же в грамматику «ошибочных правил» усложняют ее и не могут охватить всевозможных неверных ситуаций. В результате этого, чтобы устранить ошибку приходится пропускать нерассмотренными большие части программы, в которых не исключены появления ошибок.

Кроме того, все упомянутые методы ориентированы на конкретно-данную грамматику и не могут быть использованы в общих случаях для произвольных языков. Создание систем построения трансляторов

потребовало, чтобы нейтрализаторы ошибок не были ограничены рамками одного алгоритмического языка, а способны были разрешить ошибочные ситуации для любых грамматик, заданных в виде входных параметров.

Метод, предложенный в работе [2], позволяет конструировать для $LR(k)$ -анализаторов нейтрализатор, независимый от языка. Для этого для каждой грамматики один раз образуются множества: внутренних символов правил, конечных символов и аванпочек — символов, следующих за данным нетерминалом. Алгоритм создания этих множеств не зависит от грамматики, которая задается в виде внешнего файла. Для разных грамматик программа требует лишь изменения значений некоторых параметров. Сами множества по завершении работы программы записываются в виде файла на накопители по указанному адресу. В дальнейшем нейтрализатор будет брать необходимые ему данные по адресу внешних файлов.

При возникновении ошибки анализатор передает нейтрализатору номер таблицы, которая находится в магазине разбора, и текущий входной символ A . В зависимости от того, к какому из множеств принадлежит A , выбирается соответствующий путь нейтрализации. Так, например, если A является аванпочкой разбираемого правила, т. е. встречается только после данного правила, то мы производим его свертку, как поступили бы при правильном ходе. Анализ входной строки в этом случае продолжается с символа A . Следующая синтаксическая таблица, загружаемая в магазин, выбирается применением функции G к полученному сверткой метасимволу.

Если входной символ A относится к внутренним символам правила, то он игнорируется, и в качестве текущего рассматривается следующий входной символ. Если же A является конечным символом правила, то он переносится в магазин разбора, и происходит свертка правила, как при правильном завершении данной ситуации.

Вышеприведенный двухступенчатый нейтрализатор (образование множества для данного языка, а затем — непосредственная нейтрализация) может быть применен и в других трансляторах, использующих разбор «перенос-свертка».

Академия наук Грузинской ССР
 Вычислительный центр

(Поступило 17.4.1981)

მათემატიკა

ზ. ბანიშვილი

სინტაქსური შეცდომების ნეიტრალიზაციის ხერხი $LR(K)$ -
 ანალიზატორებში

რეზიუმე

მოყვანილია ანალიზატორებში სინტაქსური შეცდომების ნეიტრალიზაციის მეთოდის აღწერა. დასაწყისში გრამატიკის საშუალებით აიგება წესების სიმბოლოების სიმრავლეები, ხოლო შემდეგ, იმისდა მიხედვით, თუ რომელ სიმრავლეს მიეკუთვნება პროგრამაში შემაჯავლი სიმბოლო, ჩატარდება ნეიტრალიზაცია.

Z. A. BAIASHVILI

A METHOD OF SYNTACTIC ERROR RECOVERY IN
LR(K)-TRANSLATORS

Summary

A method of syntactic error recovery in translators is presented. First the sets of production symbols are built by means of grammar. Then, recovery is effected according to the type of set to which the entry symbol of the program belongs.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Ахо, Дж. Ульман. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции, 1. М., 1978.
2. З. А. Баиашвили, В. М. Курочкин. Сб. «Автоматизация производства пакетов прикладных программ». Таллин, 1980, 70—72.

О. Е. ЧАНКВЕТАДЗЕ

ПРАВИЛО СЛОЖЕНИЯ ИМПЛИКАЦИИ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Берикашвили 26.6.1981)

Цель работы — доказать и применить для некоторых практических целей критерий

$$\frac{A_1 \rightarrow B_1}{A_2 \rightarrow B_2} \quad , \quad (A_1 \vee A_2) \rightarrow (B_1 \vee B_2) \quad ,$$

т. е. если A_1, A_2, B_1, B_2 — соотношения и $A_1 \rightarrow B_1, A_2 \rightarrow B_2$ суть теоремы теории T_0 (T_0 — теория (в τ -исчислении Н. Бурбаки [1]) без явных аксиом ([1], стр. 40), неявные аксиомы ([1], стр. 40), которой задают лишь схемы $S 1 - S 4$ ([1], стр. 44)), то соотношение

$$(A_1 \vee A_2) \rightarrow (B_1 \vee B_2)$$

есть теорема теории T_0 .

В самом деле будем иметь:

1. $A_1 \rightarrow B_1$ — (по условию),
2. $A_2 \rightarrow B_2$ — (по условию),
3. $(A_1 \rightarrow B_1) \rightarrow ((A_2 \vee A_1) \rightarrow (A_2 \vee B_1))$ — (S 4) ([1], стр. 44)),
4. $(A_2 \rightarrow B_2) \rightarrow ((B_1 \vee A_2) \rightarrow (B_1 \vee B_2))$ — (S 4),
5. $(A_1 \vee A_2) \rightarrow (A_2 \vee A_1)$ — (S 3) ([1], стр. 44)),
6. $(A_2 \vee A_1) \rightarrow (A_2 \vee B_1)$ — (1; 3; modus ponens),
7. $(A_2 \vee B_1) \rightarrow (B_1 \vee A_2)$ — (S 3),
8. $(B_1 \vee A_2) \rightarrow (B_1 \vee B_2)$ — (2; 4; modus ponens),
9. $(A_1 \vee A_2) \rightarrow (B_1 \vee B_2)$ — (5; 6; 7; 8; свойство транзитивности импликации — С 6 ([1], стр. 45)), что и требовалось доказать.

Частными случаями правила сложения импликации являются критерии

$$a) \frac{A \rightarrow B}{A \rightarrow C}, \quad b) \frac{A \rightarrow C}{(A \vee B) \rightarrow C},$$

из b) просто вытекает известный критерий.

$$c) \frac{A \vee B, A \rightarrow C, B \rightarrow C}{C},$$

который называют методом разделения случаев ([1], стр. 48). Из этого последнего, как известно, вытекает критерий ([1], стр. 48)

$$d) \frac{A \rightarrow C; \neg A \rightarrow C}{C}.$$

Из *d*) можно заключить следующий простой, но очень важный критерий

$$e) \frac{A \rightarrow \neg A}{\neg A}, \frac{\neg A \rightarrow A}{A},$$

для которого вводим название: «правило импликации с противоположными компонентами». Это правило высказывается так: «Если импликация с противоположными компонентами — теорема, то и его консеквент — теорема». Очевидно, критерий *d*) и *e*) вытекают из *b*) и из закона исключенного третьего [1] (С10, стр. 46) без использования метода разделения случаев.

Если мы докажем закон самодистрибутивности импликации [2] и правило сложения импликации (со своими частными случаями) непосредственно после С10 ([1], стр. 46), то критерии дедукции ([1], стр. 47) доказываются проще без применения критериев: 11, 12, 13 ([1], стр. 46). В самом деле, после установления истинности соотношений $A \rightarrow B_j$ и $A \rightarrow (B_j \rightarrow B_i)$ ([1], стр. 47) будем иметь:

1. $A \rightarrow B_j$ —(по условию),
2. $A \rightarrow (B_j \rightarrow B_i)$ —(по условию),
3. $(A \rightarrow B_j) \rightarrow (A \rightarrow B_i)$ —(2; закон самодистрибутивности импликации),
4. $A \rightarrow B_i$ —(1; 3; modus ponens), что и требовалось доказать.

Так же, применением правила импликации с противоположными компонентами, метод приведения к абсурду ([1], стр. 47) доказывается очень просто.

В самом деле, после установления истинности соотношения $\neg A \rightarrow A$ сразу заключаем, что A есть теорема теории [1] (стр. 47).

Очевидно, применением правил сложения импликации можно легко доказать аналогичные правила для эквиваленции.

Правила сложения импликации можно еще применить сравнительно для простого доказательства критерия С32 ([1], стр. 56):

«Пусть R и S соотношения теории T , а x — буква. Соотношения

$$(\forall x) (R \wedge S) \leftrightarrow ((\forall x) R \wedge (\forall x) S),$$

$$(\exists x) (R \wedge S) \leftrightarrow ((\exists x) R \vee (\exists x) S).$$

суть теоремы теории T ». (T — кванторная теория ([1], стр. 54).

1. Начнем с доказательства второго соотношения. Будем иметь:

1. $(\tau_x (R \vee S) | x) R \rightarrow (\exists x) R$ —(S 5) ([1], стр. 54),
2. $(\tau_x (R \vee S) | x) S \rightarrow (\exists x) S$ —(S 5),
3. $(\tau_x (R \vee S) | x) (R \vee S) \rightarrow ((\exists x) R \vee (\exists x) S)$ (1; 2; правило сложения импликации, CS 5 ([1], стр. 34),
4. $(\exists x) (R \vee S) \rightarrow ((\exists x) R \vee (\exists x) S)$ (3; определение квантора существования ([1], стр. 53).

II. Теперь докажем обратную импликацию. Будем иметь:

1. $(\exists x) R \rightarrow (\exists x) (R \vee S)$ —(кванторная форма схемы S_2 [1] (стр. 44), [3]),
2. $(\exists x) S \rightarrow (\exists x) (R \vee S)$ —(кванторная форма схемы S_2),
3. $((\exists x) R \vee (\exists x) S) \rightarrow (\exists x) (R \vee S)$ —(1; 2; правило сложения импликации; случай b).

Доказательство второго соотношения завершено. Для доказательства первого соотношения будем применять критерий C_{29} ([1], стр. 55), [3].

Таким образом, критерий C_{32} мы доказали без использования: теории T_0 ([1], стр. 56), правил введения и удаления квантора общности и критерии дедукции ([1], стр. 56).

Мы доказали критерий сложения импликации для τ -исключения Н. Бурбаки [1]. Очевидно, что вполне аналогично доказательств вышеприведенных критериев доказываются соответствующие критерии Ω -исчисления [4].

Тбилисский государственный университет
Институт прикладной математики
им. И. Н. Векуа

(Поступило 26.6.1981)

მათემატიკა

მ. შანკვეთაძე

იმპლიკაციის ადამიკაციის წესი და მისი გამოყენება

რეზიუმე

დამტკიცებულია კრიტერიუმი იმპლიკაციის ადამიკაციის წესსა და ნ. ბურბაკის τ -ალრიცხვაში და ნაჩვენებია მისი ზოგიერთი გამოყენება.

MATHEMATICS

O. E. CHANKVETADZE

THE ADDITION RULE OF IMPLICATIONS AND ITS
APPLICATION

Summary

The criterion of addition of implications in N. Bourbaki's τ -calculus is proved and some of its applications are shown.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Бурбаки. Теория множеств. М., 1965.
2. О. Е. Чанкветадзе. Труды ИПМ им. И. Н. Векуа, т. II. Тбилиси, 1981.
3. О. Е. Чанкветадзе. Сообщения АН ГССР, 100, № 3, 1980.
4. О. Е. Чанкветадзе. Сб.: «Исследования по математической логике и теории алгоритмов». Тбилиси, 1975.

А. В. ДАВИТАДЗЕ

ФУНКТОР \lim_{\leftarrow} И КОГОМОЛОГИИ В ПУЧКАХ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 30.7.1981)

Пусть X — топологическое пространство, а K — категория пучков абелевых групп, заданных над X . Как известно [1], категория K является абелевой категорией, в которой имеется достаточный запас инъективных объектов. Обозначим через $\text{Inv } K_M$ категорию обратных спектров пучков из K с одним и тем же множеством индексов M (M — частично упорядоченное направленное множество).

Пусть $\tilde{\mathfrak{F}} = \{\mathfrak{F}_\alpha, k_{\beta\alpha}\}_{\alpha \in M} \in K_M$. Если для каждого открытого подмножества $U \subset X$ рассмотреть обратный предел $\lim_{\leftarrow} \{\mathfrak{F}_\alpha(U), k_{\beta\alpha}(U)\}$, то получим предпучок $U \rightarrow \lim_{\leftarrow} \mathfrak{F}_\alpha(U)$, который обозначим через $\lim_{\leftarrow} \tilde{\mathfrak{F}}$.

Лемма 1. Предпучок $\lim_{\leftarrow} \tilde{\mathfrak{F}}$ является пучком.

Сопоставляя каждому обратному спектру $\tilde{\mathfrak{F}}$ его обратный предел $\lim_{\leftarrow} \tilde{\mathfrak{F}}$, можно показать, что образуется функтор

$$\lim_{\leftarrow} : \text{Inv } K_M \rightarrow K.$$

Произвольная система $\{I_\alpha\}_{\alpha \in M}$, состоящая из инъективных пучков $I_\alpha \in K$, порождает обратный спектр

$$\tilde{I} = \{I_\alpha^*, p_{\alpha'\alpha}\}_{\alpha \in M} \in \text{Inv } K_M, \text{ где } I_\alpha^* = \prod_{\beta < \alpha} I_\beta,$$

а $p_{\alpha'\alpha} : I_{\alpha'}^* \rightarrow I_\alpha^*$ — естественная проекция, $\alpha < \alpha'$.

Лемма 2. Обратный спектр \tilde{I} является инъективным объектом в категории $\text{Inv } K_M$ и в ней имеется достаточный запас инъективных объектов.

Лемма 3. $\lim_{\leftarrow} \tilde{I}$ является инъективным пучком.

Лемма 4. Для каждого объекта $\tilde{A} \in \text{Inv } K_M$ существует инъективная резольвента

$$0 \rightarrow \tilde{A} \rightarrow \tilde{I}^0 \rightarrow \tilde{I}^1 \rightarrow \tilde{I}^2 \rightarrow \dots,$$

такая, что коцепной комплекс

$$0 \rightarrow \lim_{\leftarrow} \tilde{A} \rightarrow \lim_{\leftarrow} \tilde{I}^0 \rightarrow \lim_{\leftarrow} \tilde{I}^1 \rightarrow \dots$$

состоит из инъективных пучков.

Рассмотрим ковариантные функторы

$$\lim_{\leftarrow} : \text{Inv } K_M \rightarrow K \text{ и } \Gamma : K \rightarrow \text{Ab},$$

где $\Gamma A = A(X)$ — группа сечений пучка A над X [2], Ab — категория абелевых групп.

Значения n -правых производных функторов \lim_{\leftarrow} и композиции $\Gamma \lim_{\leftarrow}$ для



объекта $\tilde{A} \in \text{Inv } K_M$ будем обозначать, соответственно, через $\lim^{(n)} \tilde{A}$ и $H^n(X, \tilde{A})$, а относительно функтора Γ для пучка $A \in \mathcal{K}$ через $H^n(X, A)$.

Теорема 1. Существует кохомологический спектральный функтор на категории $\text{Inv } K_M$ со значениями в Ab , сходящийся к группам кохомологии $H^*(X, \tilde{A})$, второй член которого имеет вид

$$E_2^{p,q}(\tilde{A}) = H^p(X, \lim^{(q)} \tilde{A}).$$

Следствие 1. Если спектр \tilde{A} является \lim -ациклическим, то имеет место изоморфизм

$$H^n(X, \lim \tilde{A}) \approx H^n(X, \tilde{A}).$$

Обозначим через $\text{Inv } \text{Ab}_M$ категорию обратных спектров абелевых групп с множеством индексов M . Определим функтор $\Gamma_M: \text{Inv } K_M \rightarrow \text{Inv } \text{Ab}_M$, сопоставляя каждому объекту $\tilde{A} = \{A_\alpha, k_{\beta\alpha}\}_{\alpha \in M}$ обратный спектр $\Gamma_M \tilde{A} = \{\Gamma A_\alpha, \Gamma k_{\beta\alpha}\}_{\alpha \in M}$.

Имеет место коммутативная диаграмма

$$\begin{array}{ccc} & \lim & \\ & \leftarrow & \\ \text{Inv } K_M & \longrightarrow & \mathcal{K} \\ \downarrow \Gamma_M & & \downarrow \Gamma \\ \text{Inv } \text{Ab}_M & \longrightarrow & \text{Ab} \\ & \lim & \\ & \leftarrow & \end{array}$$

т. е. для каждого объекта \tilde{A} выполняется равенство

$$\Gamma \lim \tilde{A} = (\lim \tilde{A})(X) = \lim A_\alpha(X) = \lim \Gamma A_\alpha.$$

Лемма 5. Функтор Γ_M переводит инъективные объекты в инъективные.

Теорема 2. Существует кохомологический спектральный функтор на категории $\text{Inv } K_M$ со значениями в Ab , сходящийся к группам кохомологии $H^*(X, \tilde{A})$, второй член которого имеет вид

$$E_2^{p,q}(\tilde{A}) = \lim^{(p)} H^q(X, A_\alpha).$$

Следствие 2. Если M — множество натуральных чисел, то имеет место точная последовательность

$$0 \rightarrow \lim^{(1)} H^{n-1}(X, A_\alpha) \rightarrow H^n(X, \tilde{A}) \rightarrow \lim H^n(X, A_\alpha) \rightarrow 0.$$

В частности, если $\tilde{A} \text{—} \lim$ — ациклический объект, то из следствий 1, 2 получаем

$$0 \rightarrow \lim^{(1)} H^{n-1}(X, A_\alpha) \rightarrow H^n(X, \lim \tilde{A}) \rightarrow \lim H^n(X, A_\alpha) \rightarrow 0.$$

Обозначим через \tilde{K}^M категорию, объектами которой являются системы $\tilde{A} = \{\tilde{A}_\alpha \rightarrow A_\alpha\}_{\alpha \in M}$ морфизмов u_α из \mathcal{K} с фиксированным множеством индексов M . Пусть $\tilde{A} \in \tilde{K}^M$. Тогда для каждого открытого множества

$U \subset X$ задается система $\tilde{A}(U) = \{\tilde{A}_\alpha(U) \xrightarrow{u_\alpha} A_\alpha(U)\}_{\alpha \in M}$. Определим обобщенное прямое произведение групп с отмеченными подгруппами $\pi \tilde{A}(U)$

следующим образом: элементами группы $\pi A(U)$ являются такие элементы $\{a_\alpha\}$ прямого произведения $\prod A_\alpha(U)$, что все $a_\alpha \in \text{Im } u_\alpha$, кроме конечного числа. Ясно, что, если u_α — мономорфизмы, $\alpha \in M$, то получим прямое произведение групп с отмеченными подгруппами [3, 4]. Сопоставляя каждому $U \rightarrow \pi A(U)$, мы получаем предпучок.

Пучок, порожденный этим предпучком, обозначим через πA . В частности, если u_α — тождественные отображения, то $\pi A = \prod A_\alpha$ — прямое произведение пучков, а если u_α — тривиальный гомоморфизм, то $\pi A = \sum A_\alpha$ — прямая сумма пучков.

Рассмотрим ковариантные функторы

$$\pi: \tilde{K}^M \rightarrow K \text{ и } \Gamma, K \rightarrow \text{Ab.}$$

Легко показать, что в категории \tilde{K}^M имеется достаточный запас инъективных объектов. Поэтому определяются правые производные $R^q(\pi)$, $R^q(\Gamma\pi)$ и $R^q(\Gamma)$ соответствующих функторов. Значения $R^q(\Gamma\pi)(A)$ для объекта $A \in \tilde{K}^M$ будем обозначать через $H^q(X, A)$.

Теорема 3. Существует когомологический спектральный функтор на категории \tilde{K}^M со значениями в Ab , сходящийся к группам когомологии $H^*(X, A)$, второй член которого имеет вид

$$E_2^{p,q}(A) = H^p(X, R^q \pi(A)).$$

Лемма 6. Если X — компактное пространство и \tilde{A} состоит из мономорфизмов в K , то имеет место изоморфизм

$$(\pi \tilde{A})(X) \approx \pi \tilde{A}(X).$$

Лемма 7. Если в объекте $\tilde{A} = \{\bar{A}_\alpha \xrightarrow{u_\alpha} A_\alpha\}_{\alpha \in M} \in \tilde{K}^M$ пучки \bar{A}_α и A_α , $\alpha \in M$ являются инъективными, то объект \tilde{A} является π -ациклическим.

Лемма 8. Объект $\tilde{A} = \{\bar{A}_\alpha \xrightarrow{u_\alpha} A_\alpha\}$, где u_α — мономорфизмы, можно вложить мономорфно в π -ациклический объект вида $\{I_\alpha \rightarrow I_\alpha \times J_\alpha\}_{\alpha \in M}$, в котором I_α и J_α — инъективные пучки.

Рассмотрим в категории $\tilde{\text{Ab}}^M$ коцепной комплекс

$$\underline{C}^0 = \{\bar{C}_\alpha^0 \rightarrow C_\alpha^0\} \rightarrow \underline{C}^1 = \{\bar{C}_\alpha^1 \rightarrow C_\alpha^1\} \rightarrow \underline{C}^2 = \{\bar{C}_\alpha^2 \rightarrow C_\alpha^2\} \rightarrow \dots \quad (*)$$

Действуя на него функтором π , мы получаем коцепной комплекс $\pi \underline{C}^*$, группы когомологии которого обозначим через $H^*(\pi \underline{C}^*)$.

С другой стороны коцепной комплекс $(*)$ порождает градуированный объект в $\tilde{\text{Ab}}^M$

$$H^n(\underline{C}^*) = \{H^n(\bar{C}_\alpha^n), H^n(C_\alpha^n)\}.$$

Лемма 9. Если для каждого $\alpha \in M$ композиция $\bar{C}_\alpha^n \rightarrow C_\alpha^n \rightarrow \bar{C}_\alpha^{n+1}$ цепно гомотопна тождественному гомоморфизму, то имеем изоморфизм

$$H^n(\pi \underline{C}^*) \approx \pi H^n(\underline{C}^*).$$



Теорема 4. Если X — компактное пространство, а в объекте $\tilde{A} \in \tilde{K}^M$ каждое \bar{A}_α прямое слагаемое A_α , то имеет место изоморфизм

$$H^n(X, \tilde{A}) = \pi H^n,$$

где

$$H^n = \{H^n(X, \bar{A}_\alpha), H^n(X, A_\alpha)\}.$$

Следствие 3. Если X — комкомпактное пространство, то

$$H^n(X, \sum A_\alpha) \approx \sum H^n(X, A_\alpha).$$

Следствие 4. Для произвольного пространства X и объекта

$$\tilde{A} = \{A_\alpha \xrightarrow{I_\alpha} A_\alpha\} \in \tilde{K}^M \text{ имеем}$$

$$H^n(X, \tilde{A}) \approx \prod H^n(X, A_\alpha).$$

Академия наук Грузинской ССР

Тбилисский математический институт

им. А. М. Размадзе

(Поступило 31.7.1981)

მათემატიკა

ა. დავითაძე

ფუნქტორი $\lim \leftarrow$ და კოკომოლოგიები კონეხში

რეზიუმე

ძირითადი შედეგი იმაში მდგომარეობს, რომ დადგენილია ისეთი ორი კომოლოგიური სპექტრული ფუნქტორის არსებობა, რომლებიც საერთო ზღვრისაკენ იკრიბებიან და რომელთა მეორე წევრებს აქვთ სახე

$$E_{\mathbb{Z}}^{p,q}(\tilde{A}) = H^p(X, \lim_{\leftarrow}^{(q)} \tilde{A}), \quad 'E_{\mathbb{Z}}^{p,q}(\tilde{A}) = \lim_{\leftarrow}^{(p)} H^q(X, A_\alpha),$$

სადაც $\tilde{A} = \{A_\alpha\}$ კონეხის შებრუნებული სპექტრია X სივრცეზე. განმარტებული კონათა განზოგადებული პირდაპირი ნამრავლი გამოყოფილი ქვეკონეხით და მისთვის აგებულია კრებადი სპექტრული მიმდევრობა.

MATHEMATICS

A. V. DAVITADZE

THE FUNCTOR \lim_{\leftarrow} AND SHEAF COHOMOLOGIES

Summary

The main result consists in proving the theorem on the existence of two cohomological spectral functors converging to the common limit, the second terms of which are of the form

$$E_{\mathbb{Z}}^{p,q}(\tilde{A}) = H^p(X, \lim_{\leftarrow}^{(q)} \tilde{A}), \quad 'E_{\mathbb{Z}}^{p,q}(\tilde{A}) = \lim_{\leftarrow}^{(p)} H^q(X, A_\alpha),$$

where $\tilde{A} = \{A_\alpha\}$ is the inverse sheaf spectrum on the space X .

The generalized direct product of sheaves with the distinguished sub-sheaves is defined and a converging spectral sequence is constructed with respect to it.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Гудеман. Алгебраическая топология и теория пучков. М., 1961.
2. Г. Гротендик. О некоторых вопросах гомологической алгебры. М., 1961.
3. Д. О. Баладзе. Сообщения АН ГССР, т. XLI:2, 1966, 277—283.
4. Н. Я. Виленкин. Матем. сб., 19, 1946, 85—154.



Г. Д. ТЕВЗАДЗЕ

СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НЕСУЩИХ КАНАТОВ ПКД ПРИ
 ПРОИЗВОЛЬНОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ НАГРУЗКЕ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 3.7.1981)

Существующие формулы для статического расчета основных параметров несущего каната подвесных канатных дорог (ПКД) при наличии сосредоточенной нагрузки основаны на распределение погонного веса каната в виде равномерной нагрузки по хорде пролета. Это эквивалентно замене действительной кривой провеса двумя пересекающимися параболоми [1]. Полученные методами сопротивления материалов формулы в ряде случаев весьма приближенны. Исследованию этих вопросов посвящено немало работ [2—4] и др. Ниже задача решается в более общей постановке.

Несущий канат из стали с погонным весом ρ , жестко закреплен в пролете длиной l с разностью уровней подвеса h . В произвольной точке x_0 ($0 < x_0 < l$) к нему приложена вертикальная сосредоточенная сила P , создающая в нем постоянное по длине пролета горизонтальное составляющее натяжение (распор) H . Требуется определить уравнение кривой провисания каната в пролете.

Как известно, кривая провеса несущего каната без наличия сосредоточенной нагрузки представляет собой цепную линию, уравнение которой в системе координат $хоу$ с началом в точке подвеса левого конца каната, имеет вид

$$y(x) = -c_0 ch \frac{x-a}{c_0} + c_0 ch \frac{a}{c_0}, \quad x \in [0, l], \quad (1)$$

где a определяется из трансцендентного уравнения

$$sh \frac{2a-l}{2c_0} = \frac{h}{2c_0 sh(h/c_0)}, \quad (2)$$

а $c_0 = H/\rho$ — параметр цепной линии (рис. 1).

Используя обобщенную функцию Дирака $\delta(x)$, для интенсивности нагрузки при наличии сосредоточенной силы P в точке $x = x_0$ получаем выражение

$$q(x) = \rho ch \frac{x-a}{c} + P\delta(x - x_0). \quad (3)$$

Уравнение кривой провеса несущего каната найдем из известного дифференциального уравнения равновесия гибкой нити

$$H \frac{d^2 y(x)}{dx^2} = -q(x). \quad (4)$$

Решая уравнение (4), с учетом (3) и граничных условий

$$y(x)|_{x=0} = 0, \quad y(x)|_{x=l} = h$$

окончательно получаем

$$y(x) = -c \operatorname{ch} \frac{x-a}{c} + \frac{P(l-x_0)x}{Hl} - \frac{P}{H}(x-x_0)_+ + c \operatorname{ch} \frac{a}{c}, \quad (5)$$

где

$$(x-x_0)_+ = \begin{cases} 0, & x \leq x_0 \\ x-x_0, & x > x_0 \end{cases}$$

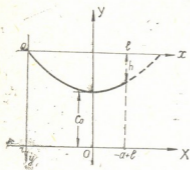


Рис. 1

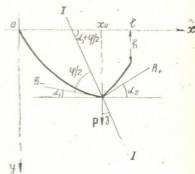


Рис. 2

Как видно из (5), кривая провеса несущего каната при наличии вертикальной сосредоточенной нагрузки представляется объединением кривых

$$y_i(x) = -c \operatorname{ch} \frac{x-a}{c} + k_i x + b_i + c \operatorname{ch} \frac{a}{c}, \quad (6)$$

где при $i=1$

$$x \in [0, x_0], \quad k_1 = \frac{P(l-x_0)}{Hl}, \quad b_1 = 0,$$

а при $i=2$,

$$x \in [x_0, l], \quad k_2 = -\frac{Px_0}{Hl}, \quad b_2 = \frac{Px_0}{H}.$$

Полученный результат дает возможность уточнить следующие параметры:

1. Провес несущего каната определяется из выражения

$$f_x = -c \operatorname{ch} \frac{x-a}{c} + \left[\frac{P(l-x_0)}{lH} - \frac{h}{l} \right] x - \frac{P}{H}(x-x_0)_+ + c \operatorname{ch} \frac{a}{c}. \quad (7)$$

2. Для длины несущего каната в пролете получим формулу

$$L = \int_0^{x_0} \sqrt{1 + \left[\frac{P(l-x_0)}{Hl} - sh \frac{x-a}{c} \right]^2} dx + \int_{x_0}^l \sqrt{1 + \left(sh \frac{x-a}{c} + \frac{Px_0}{Hl} \right)^2} dx. \quad (8)$$

3. Формула для угла подъема вагонетки, приведенная в [1], получена приближенно с рядом допущений. Укажем схему точного определения этого угла (рис. 2).

Из уравнения (6) находим углы α_1 и α_2 :

$$\alpha_i = \operatorname{arctg}[y'_i(x)]_{x=x_0}, \quad i = 1, 2,$$

где $y_1(x)$ и $y_2(x)$ — уравнения, соответственно, левой и правой от x_0 частей кривой провеса. Угол φ между реакциями R_+ и R_- равен

$$\varphi = \pi - (\alpha_1 + \alpha_2).$$

Зная этот угол, легко составить уравнение прямой 1—1, которая проходит через точку $(x_0, y(x_0))$ и составляет с осью абсцисс угол $\alpha_1 + \varphi_2$. И наконец, искомым углом γ находится известными формулами как угол между прямыми 1—1 и $x = x_0$.

Заметим, что указанными методами возможно уточнить существующие формулы для метода параболы [1], который из-за достаточной точности в инженерных расчетах представляет самостоятельный интерес.

Взяв в этом случае

$$q(x) = \rho / \cos \alpha + P \cdot \delta(x - x_0),$$

для метода параболы получим следующее уравнение кривой провисания несущего каната:

$$y(x) = -\frac{\rho x^2}{2H \cos \alpha} \left[\frac{\rho l}{2H \cos \alpha} + \frac{P(l-x_0)}{lH} + \frac{h}{l} \right] x - \frac{P}{H} (x-x_0)_+. \quad (9)$$

Как видно, при $x = x_0$, формула (9) осядет известную формулу провеса в точке приложения нагрузки [1]:

$$f_{x_0} = y(x_0) - x_0 \operatorname{tg} \alpha = \frac{x_0(l-x_0)}{2H} \left(\frac{\rho}{\cos \alpha} + 2 \frac{P}{l} \right).$$

Полученные результаты могут быть обобщены на случай нескольких сосредоточенных сил в точках x_i ($i = 1, 2, \dots, n$), $0 < x_i < l$. В этом случае для интенсивности нагрузки будем иметь выражение

$$q(x) = \rho ch \frac{x-a}{c} + \sum_{i=1}^n P_i \delta(x-x_i).$$

Кривая провеса представится как объединение $(n+1)$ кривых вида (6) с соответствующими значениями коэффициентов k_i и b_i .

Соответственно изменив граничные условия, аналогичными методами могут быть исследованы и другие способы закрепления концов несущего каната (грузовое натяжное устройство, качающаяся башня, пружинно-рычажное натяжное устройство).

ГНПУ «Грузглавканатдор» при СМ ГССР
 НИПИ «Трансавтоматика»

(Поступило 3.7.1981)

ბ. თეზისად

კიდული საბაზირო გზების მზიდ ბაზირთა სტატიკური გათვლა
 ნებისმიერი მერტივალური დატვირთვის დროს

რეზიუმე

განხილულია კიდული ბაზირ გზის მზიდი ბაზირი, რომლის ნებისმიერ წერტილში მოდებულია ვერტიკალური ძალა. განზოგადებულ ფუნქციითა თეორიის გამოყენებით გამოყვანილია მისი ჩაკიდულობის მრუდის განტოლება ჯაჭვწირის მეთოდით. ამ განტოლების საფუძველზე მიღებულია სტატიკური პარამეტრების გამოსათვლელი ფორმულები (ბაზირის სიგრძე ძალში, ჩაკიდულობა, დახრის კუთხეები, ვაგონის ასვლის კუთხე). შედეგები შეიძლება განზოგადდეს რამდენიმე თავმოყრილი ძალის შემთხვევისათვის და პარაბოლის მეთოდისათვის.

MECHANICS

G. D. TEVZADZE

STATICAL CALCULATION OF THE TRACK CABLES OF ROPEWAYS UNDER ARBITRARY VERTICAL LOAD

Summary

The paper deals with the problem of determining the curve of sagging of the rigidly secured track cable of a ropeway in the presence of concentrated load at any point of the span. The equation of this curve for the catenary method is derived by means of the theory of generalized functions. The following statical parameters of the ropeway are determined on the basis of the derived equation: the length of the track cable in the span, the cable sags, the angles of inclination and ascent of the car. The results can be generalized for the case of several concentrated loads and for the method of parabola.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Дукельский. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. М., 1966.
2. С. А. Цаплин. Теория расчета гибких нитей. М., 1937.
3. В. К. Качурин. Гибкие нити с малыми стрелами. М., 1956.
4. Р. Н. Мацелинский. Висячие покрытия. М., 1962.

Д. Г. НАТРОШВИЛИ, М. Ж. СВАНАДЗЕ

ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ДЛЯ АНИЗОТРОПНЫХ ТЕЛ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. В. Бурчуладзе 24.6.1981)

Динамические задачи для изотропных и анизотропных регулярных тел с компактной границей исследованы в [1—5]. Динамические задачи для изотропного и трансверсально-изотропного полупространства эффективно решены в [6, 7].

В настоящей заметке дается один способ эффективного решения динамических задач для однородных и кусочно-однородных анизотропных тел, ограниченных параллельными плоскостями. Предлагаемый способ основан на идеях, развитых в [1, 2]. Для иллюстрации способа ниже приводится решение первой основной динамической задачи для полупространства.

1. Пусть R^3 — трехмерное евклидово пространство. Введем обозначения: $D = \{x = (x_1, x_2, x_3) \in R^3 : x_3 > 0\}$, $R^2 = \{x \in R^3 : x_3 = 0\}$, $\bar{D} = D \cup R^2$, $T = [0, +\infty[$.

Вектор-функцию $u: \bar{D} \times T \rightarrow R^3$ назовем регулярной в $D \times T$, если $u \in C^2(\bar{D} \times T)$ и

$$V(x, t) \in \bar{D} \times T: |D_x^\alpha u_j(x, t)| \leq \frac{c e^{\sigma_0 t}}{1 + |x|^{1+|\alpha|}}, \quad |\alpha| = 0, 1, 2, \quad j = 1, 2, 3,$$

где $D_x = \left(\frac{\partial}{\partial x_1}, \frac{\partial}{\partial x_2}, \frac{\partial}{\partial x_3} \right)$, $D_x^\alpha = \frac{\partial^{|\alpha|}}{\partial x_1^{\alpha_1} \partial x_2^{\alpha_2} \partial x_3^{\alpha_3}}$, $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$ — мультииндекс, $|\alpha| = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$, $\sigma_0 = \text{const} > 0$, $c = \text{const} > 0$.

Однородное уравнение динамики анизотропной упругой среды и компонентах вектора смещения имеет вид [1, 8]

$$C(D_x)u(x, t) = \rho \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2}, \quad V(x, t) \in D \times T, \quad (1)$$

где $C = \|C_{kl}\|_{3 \times 3}$ — матричный дифференциальный сильно эллиптический самосопряженный оператор, порожденный уравнениями статики анизотропной теории упругости [3, 9]; u — вектор смещения; ρ — плотность среды.

Первая основная динамическая задача теории упругости ставится следующим образом: Найти регулярное в $D \times T$ решение u уравнения (1), удовлетворяющее начальным условиям

$$Vx \in \bar{D}: \lim_{t \rightarrow 0+} u(x, t) = \lim_{t \rightarrow 0+} \frac{\partial}{\partial t} u(x, t) = 0, \quad (2)$$



и граничному условию

$$\forall t \in T, \bar{x} = (x_1, x_2, 0): \lim_{D \in x \rightarrow \bar{x} \in R^2} u(x, t) = f(\bar{x}, t), \quad (3)$$

где $f = (f_1, f_2, f_3)$ — граничная вектор-функция. Будем предполагать, что

$$V(\bar{x}, t) \in R^2 \times T; \left| \frac{\partial^{p+|q|} [x_j^m f_k(\bar{x}, t)]}{\partial t^p \partial x_1^q \partial x_2^q} \right| \leq \frac{ce^{\sigma_0 t}}{1 + |\bar{x}|^{2+\varepsilon}},$$

$$\frac{\partial^{p+|q|} f_k(\dots)}{\partial t^p \partial x_1^q \partial x_2^q} \in C(R^2 \times T), \quad (4)$$

$$\forall \bar{x} \in R^2: \lim_{t \rightarrow 0+} \frac{\partial^n f_k(\bar{x}, t)}{\partial t^n} = 0, p = 0, 4, |q| = 0, 5, |q| = q_1 + q_2, n, m = 0, 1, 2, k = 1, 2, 3, j = 1, 2, \varepsilon > 0, c = \text{const} > 0.$$

2. Введем обозначения: $P = \left(i\bar{\xi}_1, i\bar{\xi}_2, \frac{d}{dx_3} \right)$, $\Pi_{\sigma_0} = \{ \tau = \sigma + i\omega: \sigma \geq \sigma' > \sigma_0 \}$,

$\bar{\xi} = (\bar{\xi}_1, \bar{\xi}_2, 0)$ (ниже всегда будем подразумевать, что $\bar{\xi} \in R^2$, $\tau \in \Pi_{\sigma_0}$).

Рассмотрим следующую задачу: найти регулярное в $]0, +\infty[$ решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений

$$C(P)v(x_3, \bar{\xi}, \tau) - \rho \tau^2 v(x_3, \bar{\xi}, \tau) = 0, x_3 > 0, \quad (5)$$

удовлетворяющее условию

$$\lim_{x_3 \rightarrow 0+} v(x_3, \bar{\xi}, \tau) = g(\bar{\xi}, \tau), \quad (6)$$

где g — преобразование Фурье—Лапласа граничной функции f :

$$g(\bar{\xi}, \tau) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} \int_{R^2} f(\bar{x}, t) e^{-\tau t} \exp\{-i\bar{x} \cdot \bar{\xi}\} dt d\bar{x}.$$

Под регулярным в интервале $]0, \infty[$ вектором v будем подразумевать вектор класса $C^2(T)$, удовлетворяющий условиям

$$\lim_{x_3 \rightarrow +\infty} \frac{d^j}{dx_3^j} v_k(x_3, \bar{\xi}, \tau) = 0, j = 0, 1, k = 1, 2, 3.$$

Легко показать, что задача (5) — (6) получается из задачи (1) — (3) формальным преобразованием Фурье—Лапласа.

Справедлива следующая

Теорема 1. *Задачи (1) — (3) и (5) — (6), при $f = 0$, в классе регулярных векторов имеют только нулевые решения.*

3. Пусть $M(\bar{\xi}, \tau) = C(i\bar{\xi}) - \rho \tau^2 E$, E — единичная матрица, $\bar{\xi} = (\bar{\xi}_1, \bar{\xi}_2, \bar{\xi}_3)$; тогда в комплексной $\bar{\xi}_3$ -плоскости существует такая окружность \sum_r с центром в начале координат и радиусом $r > 0$, что все корни $\lambda_j(\bar{\xi}, \tau)$ ($j = \overline{1, 6}$) уравнения

$$\det M(\bar{\xi}, \tau) = 0 \quad (7)$$

относительно $\bar{\xi}_3$ будут расположены внутри окружности \sum_r ; ясно, что r зависит от упругих постоянных и от величины $\bar{\xi}_1^2 + \bar{\xi}_2^2 + \rho |\tau|^2$.

Можно доказать следующую лемму.

Лемма 1. Корни $\alpha_j(\bar{\xi}, \tau)$ ($j = \overline{1, 6}$) уравнения (7) являются однородными функциями первого порядка относительно $\bar{\xi}, \tau$ и их можно переименовать так, что $V\bar{\xi}, \tau: \text{Im } \alpha_j(\bar{\xi}, \tau) > 0, \text{Im } \alpha_{j+3}(\bar{\xi}, \tau) < 0, j = 1, 2, 3.$

Обозначим через L_r^\pm кривые

$$L_r^+ = [-r, r] \cup \Sigma_r^+, \quad L_r^- = [-r, r] \cup \Sigma_r^- \quad (\Sigma_r^+ \cup \Sigma_r^- = \Sigma),$$

где $\Sigma^+ (\Sigma^-)$ — верхняя (нижняя) полуокружность.

Рассмотрим матрицу

$$Q^\pm(x_3, \bar{\xi}, \tau) = \int_{L_r^\pm} M^{-1}(i\bar{\xi}, \tau) \exp\{ix_3 \bar{\xi}_3\} d\bar{\xi}_3,$$

где M^{-1} — обратная к матрице M , обход контура L_r^+ происходит против движения часовой стрелки, а контура L_r^- — по движению часовой стрелки.

Лемма 2. Столбцы матрицы Q^+ и Q^- составляют полную систему линейно независимых решений уравнения (5) и являются аналитическими по τ в полуплоскости Π_{σ_0} ; при этом три решения (столбцы матрицы Q^+) по модулю экспоненциально стремятся к нулю, при $x_3 \rightarrow +\infty$, и экспоненциально возрастают, при $x_3 \rightarrow -\infty$, а остальные три решения (столбцы матрицы Q^-) по модулю экспоненциально стремятся к нулю, при $x_3 \rightarrow -\infty$, и экспоненциально возрастают, при $x_3 \rightarrow +\infty$.

4. Регулярное решение задачи (5) — (6) будем искать в виде

$$v(x_3, \bar{\xi}, \tau) = Q^+(x_3, \bar{\xi}, \tau) a(\bar{\xi}, \tau), \quad x_3 > 0, \quad (8)$$

где $a = (a_1, a_2, a_3)$ — искомая вектор-функция; тогда для определения a_j ($j = 1, 2, 3$) из условия (6) получим следующую линейную алгебраическую систему:

$$Q^+(0, \bar{\xi}, \tau) a(\bar{\xi}, \tau) = g(\bar{\xi}, \tau).$$

В силу теоремы 1 и леммы 2 эта система всегда разрешима и ее решение можно представить в виде

$$a(\bar{\xi}, \tau) = [Q^+(0, \bar{\xi}, \tau)]^{-1} g(\bar{\xi}, \tau).$$

Подставляя это выражение в (8), получаем регулярное решение задачи (5) — (6):

$$v(x_3, \bar{\xi}, \tau) = Q^+(x_3, \bar{\xi}, \tau) [Q^+(0, \bar{\xi}, \tau)]^{-1} g(\bar{\xi}, \tau). \quad (9)$$

Можно доказать, что если f удовлетворяет условиям (4), то v аналитически зависит от $\tau \in \Pi_{\sigma_0}$ и $v(x_3, \bar{\xi}, \tau) = 0$ ($\exp\{(-x_3 \eta \varepsilon)\} |g(\bar{\xi}, \tau)|$) где

$$\varepsilon = \text{const} > 0, \quad \eta = [\bar{\xi}_1^2 + \bar{\xi}_2^2 + |\tau|^2]^{1/2}.$$

С учетом этих соотношений доказывается следующая

Теорема 2. Если вектор f удовлетворяет условиям (4), то существует единственное регулярное решение задачи (1) — (3) и оно представится в виде

$$u(x, t) = \frac{1}{4\pi^2 i} \int_{\sigma-i\infty}^{\sigma+i\infty} \int_{R^2} v(x_3, \bar{\xi}, \tau) e^{\tau t} \exp\{i\bar{x}\bar{\xi}\} d\tau d\bar{\xi}, \quad (x, t) \in \bar{D} \times T,$$

где вектор v определен равенством (9).



Аналогично строятся решения задач, когда вместо условиям (3) на границе области \bar{D} заданы: а) компоненты вектора напряжения; б) нормальная составляющая вектора смещения и касательные составляющие вектора напряжения; в) нормальная составляющая вектора напряжения и касательные составляющие вектора смещения.

Аналогичным способом получают эффективные решения динамических контактных задач для кусочно-однородного анизотропного слоя и полупространства с разными условиями сопряжения на контактных поверхностях.

Тбилисский государственный университет
Институт прикладной математики
им. И. Н. Векуа

(Поступило 25.6.1981)

დრეკადობის თეორია

დ. ნატროშვილი, მ. სვანაძე

დრეკადობის თეორიის დინამიკის ზოგიერთი ამოცანის ეფექტური ამოხსნა ანიზოტროპული სხეულებისათვის

რეზიუმე

ნაშრომში ფურიე—ლაპლასის გარდაქმნის გამოყენებით ცხადი სახით არის აგებული დრეკადობის თეორიის დინამიკის ზოგიერთი ამოცანის ამოხსნა ერთგვაროვანი და უბნობრივ ერთგვაროვანი ანიზოტროპული ნახევარსივრცისა და ფენისათვის.

THEORY OF ELASTICITY

D. G. NATROSHVILI, M. G. SVANADZE

EFFECTIVE SOLUTION OF SOME DYNAMICAL PROBLEMS FOR ANISOTROPIC ELASTIC BODIES

Summary

Basic dynamical problems of the theory of elasticity for an anisotropic homogeneous and piecewise homogeneous layer and halfspace are effectively solved by means of the Fourier-Laplace transform.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Купрадзе, Т. Г. Гегелиა, М. О. Башелейшвили, Т. В. Бурчуладзе. Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости. М., 1976.
2. В. Д. Купрадзе, Т. В. Бурчуладзе. Современные проблемы математики, т. 7, 1975, 163—294.
3. Г. Фикера. Теоремы существования в теории упругости. М., 1974.
4. М. О. Башелейшвили, Д. Г. Натрошвили. Труды Тбил. гос. ун-та, т. 204, 1978, 29—46.
5. Р. В. Капанадзе. Сообщения АН ГССР, 90, № 1, 1978, 41—44.
6. Ф. Франк, Р. Мизес. Дифференциальные и интегральные уравнения математической физики. М., 1937.
7. R. Payton. Int. J. Engng Sci., v. 17, 7, 1979, 879-887.
8. А. Ляв. Математическая теория упругости. М., 1935.
9. С. Г. Лехницкий. Теория упругости анизотропного тела. М., 1977.



Б. И. ЦЕРЦВАДЗЕ

КОДЫ, ПОЛУЧАЕМЫЕ ИЗ $PA(n,s)$ ТАБЛИЦ

(Представлено академиком В. В. Чавчавидзе 29.1.1981)

$PA(n,s)$ таблица представляет собой прямоугольную матрицу s строками и k столбцами с элементами $(\overline{1,n})$, в которой любая пара строк содержит в столбцах все $\binom{n}{2}$ неупорядоченные пары из $(\overline{1,n})$.

Известно, что при $n=p^a$ имеется n строк с вышеуказанным свойством, где $p>2$ — простое число. Ясно, что PA таблицы могут существовать только для нечетных n .

Если $n \neq p^a$ — составное число, то количество строк $n \geq s \geq 3$.

С методами построения PA таблиц можно познакомиться, например, в [1, 2].

Сопоставим элементам в $PA(n, s)$ таблице двоичные векторы длиной ω . Тогда из $PA(n, s)$ таблицы получим двоичную матрицу $N \times s$, где $N = \binom{n}{2} \omega$. Если теперь рассматривать строки как кодовые векторы, то нетрудно подсчитать и кодовое расстояние. Таким образом, получаем код с параметрами:

$$N = \binom{n}{2} \omega, M = s, d = \sum_{i \neq j} |a_i \oplus a_j|.$$

Ясно, что кодовые векторы будут иметь одинаковый вес

$$|V| = \frac{n-1}{2} \sum_{i=1}^n |\omega_i|,$$

где $\sum_{i=1}^n |\omega_i|$ — сумма весов двоичных векторов.

Рассмотрим несколько частных случаев вышеуказанного кода.

Пример 1. Сопоставим m элементам из $(\overline{1,n})$ нулевой вектор длиной ω , а $(n-m)$ элементам — единичный вектор длиной ω . Тогда получим код с параметрами

$$N = \binom{n}{2} \omega, M = s, d = m(n-m) \omega.$$

Вес каждого вектора будет

$$|V| = \frac{n-1}{2} (n-m) \omega$$

при

$$m = \frac{n-1}{2} \text{ и } n = M = p^a.$$

Параметры кода будут иметь вид

$$N = \binom{n}{2} \omega, M = n+1, |V| = d = \frac{n^2-1}{4} \omega.$$

Здесь к кодовым векторам добавлен нулевой вектор длиной N , который находится на таком же расстоянии от всех векторов.

Нетрудно проверить, что для этих кодов граница Плоткина—Левенштейна является точной. Граница Плоткина—Левенштейна для любого кода (n, M, d) при $n < 2d$

$$M \leq 2[d/(2d-n)].$$

Подставив значения параметров вышеописанных кодов, получим равенство.

Заметим, что коды с такими параметрами были получены ранее [3], где для построения требовалось существование матриц Адамара. Некоторые параметры вышеописанных кодов пересекаются и с некоторыми другими, например, кодами Белова и БЧХ. Их сравнение мы проводили с таблицами известных наилучших кодов, которые даны в [4].

Следует отметить, что двоичная матрица, полученная вышеописанным методом, является матрицей инцидентности ВВВ-схемы с параметрами:

$$\left[V = n, r = \frac{n^2-1}{4} \omega, k = \frac{n+1}{2}, \lambda = \frac{n^2-1}{8} \omega, b = \binom{n}{2} \omega \right], \quad (A)$$

$$\left[V_1 = n, r_1 = \left(\frac{n-1}{2} \right)^2 \omega, k_1 = \frac{n-1}{2}, \lambda = \frac{(n-3)(n-1)}{8} \omega, b_1 = b \right]. \quad (\bar{A})$$

Применим конструкцию, рассмотренную в [5] к вышеописанным кодам.

$$\begin{array}{ccc} A & A & O \\ A & \bar{A} & J \\ 1 & \dots & 1 \end{array},$$

где J —матрица единиц размера $(r-2\lambda)m$, O матрица из нулей, $A_{b \times v}$ и $\bar{A}_{b \times v}$ —матрицы инцидентности ВВВ-схемы (A, \bar{A}) , основная и дополнительная.

Основной будем считать матрицу A , в которой $\lambda > \lambda_1$.

Любые два вектора строки A и \bar{A} матриц удовлетворяют следующим условиям:

$$|a_i \cap a_j| = \begin{cases} r, & i = j, \\ \lambda, & i \neq j, \end{cases}$$

$$|a_i \cap \bar{a}_j| = \begin{cases} r - \lambda, & i \neq j, \\ 0, & i = j, \end{cases}$$

$$|\bar{a}_i \cap \bar{a}_j| = \begin{cases} b - r, & i = j, \\ b - 2r + \lambda, & i \neq j, \end{cases}$$

где $a_i, \bar{a}_i, a_j, \bar{a}_j$ — векторы в основной и дополнительной матрицах.

В нашем случае

$$|a_i \cap a_j| = \begin{cases} \frac{n^2 - 1}{4} \omega, & i = j, \\ \frac{n^2 - 1}{8} \omega, & i \neq j, \end{cases}$$

$$|a_i \cap \bar{a}_j| = \begin{cases} \frac{n^2 - 1}{8} \omega, & i \neq j, \\ 0, & i = j, \end{cases}$$

$$|\bar{a}_i \cap \bar{a}_j| = \begin{cases} \left(\frac{n-1}{2}\right)^2 \omega, & i = j, \\ \frac{n^2 - 4n + 3}{4} \omega, & i \neq j. \end{cases}$$

Нетрудно убедиться, что в конструкции, размеры которой $\frac{1}{2}(n-1)(2n+1)\omega \times (2n+1)$, расстояние Хемминга между вектор-строками $d_1 = \frac{n^2 - 1}{2} \omega$, длина кода $N_1 = \frac{1}{2}(n-1)(2n+1)\omega$, число кодовых векторов $M = 2n + 2$.

Эти коды также лежат на границе Плоткина—Левенштейна.

Здесь к кодовым векторам добавлен единичный вектор длиной $d_1 = \frac{n^2 - 1}{2} \omega$ и нулевой вектор, которые находятся на таком же расстоянии Хемминга от других векторов.

Вышеописанные коды являются равновесными эквидистантными кодами. Такие коды рассматривались ранее в работах [6, 7], но не являются их частным случаем.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 30.1.1981)

ბ. ცერცვაძე

 $PA(n, s)$ ცხრილებიდან მიღებული კოდები

რეზიუმე

მიღებულია კოდები, რომლებიც აღწევენ პლოტკინ-ლევენშტეინის საზღვრებს.

CYBERNETICS

B. I. TSERTSVADZE

CODES DERIVED FROM $PA(n, s)$ TABLES

Summary

Codes reaching the Plotkin-Levenshtein boundaries are formed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. В. Маркова, А. Н. Лисенков. Комбинаторные планы в задачах многофакторного эксперимента. М., 1979.
2. P. J. Schellenberg, J. H. G. Rees, S. A. Vanstone. РЖ Математика, № 11, В 419, 1979.
3. В. И. Левенштейн. Проблемы кибернетики, вып. 5, 1961.
4. Ф. Дж. Мак-Вильямс, Н. Дж. Слоэн. Теория кодов, исправляющих ошибки. М., 1979.
5. Б. И. Церцвадзе. Сообщения АН ГССР, 82, № 1, 1976.
6. Н. В. Семаков, В. А. Зиновьев, Г. В. Зайцев. Том V, вып. 2, М., 1969.
7. Н. В. Семаков, В. А. Зиновьев. Проблемы передачи информации, 4, № 2, 1968.

Г. Ш. ДАРСАВЕЛИДZE, Г. В. ЦАГАРЕИШВИЛИ, О. А. ЦАГАРЕИШВИЛИ,
Дж. Г. НИКУРАДZE, Ф. Н. ТАВАДZE (академик АН ГССР)

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ МЕЛКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО БОРА

В работах [1, 2] исследовалось затухание низкочастотных упругих колебаний в нитях бора и указывалось на наличие аномально широкого пика в области 200—600°C. В связи с этим целесообразно изыскивать специальные методы термохимической обработки непрерывных нитей бора с целью воздействия на температурный спектр внутреннего трения, уменьшая или увеличивая вклад отдельных фазовых составляющих в возникновение определенных локальных максимумов или перегибов.

В настоящей статье приводятся результаты изучения влияния на внутреннее трение травления в азотной кислоте и отжигов при высоких температурах тонких стержней бора с мелкокристаллической структурой.

Внутреннее трение нитей бора измерялось методом регистрации затухания свободных крутильных колебаний на частоте ~ 1 гц. Измерения проводились в вакууме $\approx 10^{-5}$ мм рт. ст. при относительной деформации кручением, равной 5×10^{-5} . В тонких стержнях в исходном состоянии характер температурной зависимости рассеяния энергий колебаний чрезвычайно сложен. В температурном спектре внутреннего трения наблюдается широкая полоса поглощения, обусловленная суперпозицией ряда процессов, протекающих в интервале температур 200—600°C (рис. 1, кр. 1). На кривой $Q^{-1}(T)$ в окрестности 250—260°C имеется перегиб, к которому примыкает интервал резкого роста затухания вплоть до 300°C. В районе 400°C выявлен максимум. Выше этой температуры внутреннее трение заметно снижается, причем на соответствующей части кривой $Q^{-1}(T)$ ярко выражены два перегиба в интервале 420—530°C. После травления в кипящей концентрированной азотной кислоте в течение 5 мин диаметр нити уменьшается до 180 мкм. Соответственно заметно снижается фон рассеяния, в результате чего проявляются максимумы при температурах 300 и 400°C (рис. 1, кр. 2). При этом перегибы, наблюдаемые выше температуры 400°C, сужаются и соответствующий уровень затухания уменьшается. Кроме того, в области 250—260°C значительно понижен фон внутреннего трения. Влияние травления еще ярче проявляется при последующем уменьшении травлением диаметра испытуемого образца до 160 мкм (рис. 1, кр. 3). В окрестности 300°C проявлен острый максимум внутреннего трения. При температуре 400°C обнаруживается интенсивный процесс затухания; в области температур 420—600°C фон значительно понижен; проявлено только одно широкое плато на кривой $Q^{-1}(T)$ с относительно низким уровнем затухания. Наряду с этим, в интервале 250—260° проявлен небольшой максимум внутреннего трения. Максимумы при 250 и 400°C, а также перегибы, наблюдаемые выше 400°C, с изменением частоты смещаются вдоль температурной оси, т. е. имеют релаксацион-

ную природу происхождения. Повторное измерение, а также выдержка при 600°C в вакууме в течение 60 мин каких-либо существенных изменений в спектр $Q^{-1}(T)$ не вносят. Слабое влияние оказывает также последующее уменьшение диаметра до $140\ \mu\text{m}$ на 400 -градусный максимум и перегиб в области $450\text{--}500^{\circ}\text{C}$ (рис. 1, кр. 4). По сравнению с предыдущим состоянием снижены максимумы, проявленные при 250 и 300°C . Температурное положение 300 -градусного максимума внутреннего трения не зависит от частоты колебаний, т. е. он обусловлен процессами нерелаксационного происхождения. Это подтверждено также измерением $Q^{-1}(T)$ методом изгибных колебаний нитей бора на частоте $\sim 500\ \text{гц}$.

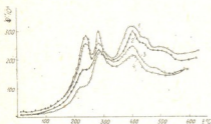


Рис. 1. Влияние травления в азотной кислоте на $Q^{-1}(T)$ нитей бора

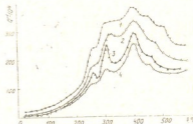


Рис. 2. Влияние отжига в вакууме на $Q^{-1}(T)$ нитей бора, покрытых карбидом кремния

Приблизительно сходное с травлением влияние оказывают отжиги при высоких температурах на спектр внутреннего трения нитей бора с диаметром $\sim 140\ \mu\text{m}$, покрытых тонким слоем карбида кремния (толщина покрытия $4\ \mu\text{m}$). На кривой температурной зависимости внутреннего трения нитей в исходном состоянии, измеренного на частоте $\sim 1,5\ \text{гц}$, проявлено множество процессов рассеяния колебаний (рис. 2, кр. 1), среди которых наиболее интенсивен 400 -градусный процесс. В предварительно отожженных нитях в вакууме $\sim 10^{-5}$ мм рт. ст. при 1000°C в течение 60 мин в некоторой степени увеличен фон в области $250\text{--}260^{\circ}\text{C}$. К последней примыкает интервал заметного понижения уровня затухания ($300\text{--}420^{\circ}\text{C}$). После отжига при 1200°C в вакууме $\sim 10^{-5}$ мм рт. ст. в течение 30 мин заметно понижен релаксационный 400 -градусный максимум и резко увеличены высоты пиков внутреннего трения, проявленные при 250 и 300°C (рис. 2, кр. 3). По сравнению с исходным состоянием высокотемпературная ветвь кривой $Q^{-1}(T)$ характеризуется относительно небольшим фоном и единственным слабо выраженным перегибом в области $440\text{--}460^{\circ}\text{C}$. Последний почти полностью устранен в образцах, отожженных в вакууме при 1300°C в течение 30 мин (рис. 2, кр. 4). В этом случае максимумы при 250 и 300°C более интенсивны, симметричны, а 400 -градусный максимум и высокотемпературный фон внутреннего трения еще заметнее уменьшены. Высота 300 -градусного максимума зависит от скорости нагрева, существенно уменьшается в нескольких единицах минут в процессе выдержки при температуре максимума.

Таким образом, отжиг и травление значительно уменьшают фон рассеяния, подавляют перегибы, наблюдаемые в области высоких температур. Однако на 400 -градусный максимум, имеющий релаксационную природу, травление практически не влияет, а отжиги при 1200°C заметно уменьшают его. Наряду с этим, в отличие от влияния травле-

ния в отожженных образцах интенсивнее проявлены максимумы при температурах 250 и 300°C.

Структура борной оболочки нитей многофазна и имеет преимущественно микрокристаллическое строение. Поверхностные слои нитей состоят из «аморфной» фазы бора, мелкодисперсной β -модификации и α -модификации различной дисперсности. Относительное количество α -модификации уменьшается в радиальном направлении от поверхности к центру нити. Процессы затухания в такой системе могут протекать при соответствующих условиях как в упорядоченных областях, так и в фазах с высокой степенью беспорядка. При этом различные типы неоднородностей могут привести, с одной стороны, к уширению максимумов, а с другой — к увеличению их числа по сравнению с однородным по составу материалом. Исходя из вышеизложенного предполагаем, что максимум, наблюдаемый при 400°C, а также перегибы на кривых $Q^{-1}(T)$ выше этой температуры обусловлены процессами, протекающими в α -фазе, и чрезвычайно искаженной аморфной» составляющей в поле периодического механического напряжения. Эти процессы не являются характерными для массивных кристаллов β -бора [3]. Одним из существенных доказательств этого предположения является уменьшение величины фона внутреннего трения выше 400°C в результате травления, что, по-видимому, обусловлено уменьшением относительного количества α -фазы. Еще существеннее влияние отжига в вакууме при высоких температурах. Заметно повышены высоты пиков, наблюдаемых при 250 и 300°C соответственно, резко уменьшен максимум при 400°C, который полностью устраняется в результате отжига при 1300°C. В структуре отожженных нитей бора, наряду с увеличением количества β -фазы, наблюдается укрупнение ее кристаллов, что, по-видимому, делает свойства их спектров $Q^{-1}(T)$ сходными с температурными спектрами внутреннего трения, характерными для монокристаллов бора β -ромбобдрической модификации. Природа максимумов и перегибов, наблюдаемых в температурном спектре внутреннего трения, чрезвычайно сложна и требует дальнейших систематических комплексных исследований физико-механических свойств и структуры нитей бора в исходном, а также в прошедшем различную термическую и механическую обработку состояниях.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт металлургии
 им. 50-летия СССР

(Поступило 31.7.1981)

ფიზიკა

ფ. ღარსაგვილიძე, ბ. ცაგარეიშვილი, ო. ცაგარეიშვილი, ჯ. ნიკორაძე,
 ფ. თავაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი)

წვრილმარცვლოვანი ბორის შინაგანი ხახუნის ტემპერატურული დამოკიდებულება

რეზიუმე

გამოკვლეულია წვრილმარცვლოვანი ბორის შინაგანი ხახუნის ტემპერატურული სპექტრი. კონცენტრირებულ აზოტმჟავაში მოწამვლის შედეგად შინაგანი ხახუნის დაბალი სიხშირის რთული სპექტრიდან გამოვლენილია სამი

ინტენსიური მაქსიმუმი შესაბამისად 250°C, 300°C, და 400°C ტემპერატურებზე. შესწავლილია სხვადასხვა ტემპერატურებზე ვაკუუმში მოწვევის გავლენა სილიციუმის კარბიდით დაფარულ წვრილმარცვლოვანი ბორის ღეროების შინაგან ხახუნზე.

PHYSICS

G. Sh. DARSAVELIDZE, G. V. TSAGAREISHVILI, O. A. TSAGAREISHVILI,
 J. G. NIKURADZE, F. N. TAVADZE

TEMPERATURE DEPENDENCE OF INTERNAL FRICTION
 IN FINE-GRAINED BORON

Summary

The temperature spectrum of the internal friction in thin boron rods with fine-grained structure was studied. Etching of the rods in boiling concentrated nitric acid revealed, in the complex spectrum of low frequency internal friction, three intensive maxima at 250° C, 300° C and 400° C, respectively. The effect of annealing in vacuum at different temperatures on the temperature spectrum of the internal friction in boron fibers coated with silicon carbide was studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Ш. Дарсавелидзе, Г. М. Дугладзе, Г. В. Цагарейшвили, А. М. Цирли, Дж. Г. Никурадзе, Ф. Н. Тавадзе. Сб. «Внутреннее трение в металлах, полупроводниках, диэлектриках и ферромагнетиках». М., 1978, 120—123.
2. G. Sh. Darsavelidze *et al.* J. Less-Common Metals, 67, 1979, 471-476.
3. Г. В. Цагарейшвили, В. Ш. Метревели, Г. Ш. Дарсавелидзе, Ф. Н. Тавадзе. Сб. «Механизмы релаксационных явлений в твердых телах». М., 1970, 143.

А. Г. КВИРИКАДЗЕ

КИНЕТИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ВО ВНЕШНЕМ ПЕРЕМЕННОМ ПОЛЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Харадзе 17.2.1981)

В данной работе изучается влияние внешнего поля на кинетику произвольной неравновесной системы, которую можно списать с помощью сокращенного набора параметров.

Гамильтониан системы во внешнем переменном поле имеет вид

$$H(t) = H + V(t). \quad (1)$$

Здесь H — гамильтониан системы в отсутствие внешнего поля, а гамильтониан взаимодействия $V(t)$ системы с внешним полем можно представить в форме

$$V(t) = \int dx J(x) F(x, t) + \text{э.с.},$$

где $F(x, t)$ — заданное внешнее поле в точке x в момент времени t ; $J(x)$ — оператор обобщенного тока, а интегрирование распространяется по объему системы.

Как хорошо известно [1, 2], в отсутствие переменного поля по прошествии времени ($t \gg \tau_0$, τ_0 — время хаотизации) неоднородное состояние системы можно описывать набором параметров $\zeta_\alpha(x)$, соответствующие операторы которых удовлетворяют условиям

$$[H, \widehat{\gamma}_\alpha] = \sum_{\beta} a_{\alpha\beta} \widehat{\gamma}_\beta, \quad \widehat{\gamma}_\alpha = \int dx \widehat{\zeta}_\alpha(x).$$

Предположение о сокращенном описании неравновесных систем означает, что для $t \gg \tau_0$ огрубленный статистический оператор зависит от времени неявно, посредством зависимости от времени макроскопических параметров. При наличии внешнего переменного поля огрубленный статистический оператор $\sigma(\zeta_\alpha, t)$ начинает зависеть от времени как через параметры ζ_α , так и непосредственно.

Оператор $\sigma(\zeta_\alpha, t)$ формально можно представить в виде

$$\sigma(\zeta_\alpha, t) = \varepsilon \int_{-\infty}^0 dt' \exp\{\varepsilon t'\} \text{Texp} \left(-i \int_{t+t'}^t dt_1 \int dx \varphi_\alpha(\zeta, x, t) \frac{\delta}{\delta \zeta_\alpha(x)} \right) \cdot U(t, t+t') \sigma_0(\zeta_\alpha) U^t(t; t+t'), \quad \varepsilon \rightarrow +0. \quad (2)$$

Здесь $\sigma_0(\zeta_\alpha, t)$ — неравновесный статистический оператор системы в отсутствие внешнего поля

$$U(t; t') = \exp\{iH(t' - t)\} \text{Texp} \left(-i \int_{t'}^t dt_1 V(t_1; t_1 - t') \right),$$

$$V(t, t') = \exp \{iHt'\} V(t) \exp \{-iHt'\};$$

T — оператор хронологического упорядочения Дайсона, $A+$ означает оператор, эрмитово сопряженный с A , а $\frac{\delta}{\delta \zeta_{\alpha}(x)}$ — функциональную производную по $\zeta_{\alpha}(x)$.

Функционалы $\varphi_{\alpha}(\zeta, x, t)$, входящие в (2), определяются из условий

$$\text{Sp } \sigma(\zeta_{\alpha}, t) \widehat{\zeta}_{\alpha}(x) = \zeta_{\alpha}(x). \quad (3)$$

Отметим, что условие нормировки

$$\text{Sp } \sigma(\zeta_{\alpha}, t) = 1$$

автоматически следует из нормировки $\sigma_0(\zeta_{\alpha})$.

Как нетрудно убедиться, статистический оператор $\sigma(t)$, получающийся подстановкой в (2) решения кинетических уравнений

$$\frac{\partial \sigma}{\partial t} = i \text{Sp } \sigma(\zeta_{\alpha}, t) [H + V(t), \widehat{\zeta}_{\alpha}(x)]. \quad (4)$$

удовлетворяет уравнению Лиувилля с бесконечно малым источником.

$$\frac{\partial \sigma}{\partial t} = i [\sigma(t), H + V(t)] + \varepsilon (\sigma(t) - \sigma_0(t)), \quad (5)$$

Уравнение (5) описывает влияние адиабатического включения внешнего поля на неравновесную систему, которая при $t \rightarrow -\infty$ описывается статистическим оператором $\sigma_0(\zeta_{\alpha})$.

Выражение (2) и уравнение (4) являются формально точными и не предполагают слабости внешнего поля. Однако нахождение $\varphi_{\alpha}(\zeta, x, t)$ из условия (3) по своей сложности эквивалентно точному нахождению «интеграла столкновения» и в случае отсутствия малого параметра неразрешимо. В дальнейшем мы ограничимся случаем слабых полей. Статистический оператор $\sigma(\zeta_{\alpha}, t)$, определяемый формулой (2), можно переписать в виде, удобном для применения теории возмущения. Представим $\varphi_{\alpha}(\zeta, x, t)$ в виде

$$\varphi_{\alpha}(\zeta, x, t) = \varphi_{\alpha}^0(\zeta, x) + \varphi_{\alpha}^1(\zeta, x, t), \quad (6)$$

где $\varphi_{\alpha}^0(\zeta, x)$ определяется условием

$$\exp \left\{ it \int dx \varphi_{\alpha}^0(\zeta, x) \frac{\delta}{\delta \zeta_{\alpha}(x)} \right\} \sigma_0(\zeta_{\alpha}) = \exp \{-iHt\} \sigma_0(\zeta_{\alpha}) \exp \{iHt\}. \quad (7)$$

В соответствии с (6) получаем

$$\begin{aligned} & \text{Texp} \left(-i \int_{t'}^t dt_1 \int dx \varphi_{\alpha}(\zeta, x, t_1) \frac{\delta}{\delta \zeta_{\alpha}(x)} \right) = \\ & = \exp \left\{ -i(t-t') \int dx \varphi_{\alpha}^0(\zeta, x) \frac{\delta}{\delta \zeta_{\alpha}(x)} \right\} \text{Texp} \left(-i \int_{t'}^t dt_1 \varphi(t_1, t_1-t') \right), \\ & \varphi(t, t') = \exp \left\{ it' \int dx \varphi_{\alpha}^0(\zeta, x) \frac{\delta}{\delta \zeta_{\alpha}(x)} \right\} \int dx \varphi_{\alpha}^1(\zeta, x, t) \frac{\delta}{\delta \zeta_{\alpha}(x)} \cdot \\ & \cdot \exp \left\{ -it' \int dx \varphi_{\alpha}^0(\zeta, x) \frac{\delta}{\delta \zeta_{\alpha}(x)} \right\}. \quad (8) \end{aligned}$$

Подставляя (8) в (2) и используя (7), с помощью интегрирования по частям можно записать статистический оператор $\sigma(\zeta_a, t)$ в виде

$$\sigma(\zeta_a, t) = \sigma_0(\zeta_a) - i \int_{-\infty}^0 dt' \exp\{\varepsilon t'\} \text{Texp} \left(-i \int_{t'}^0 dt_1 \varphi(t+t_1; t_1) \right) \text{Texp} \cdot \\ \cdot \left(-i \int_{t'}^0 dt_1 V(t+t_1; t_1) \right). \quad (9)$$

$$\cdot (\varphi(t+t', t') \sigma_0(\zeta_0) + [V(t+t', t'), \sigma_0(\zeta_0)]) \left(\text{Texp} \left\{ -i \int_{t'}^0 dt_1 V(t+t_1; t_1) \right\} \right).$$

Условия (3), определяющие операторы $\varphi(t, t')$ и действующие в пространстве функционалов от $\zeta_a(x)$, дают

$$\int_{-\infty}^0 dt' \exp\{\varepsilon t'\} \text{Sp} \left[\text{Texp} \left(-i \int_{t'}^0 dt_1 \varphi(t+t_1; t_1) \right) \text{Texp} \left(-i \int_{t'}^0 dt_1 V(t+t_1; t_1) \right) \cdot \right. \\ \cdot (\varphi(t+t', t') \sigma_0(\zeta_a) + [V(t+t', t'), \sigma_0(\zeta_a)]) \cdot \\ \left. \cdot \left(\text{Texp} \left\{ -i \int_{t'}^t dt_1 V(t+t_1; t_1) \right\} \right)^+ \widehat{\zeta}_a(x) \right] = 0. \quad (10)$$

При получении (10) учитывалось, что

$$\text{Sp} \sigma_0(\zeta_a) \widehat{\zeta}_a(x) = \zeta_a(x).$$

Оператор $\varphi(t, t')$ содержит внешнее поле во всех порядках теории возмущения. Его можно представить в виде

$$\varphi(t, t') = \sum_{n=1}^{\infty} dx \varphi_a^{(n)}(\zeta, x; t, t') \frac{\delta}{\delta \zeta_a(x)},$$

где $\varphi^{(n)}$ пропорциональны n -й степени внешнего поля.

Приведем выражение для $\sigma(\zeta_a, t)$ во втором порядке теории возмущения:

$$\sigma(\zeta_a, t) = \sigma_0(\zeta_a) - i \int_{-\infty}^0 dt' \exp\{\varepsilon t'\} \{ Z(t+t', t') + \varphi^{(2)}(t+t'; t') \sigma_0(\zeta_a) \}, \quad (11) \\ - \int_{-\infty}^0 dt' \exp\{\varepsilon t'\} \int_{t'}^0 dt_1 \{ \varphi^{(1)}(t+t_1; t_1) Z(t+t', t') + [V(t+t_1; t_1), Z(t+t', t')] \}.$$

Здесь приняты обозначения

$$\varphi^{(1)}(t+t', t') = \int dx \text{Sp} \sigma_0(\zeta_a) [V(t+t', t'), \widehat{\zeta}_a(x)] \frac{\delta}{\delta \zeta_a(x)},$$

$$Z(t+t', t') = \varphi^{(1)}(t+t', t') \sigma_0(\zeta_a) + [V(t+t', t'), \sigma_0(\zeta_a)],$$

$$\varphi^{(2)}(t+t', t') = -i \int_{t'}^0 dt_1 \int dx \text{Sp} Z(t+t', t') [V(t+t_1, t_1), \widehat{\zeta}_a(x)] \frac{\delta}{\delta \zeta_a(x)}. \quad (12)$$

Подставляя (12) в (4), получаем кинетические уравнения для $\zeta_a(x, t)$ во втором порядке теории возмущений по внешнему полю.

В заключение отметим, что кинетические уравнения имеют марковский вид, однако содержат внешнее поле нелокальным образом как в пространственном, так и во временном смысле.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физики

(Поступило 27.2.1981)

ფიზიკა

ბ. კვირიკაძე

კინეტიკური განტოლებები გარეზე ცვლად ველში მოთავსებული სისტემისათვის

რეზიუმე

მიღებულია არაერთგვაროვანი, არაწონასწორული სისტემის უბეში სტატისტიკური ოპერატორის ფორმალურად ზუსტი გამოსახულება, როდესაც გარეში ცვლად ველში მოთავსებული სისტემის აღწერა ხერხდება მაკროსკოპული პარამეტრების საშუალებით. მაკროსკოპული პარამეტრებისათვის მიღებულია კინეტიკური განტოლებები კვადრატულ მიახლოებაში გარეზე ველთან ურთიერთქმედების მიმართ.

PHYSICS

A. G. KVIRIKADZE

KINETIC EQUATIONS FOR A SYSTEM IN AN EXTERNAL TIME-DEPENDENT FIELD

Summary

A formally exact expression for statistical operator was obtained for a non-equilibrium inhomogeneous system described by a reduced set of macroscopic parameters in an external time-dependent field. The expansion of this expression in powers of interaction with the external field is given. Kinetic equations are derived for macroscopic parameters in the quadratic approximation with respect to the interaction and gradient terms.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. Н. Зубарев. Неравновесная статистическая термодинамика. М., 1971.
2. А. И. Ахнезер, С. В. Пелетминский. Методы статистической физики. М., 1977.



М. И. ДЖИБЛАДЗЕ, Р. Р. ЭРИКАШВИЛИ, Э. Ш. ТЕПЛИЦКИИ,
З. Г. МЕЛИКИШВИЛИ, Н. Р. ЧИАНУРАШВИЛИ

РЕГЕНЕРАТИВНЫЙ ВОЛОКОННЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ КВАНТОВЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 25.6.1981)

Развитие квантовой электроники привело к необходимости создания высокоэффективных волоконных квантовых усилителей и генераторов света. В настоящее время весьма существенным является проблема усиления слабых оптических сигналов квантовыми усилителями. Для этой цели наиболее перспективным оказались волоконные квантовые усилители, в которых коэффициент усиления достигает величины 10^4 — 10^5 [1—3].

В настоящей работе приведены результаты исследования неодимового стекловолоконного оптического квантового усилителя (ОКУ) и показано, что волоконный ОКУ работает в регенеративном режиме усиления.

В качестве задающего генератора нами был использован стекловолоконный неодимовый лазер, излучающий периодические импульсы генерации [4]. Активированные неодимом стекловолокна ОКУ длиной до 1 м и диаметром 40 мкм возбуждались импульсной газоразрядной лампой. Длина возбуждаемой части волокна составила 40 см. Связь между активными волокнами усилителя и генератора осуществлялась с помощью стеклянного капилляра, в который вводились концы волокон. Изменением расстояния между торцами волокон генератора и усилителя изменялась величина входного сигнала в усилитель.

Проведенные нами эксперименты показали, что коэффициент усиления по интенсивности сигнала G стекловолоконного ОКУ экспоненциально возрастает с увеличением энергии накачки E и стремится к бесконечности при энергиях накачки, соответствующих порогу самовозбуждения ОКУ E_0 . На рис. 1 представлена зависимость $G = I/I_0$ от E/E_0 (где I_0 и I — соответственно интенсивности входящего в усилитель и усиленного излучения). Как видно, при $E/E_0 \sim 1$ максимальное значение G достигает величины $\sim 10^5$. Коэффициенты усиления ОКУ измерялись только для первых импульсов задающего генератора. Экспоненциальный рост G и отсутствие насыщения указывает на то, что стекловолоконный неодимовый ОКУ является регенеративным. Регенеративный режим усиления в активных волокнах обусловлен существованием обратной связи за счет отражений от оптических неоднородностей и от торцев волокна. При высоких уровнях энергии накачки эта обратная связь приводит к самовозбуждению (генерации) стекловолоконного регенеративного ОКУ.

Для регенеративного ОКУ, как можно показать на основе теории переноса и усиления излучения, учитывая усиление собственного спонтанного излучения,

$$G = \frac{J_{\text{сп}}}{J_0} \frac{(1-r)(k_0-1)}{(1-rk_0)} + \frac{(1-r)^2 k_0}{1-r^2 k_0} \quad (1)$$

где $k_0 = \exp(\sigma\Delta - \beta)l$ (2) — коэффициент усиления для усилителя бегущей волны; J_0 — интенсивность входного сигнала; r — эффективный коэффициент отражения резонатора, эквивалентного стекловолкну с распределенной обратной связью; $J_{\text{сп}} = \frac{q}{2\tau\sigma}$ — интенсивность спонтанного излучения усилителя; q — квантовая эффективность; τ — время жизни спонтанного излучения; σ — сечение индуцированного излучения; Δ — инверсия населенности уровней активных центров; β — коэффициент потерь волокна на единицу длины и l — длина волокна. Для использованных нами волокон коэффициент β оказался равным $\sim 0,63$.

В формуле (1) первый член описывает усиление спонтанных шумов усилителя, а второй — усиление входного сигнала. При низких уровнях сигнала ($J_0 \sim J_{\text{сп}}$) оба члена имеют одинаковый порядок, а при больших интенсивностях J_0 основной вклад дает второй член и формула (1) переходит в известное [5] выражение для регенеративного ОКУ.

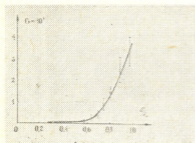


Рис. 1. Зависимость коэффициента усиления G от энергии накачки

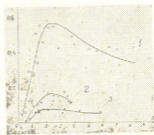


Рис. 2. Зависимость коэффициента усиления G от интенсивности входного сигнала для разных энергий накачки: 1 — 530 Дж, 2 — 440 Дж, 3 — 400 Дж

Экспериментальные результаты, приведенные на рис. 1, показывают, что усилительные свойства волокна не могут быть описаны формулой (2), а только лишь формулой (1), в которой для разных типов волокон эффективный коэффициент отражения достигает величины 0,3—0,4.

Из формулы (1) следует, что коэффициент усиления регенеративного ОКУ при малых входных интенсивностях J_0 должен уменьшаться. Это вызвано тем, что, как было отмечено выше, при низких уровнях J_0 оба члена в (1) имеют одинаковый порядок и инверсия населенности Δ уменьшается вследствие усиления спонтанного излучения усилителя. Действительно, экспериментальная зависимость G от мощности входного сигнала J_0 приведена на рис. 2. Как видно, при мощности входного сигнала $P_0 \sim 2 \cdot 10^{-2}$ Вт коэффициент усиления регенеративного ОКУ имеет максимум, но при меньших интенсивностях G резко

уменьшается. Плавное уменьшение G с ростом P_0 при больших интенсивностях связано с обычной нелинейностью ОКУ.

Таким образом, проведенные нами эксперименты показывают, что в регенеративных ОКУ при малых интенсивностях входного сигнала коэффициент усиления резко уменьшается и это обусловлено усилением собственного спонтанного излучения усилителя.

Так как нами были исследованы импульсные волоконные регенеративные ОКУ, представляет определенный интерес исследование зависимости G от времени t относительно начала действия импульсной накачки.

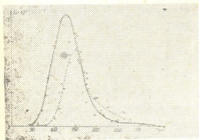


Рис. 3. Зависимость коэффициента усиления G первого пика задающего генератора от интервала времени между началом накачки и входом сигнала в усилитель для разных энергий накачки: 1—630 Дж, 2 — 530 Дж

Представленная на рис. 3 зависимость G от t для разной накачки показывает, что максимальное значение коэффициента усиления G достигается через 150—180 мксек после начала возбуждения. Ясно, что этому моменту времени соответствует максимум инверсии населенности уровней неодима, причем с ростом накачки сокращается время, через которое достигается максимум инверсии населенности Δ и коэффициент усиления G . Проведенные эксперименты показали, что максимальное G достигается в тот момент времени, когда интенсивность усиленного спонтанного излучения доходит до своего максимума, а зависимость G от времени определяется формой импульса накачки.

Таким образом, проведенные нами эксперименты показали, что волоконный оптический квантовый усилитель является регенеративным и при оптимальных значениях входного сигнала и условиях накачки можно получить коэффициент усиления по интенсивности, достигающей величины 10^5 .

Тбилисский государственный университет

(Поступило 3.7.1981)

ზიზიკა

მ. ჯიბლაძე, რ. ბრიკაშვილი, ე. ტავლიცკი, ზ. ხელიძეშვილი,
 ნ. ხიანურაშვილი

რეპენერატიული ბოჭკოვანი ოპტიკური კვანტური გამაძლიერებელი

რეზიუმე

ნაშრომში ნაჩვენებია, რომ ნეოდიუმით აქტივირებული მინის ბოჭკოვანი ოპტიკური კვანტური გამაძლიერებელი მუშაობს გაძლიერების რეგენერატიულ რეჟიმში.

მიღებულია, რომ მინის ბოჭკოვანი ოპტიკური კვანტური გამაძლიერებლის გაძლიერების კოეფიციენტი ინტენსივობის მიხედვით იზრდება გამაძლიერებ-

ლის აგზნების ენერჯიის ზრდასთან ერთად, რაც შეესაბამება რეგენერატულმა
 მაძლიერებელს. უმცირესი ინტენსივობა, რომელიც შეიძლება ეფექტურად გააძ-
 ლიეროს რეგენერატულმა ოპტიკურმა კვანტურმა გამაძლიერებელმა ნეოდიუ-
 მით აქტივირებულ მინის ბოჭკოზე, არის — 10^{-2} ვტ.

$l = 40$ სმ აქტიური სიგრძის ბოჭკოსათვის მიღებულ იქნა მაქსიმალური გა-
 ძლიერების კოეფიციენტი 10^5 .

PHYSICS

M. I. DJIBLADZE, R. R. ERIKASHVILI, E. Sh. TEPLITSKI, Z. G. MELIKISHVILI,
 N. R. CHIANURASHVILI

REGENERATIVE FIBER OPTICAL QUANTUM AMPLIFIER

Summary

It is shown that a fiber glass quantum amplifier, activated by neodymium, operates in regenerative regime. The minimum intensity that can be effectively amplified by this active fiber is 10^{-2} Watt. The gain of 10^5 has been obtained for the active fiber length of 40 cm.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. C. J. Koester, E. Snitzer. Appl. Optics, 3, 1964, 1182.
2. Б. С. Горовая, Э. Л. Демская, А. Н. Изотов, В. П. Конарев, Ю. Н. Кондратьев, И. Н. Матвеев, Т. И. Прохорова, В. А. Габрин, Р. С. Шалевич. Квантовая электроника, 4, № 4, 1977.
3. X. И. Гаприндашвили, Ш. Ш. Гватуა, В. А. Мумладзе, Г. Г. Мшвел-
 ლიძე, В. А. Ханичев. Журнал прикладной спектроскопии, 17, вып. 4, 1972.
4. M. I. Джибладзе, Б. С. Лежава, Л. Э. Лазарев, З. Г. Эсиашвили,
 M. I. Садагашвили, Д. Л. Джапаридзе. Сообщения АН СССР, 80,
 № 2, 1975, 341.
5. A. Л. Микаели, M. Л. Тер-Микаели, Ю. Г. Турков. Оптические гене-
 раторы на твердом теле. М., 1967, 349—355.

В. И. БЕРЕЖИАНИ, Г. Д. ТОМАРАДЗЕ

ДИНАМИКА НЕЛИНЕЙНЫХ ИОННО-ЦИКЛОТРОННЫХ ВОЛН, РАСПРОСТРАНЯЮЩИХСЯ ВДОЛЬ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. Г. Ломинадзе 3.7.1981)

Циклотронные волны вызывают в последнее время большой интерес в связи с известными проблемами нагрева и ускорения плазмы. Линейная теория этих волн полностью разработана [1, 2]. С другой стороны, в современных экспериментах по циклотронному нагреву плазмы используются источники электромагнитных волн конечной амплитуды. Для таких волн нелинейные эффекты играют существенную роль.

В настоящей работе рассматриваются нелинейные волны в области ионного циклотронного резонанса. В этой области следует принимать во внимание релятивистский эффект, связанный с изменением массы иона в поле волны накачки. В настоящей работе показано, что этот эффект даже при не очень больших амплитудах волны сравним, а при определенных условиях и больше стрикционного эффекта, связанного с изменением плотности ионов под действием ВЧ давления.

Рассмотрим поперечные ионно-циклотронные волны (ИЦВ), распространяющиеся вдоль магнитного поля. В пренебрежении тепловым движением ионов закон дисперсии этих волн имеет вид

$$\omega = \omega_{ci} - \omega_{pi}^2 \omega_{ci} / k^2 c^2. \quad (1)$$

При этом

$$\omega_{pi}^2 / k^2 c^2 \ll 1, \quad \omega_{ci}^2 k^2 c^2 \ll 1, \quad |\omega - \omega_{ci}| \gg k v_{Ti}, \quad (2)$$

где ω_{pi} и ω_{ci} — плазменная и циклотронная частоты ионов соответственно; \vec{k} — волновой вектор этих волн, направленный вдоль оси $z(B_0 \parallel z)$; v_{Ti} — тепловая скорость ионов.

По обычной методике [3] восстановления нелинейного уравнения из спектра для комплексной амплитуды \tilde{E} поля $\tilde{E} \exp(-i\omega_0 t)$ получим уравнение в виде

$$\frac{\partial^2}{\partial z^2} \left[i \frac{\partial \tilde{E}}{\partial t} + (\omega_0 - \omega_{ci}) \tilde{E} + \omega_{ci} \frac{\delta m_i}{m_i} \tilde{E} \right] = \frac{\omega_{pi}^2}{c^2} \omega_{ci} \tilde{E} + \frac{\omega_{pi}^2}{c^2} \omega_{ci} \frac{\delta n}{n_0} \tilde{E}, \quad (3)$$

где m_i и n_0 — масса покоя и невозмущенная плотность ионов соответственно; δn — низкочастотное возмущение плотности; δm_i — изменение массы ионов из-за релятивистских эффектов движения [4].

Из уравнения движения ионов в ВЧ поле получим

$$\frac{\delta m_i}{m_i} = \frac{|E|^2}{E_k^2}; \quad E_k^2 = m_i^2 c^2 (\omega_0 - \omega_{ci})^2 / e^2. \quad (4)$$

Представим амплитуду ВЧ волны в виде $\tilde{E} = E \exp(ik_0 z)$, ($k^0 \gg 1/L$, где L — характерный пространственный масштаб изменения E). Тогда в системе, движущейся с групповой скоростью волны $v_g = (2\omega_{pi}^2/k_0^2 c^2)(\omega_{ci}/k_0)$, из (3) можно получить уравнение для E в виде

$$-i \frac{\partial E}{\partial t} - 3 \frac{\omega_{pi}^2}{k_0^4 c^2} \omega_{ci} \frac{\partial^2 E}{\partial z^2} + \omega_{ci} \frac{|E|^2}{E_k^2} E + \frac{\omega_{pi}^2}{k_0^2 c^2} \omega_{ci} \frac{\delta n}{n_0} E = 0, \quad (5)$$

где $\xi = z - v_g t$.

Третий член в (5) возникает из-за учета релятивистского движения ионов.

Уравнение для δn с учетом «нестационарной» поперечной силы [5] имеет вид

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} - c_s^2 \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \frac{\delta n}{n_0} = c^2 \left(1 - \frac{\omega_{ci}}{\omega_0} \right) \frac{\partial^2 |E|^2}{\partial z^2 E_k^2} - \frac{k_0 c^2 \omega_{ci}}{\omega_0^2} \frac{\partial^2 |E|^2}{\partial t \partial z E_k^2}, \quad (6)$$

где $c_s^2 = T_e/m_i(T_e - \text{температура электронов}, T_e \gg T_i)$. Отметим, что поперечная сила, действующая на ионы, намного больше, чем сила, действующая на электроны.

В области циклотронного резонанса второй член в правой части уравнения (6) будет больше первого. При $v_g \frac{\partial}{\partial \xi} \gg \frac{\partial}{\partial t}$ из (6) получим

$$\frac{\delta n}{n_0} = \frac{\omega_{pi}^2}{k_0^2 (v_g^2 - c_s^2)} \frac{|E|^2}{E_k^2}. \quad (7)$$

Из (5) и (7) следует

$$i \frac{\partial E}{\partial t} + 3 \frac{\omega_{pi}^2}{k_0^4 c^2} \omega_{ci} \frac{\partial^2 E}{\partial z^2} - \omega_{ci} \gamma \frac{|E|^2}{E_k^2} E = 0, \quad (8)$$

где

$$\gamma = 1 + (\omega_{pi}^4/k_0^4 c^4) (c^2/(v_g^2 - c_s^2)). \quad (9)$$

При $\gamma > 0$ и $|E|^2 - |E_0|^2 \ll |E_0|^2$ ($|E_0|$ — поле волны на бесконечности) уравнения (8) можно свести к уравнению Кортевега—де Фриза с отрицательным параметром дисперсии. В этом случае возмущение распадается на ряд солитонов и на расплывающийся волновой пакет [6]. При $|E|^2 - |E_0|^2 \sim |E_0|^2$ солитонное решение уравнения (8) представляет собой «яму» на фоне стационарной волны с амплитудой $|E_0|$:

$$|E|^2 = |E_0|^2 (1 - \text{sech}^2(\xi/l)), \quad l = 6^{1/2} \frac{\omega_{pi}}{k_0 c} \gamma^{-1/2} \left(\frac{|E_0|}{E_k} \right)^{-1} \frac{1}{k_0}. \quad (10)$$

В отличие от электронной циклотронной волны, в рассматриваемом случае v_g может стать и меньше c_s . Если $v_g^2 \ll c_s^2$ и $(c_s/c)^2 \gg (\omega_{pi}/k_0 c)^4$, то релятивистский эффект будет значительно больше стрикционного ($\gamma \approx 1$). Если же $v_g^2 \gg c_s^2$, то релятивистским эффектом можно пренебречь $\gamma = c^2 k_0^2 / 4 \omega_{ci}^2$.

Рассмотрим случай, когда $v_g^2 \ll c_s^2$ и $(c_s/c)^2 \ll (\omega_{pi}/k_0 c)^4$. Тогда $\gamma < 0$ и солитонное решение уравнения (8) имеет вид

$$|E|^2 = |E_m|^2 \text{sech}^2[(\omega_{ci}/6^{1/2} c_s) (E_m/E_k) \xi]. \quad (11)$$

Академия наук Грузинской ССР

Институт физики

(Поступило 3.7.1981)



მ. ბაჩქალიანი, გ. ტომარაძე

მაგნიტური ველის გასწვრივ გავრცელებადი არაწრფივი იონურ-ციკლოტრონული ტალღების დინამიკა

რეზიუმე

შრომში განხილულია მაგნიტური ველის გასწვრივ გავრცელებადი იონურ-ციკლოტრონული ტალღების არაწრფივი დინამიკა. აღნიშნული ტალღებისათვის საკმაოდ ძლიერია რელატივისტური ეფექტების გავლენა, რაც დაკავშირებულია იონების მასის ცვლილებასთან. ნაჩვენებია, რომ ეს ეფექტი გარკვეულ პირობებში შეიძლება იყოს მეტი მაღალსიხშირული ველის წნევით გამოწვეული იონების სიმკვრივის ცვლილებაზე. კერძო შემთხვევებში მოცემულია შესაბამისი სოლიტონური ამოხსნები.

PHYSICS

V. I. BEREZHIANI, G. D. TOMARADZE

DYNAMICS OF NONLINEAR ION-CYCLOTRON WAVES PROPAGATING ALONG THE MAGNETIC FIELD

Summary

The dynamics of nonlinear ion cyclotron waves propagating along the magnetic field is investigated. The relativistic effect, connected with the change of ion mass in a field of pumping wave, strongly affects such waves. It is shown that, under certain conditions this effect is greater than the strictional effect, which is connected with the change of ion density under HF pressure. In some special cases the corresponding soliton solution is given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Ахиезер, И. А. Ахиезер, Р. В. Половин, А. Г. Ситенко, К. И. Степанов. Электродинамика плазмы. М., 1974.
2. Дж. Г. Ломинадзе. Циклотронные волны в плазме. Тбилиси, 1975.
3. Б. Б. Кадомцев, В. И. Карпман. УФН, 103, 1971.
4. Н. Л. Цицадзе, Д. Д. Цхакая. ЖЭТФ, 72, 1977.
5. Х. Вашими, В. И. Карпман. ЖЭТФ, 71, 1976.
6. В. И. Карпман. Нелинейные волны в диспергирующих средах. М., 1973.



Н. Л. ЛЕКИШВИЛИ

О РЕШЕНИИ ОДНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧИ
 ГРАВИМЕТРИИ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 25.5.1981)

В работе [1] для решения внешней граничной задачи

$$\begin{aligned} \Delta u &= 0 \text{ в } G, \\ \text{grad } u|_s &= \psi(s), \\ u|_\infty &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

предлагается следующий итерационный процесс:

$$\begin{aligned} \Delta u_n &= 0, \text{ в } G, \\ \left[\alpha_1(u_{n-1}) \frac{\partial u_n}{\partial x} + \alpha_2(u_{n-1}) \frac{\partial u_n}{\partial y} + \alpha_3(u_{n-1}) \frac{\partial u_n}{\partial z} \right]_s &= \psi(s), \end{aligned} \quad (2)$$

где G — бесконечная область с границей s , u_n — n -ное приближение к граничной задаче (1), $\psi(s)$ — заданная функция

$$\alpha_1(u_{n-1}) = \frac{\frac{\partial u_{n-1}}{\partial x}}{\text{grad } u_{n-1}}, \quad \alpha_2(u_{n-1}) = \frac{\frac{\partial u_{n-1}}{\partial y}}{\text{grad } u_{n-1}}, \quad \alpha_3(u_{n-1}) = \frac{\frac{\partial u_{n-1}}{\partial z}}{\text{grad } u_{n-1}}. \quad (3)$$

Численные эксперименты, приведенные в [1], показали довольно быструю сходимость процесса (2), однако при этом обнаружилась плохая обусловленность граничных задач с граничными условиями, содержащими производные. В настоящей статье итерационный процесс (2) применяется для решения внутренней граничной задачи и более детально анализируется отмеченная выше плохая обусловленность граничных задач (2).

Для исследования погрешности решения граничной задачи (1) при $\psi(s) = \frac{10}{x^2 + y^2 + 25}$ воспользуемся 36 фундаментальными решениями [2], равномерно расположенными на плоскости $z=1$, граница S является плоскостью $z=5$. Несмотря на то что левая и правая части граничных условий (2) после четвертой итерации совпадали с точностью 10^{-6} , относительная погрешность решения u при этом достигала 10%, а абсолютная погрешность — 10^{-1} .

Еще хуже получались результаты для u_x, u_y и u_z , где погрешности достигали 80%. Таким образом, можно констатировать, что 36 функций явно недостаточны для удовлетворительного решения граничной

задачи (2). В следующем случае число функций было увеличено до 49. Для совпадения левой и правой частей граничного условия (2) потребовалось четыре итерации. Погрешность в определении u , u_x и u_y уменьшилась до 3—5%, а погрешность в u_z — до 20%.

Дальнейшее увеличение числа функций до 64 увеличило погрешность в значениях u , u_x , u_y и u_z до 70%, хотя правая и левая части граничного условия (2) после восьми итераций совпадали с точностью 10^{-5} . Такое увеличение погрешности с ростом числа функций связано с неминимальностью [2] систем из фундаментальных решений и малостью детерминанта тех матриц, которые дают коэффициенты для фундаментальных решений.

Таким образом, можно заключить, что для внешней граничной задачи, когда направление градиента на всей границе S составляет с внутренней нормалью острый угол, граничная задача (1) решается с удовлетворительной точностью и, что особенно важно, погрешность обусловлена не плохой сходимостью итерационного процесса (2) (для всех численных экспериментов число итераций для заканчивания итерации не превосходило 6), а плохой обусловленностью предельной граничной задачи с косою производной.

Известно [3], что граничная задача с косою производной вдоль направления l

$$\begin{aligned} \Delta u &= 0 \text{ в } G, \\ \frac{\partial u}{\partial l} \Big|_S &= \phi(s) \end{aligned} \quad (4)$$

при соблюдении условия

$$\inf_{y \in S} (N, l) > 0, \quad (5)$$

в силу принципов Хопфа и Заремба—Жиро [3] не может иметь отличного от постоянного решения. Условие (5) предполагает, что направление внешней нормали N не должно быть ортогональным направлению l , т. е. ни в какой точке границы S не должно совпадать с касательным направлением. В рассмотренных в (1) и выше граничных задачах условие (5) выполняется для любой конечной части плоскости S , ибо поле было создано точечным источником. Для всей бесконечной плоскости в случае точечного источника условие (5) не выполняется, так как для бесконечно удаленной точки плоскости S получаем

$$(N, l) \Big|_{y=\infty} = 0.$$

Заметим, что в случае внутренней граничной задачи (4) и точечного источника P , расположенного вне области G , условие (5) для достаточно гладкой границы не выполняется, ибо всегда найдется такая точка на S , что радиус-вектор с началом в P будет ортогонален к нормали в этой точке.

Численные эксперименты, проведенные для сферы G , показали очень плохую обусловленность граничной задачи (4), заключающуюся

в том, что, хотя граничные условия удовлетворялись достаточно хорошо, вычисленные и точные значения функций и их производных существенно отличались. Представляют определенный интерес численные эксперименты по решению внутренней граничной задачи

$$\begin{aligned} \Delta u &= 0 \quad \text{в } G, \\ \text{grad } u|_S &= \psi(S) \end{aligned} \quad (6)$$

для единичного куба G , для которой внешняя нормаль имеет всего шесть различных направлений, граничная функция $\psi(S)$ имеет вид

$$\frac{10}{x^2 + y^2 + z^2},$$

где начало координат $(0, 0, 0)$ располагалось на расстоянии 0,2 от нижней кромки куба. Вспомогательные точки были взяты на кубе со стороной 1,4. Число их было равно 24. В качестве первого приближения в итерационном процессе (2) для α_1 , α_2 и α_3 были взяты постоянные 0,0 и 1 соответственно. После пятой итерации граничные значения удовлетворялись достаточно хорошо (погрешность была меньше 1%), однако функция и ее производные не имели ничего общего с точным решением $u = \frac{10}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$ и ее производными. Увеличение числа итераций до 20 не увеличило точности приближения.

В нижеприведенной таблице в четырех точках границы, являющихся точками коллокации, заданы точные значения u , u_x , u_y , u_z (первые четыре столбца) и их приближенные значения. В остальных 20 точках коллокации значение функции ввиду симметрии совпадает с одним из приведенных в таблице. Затем было добавлено двадцать пятое фундаментальное решение, совпадающее с точным решением граничной задачи (6). После четвертой итерации как граничные условия, так и u , u_x , u_y и u_z удовлетворялись с точностью 10^{-3} .

Для получения раздельного эффекта неустойчивой граничной задачи (4) на суммарную погрешность была решена для той же функции $u = \frac{10}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$ граничная задача с косой производной (4).

В последних четырех столбцах таблицы даны решения u_i граничной задачи (4) в тех же точках. Из таблицы видно, что погрешность обусловлена неустойчивостью граничной задачи (4), а не медленной сходимостью итерационного процесса (2).

| № п/п | u | u_x | u_y | u_z | u^{20} | u_x^{20} | u_y^{20} | u_z^{20} | u_i | u_{i_x} | u_{i_y} | u_{i_z} |
|-------|-----|-------|-------|-------|----------|------------|------------|------------|-------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 21 | 29 | 29 | 19 | 39 | 4 | 4 | 45 | 30 | 10 | 10 | 78 |
| 2 | 8 | 1 | 1 | 6 | 28 | 0 | 0 | 8 | 12 | 1 | 1 | 6 |
| 3 | 14 | 14 | 8 | 11 | 36 | 18 | 2 | 8 | 19 | 11 | 6 | 18 |
| 4 | 9 | 3 | 2 | 6 | 30 | 18 | 0 | 8 | 13 | 1 | 2 | 8 |

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 29.5.1981)

6. ლექსიკონი

გრაჰვიმეტრიის ერთი არაფრფივი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნის
შესახებ

რეზიუმე

ნაშრომში მოცემულია საძიებელი ფუნქციის გრადიენტის მოდულის სა-
საზღვრო მნიშვნელობის მიხედვით ჰარმონიული ფუნქციის განსაზღვრის
ერთი იტერაციული მეთოდის კრებადობის რიცხვითი ექსპერიმენტების შე-
დეგები.

აღნიშნულია კერძოწარმოებულობანი სასაზღვრო ამოცანების ცუდი გა-
პირობებულობა იმ შემთხვევაში, როდესაც წარმოებულის მიმართულება აღ-
გენს $\pi/2$ კუთხეს ნორმალთან.

GEOPHYSICS

N. L. LEKISHVILI

ON THE SOLUTION OF ONE NONLINEAR BOUNDARY
PROBLEM OF GRAVIMETRY

Summary

The results of numerical experiments on the convergence of an iterative method of the harmonic function determination by the gradient modulus boundary value of the unknown function are presented in the paper.

The poor oblique derivative conditionality of boundary problems when the derivative forms a $\pi/2$ angle with the normal is stated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. А. Алексидзе, Н. Л. Лекишвили. Гравитационная модель коры и верхней мантии Земли. Киев, 1981.
2. М. А. Алексидзе. Решение граничных задач методом разложения по неортogonalным функциям. М., 1978.
3. А. В. Бицадзе. Краевые задачи для эллиптических уравнений второго порядка. М., 1966.



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

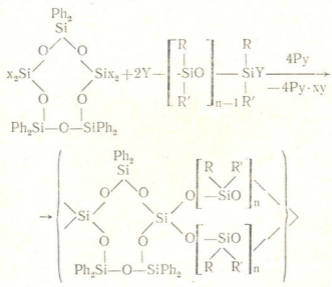
Н. А. КОЯВА, О. В. МУКБАНИАНИ, Л. М. ХАНАНАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР)

ОЛИГООРГАНОСИЛОКСАНЫ СПИРОЦИКЛИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ, СОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНОЦИКЛОПЕНТАСИЛОКСАНОВЫЕ ФРАГМЕНТЫ В ЦЕПИ

В литературе описано получение олигомеров и полимеров спироциклического строения, молекулярная цепь которых состоит из органициклотетрасилоксановых [1, 2] или смешанных органициклогекса- и органициклотетрасилоксановых фрагментов [3].

Однако отсутствуют сведения об олигоорганоспироцикლოსилоксанах, содержащих, наряду с органициклотетра- и циклогексасилоксановыми фрагментами, органициклопентасилоксановые.

С целью получения указанных олигомеров нами осуществлена гетерофункциональная конденсация (ГФК) 1,1,5,5-тетрахлор-1,1,5,5-тетрагидрокси-3,3,7,7,9,9-гексафенилциклопентасилоксанов, синтезированных по методу [4] с дигидрокси(дихлор)диорганосилоксанами и α,ω -дигидрокси(дихлор)диорганосилоксанами при соотношении исходных компонентов 1:2 в присутствии пиридина по схеме:



где

- x = OH, y = Cl, R = R' = Me, n = 1 (I), n = 2 (II);
- x = Cl, y = OH, R = Me, R' = Ph, n = 1 (III), n = 2 (IV);
- R = R' = Ph, n = 1 (V); n = 2 (VI), n = 3 (VII).

Реакцию проводили в 60%-ном растворе сухого толуола при комнатной температуре, а на заключительной стадии реакцию смесь кипятили в течение 2—3 часов. После проведения ГФК все синтезированные олигомеры промывали водой для удаления образующегося в ходе реакции солянокислого пиридина и пересаждали метиловым спиртом.

Интересно отметить, что увеличение длины α,ω -дигидроксиорганосилоксанов больше трех в реакции ГФК с 1,1,5,5-тетрахлоргексафенилциклопентасилоксаном приводит к структурированию полимеров.

Синтезированные олигоорганоспироциклоксаны являются белыми порошкообразными веществами, хорошо растворимыми в обычных органических растворителях.

Физико-химические данные, элементный анализ и выход полученных олигоорганоспироциклоксанов представлены в таблице.

Физико-химические свойства, элементный анализ и выход олигоорганоспироциклоксанов

| Соединения | Выход, % | $\eta_{\text{виз}}$ 1% р-ра в толуоле | $T_{\text{разм}}$ °C | Найдено, % | | | Брутто-формула | Вычислено, % | | |
|------------|----------|---------------------------------------|----------------------|------------|------|-------|------------------------------|--------------|------|-------|
| | | | | C | H | Si | | C | H | Si |
| I | 95,1 | 0,06 | 69—71 | 55,73 | 4,13 | 22,91 | $C_{40}H_{42}O_9Si_7$ | 55,68 | 4,87 | 22,73 |
| II | 94,3 | 0,05 | 75—76 | 52,51 | 5,63 | 24—27 | $C_{14}H_{34}O_{11}Si_9$ | 52,27 | 5,34 | 24,95 |
| III | 96,7 | 0,06 | 82—83 | 50,54 | 4,38 | 19,91 | $C_{50}H_{40}O_9Si_7$ | 60,85 | 4,66 | 19,87 |
| IV | 93,1 | 0,04 | 68,70 | 61,51 | 4,61 | 20,15 | $C_{94}H_{62}O_{11}Si_9$ | 61,04 | 4,92 | 20,03 |
| V | 95,6 | 0,05 | 146—148 | 64,91 | 3,31 | 17,23 | $C_{70}H_{50}O_9Si_7$ | 64,86 | 4,50 | 17,65 |
| VI | 96,3 | 0,04 | 66—68 | 66,71 | 4,73 | 16,63 | $C_{84}H_{70}O_{11}Si_9$ | 66,93 | 4,64 | 16,73 |
| VII | 94,2 | 0,06 | 61—63 | 68,19 | 4,59 | 16,31 | $C_{108}H_{90}O_{13}Si_{11}$ | 68,13 | 4,73 | 16,19 |

В ИК-спектрах соединений I, III и V проявляются полосы поглощения в области 1060 и 1080—1090 см^{-1} , характерные для валентных колебаний — Si—O—Si-связей циклопента- и циклотетрасилоксановых фрагментов в цепи соответственно, в спектрах соединений II, IV и VI обнаружены полосы поглощения при 1050 и 1060 см^{-1} , характеризующие наличие Si—O—Si-связей в циклогекса- и циклопентасилоксановых фрагментах соответственно.

Эти данные свидетельствуют о том, что ГФК протекает межмолекулярно и сопровождается циклизацией с образованием олигомеров спироциклического строения. Следует также отметить, что в ИК-спектрах всех синтезированных олигомеров проявляются и полосы поглощения в области 3200—3400 см^{-1} , характеризующие наличие гидроксильных групп у кремния. Это является доказательством того, что в результате ГФК образуются макромолекулы с аномальными звеньями, что приводит к образованию «разнозвенных» олигомеров, содержащих спироциклические фрагменты с открытой и закрытой цепями молекул.

Термогравиметрический анализ синтезированных олигоорганоспироциклоксанов показал (рис. 1), что наиболее термостойкими являются олигомеры V и I, содержащие, наряду с органициклопентасилоксановыми фрагментами, и органициклотетрасилоксановые.

У указанных олигомеров при термоокислительной деструкции 5%-ные потери массы достигаются при 430—450°C, а наименьшей термостойкостью обладает олигомер VII, содержащий, наряду с органициклопентасилоксановыми фрагментами, органициклооктасилоксановые, у которого 5%-ная потеря массы наблюдается при 360°C. Олигомер

VI, состоящий из органициклопента- и органициклогексасилоксановых фрагментов, занимает промежуточное положение. Это, по-видимому, объясняется тем, что процесс циклизации с образованием циклотетрасилоксановых фрагментов в цепи протекает более глубоко и полно, чем в случае образования циклогекса- и циклооктасилоксановых фрагментов. Конечные потери массы при 800—900°C для всех исследованных олигомеров составляют 58—74%.

Введение в олигомерную спироциклическую цепь диметилсилоксизвеньев вместо дифенилсилоксизвеньев приводит к увеличению конечных потерь масс от 58% (олигомер V) до 66% (олигомер I). Это, видимо, объясняется тем, что циклообразование более глубоко протекает в случае увеличения объема радикала у кремния. Сравнение конечных потерь масс для олигомеров I, III и IV (кривые 1, 3, 4) показывает, что с увеличением количества дифенилсилоксизвеньев в исходных α, ω -дигидроксициклопентасилоксанах (с $n=1$ до $n=3$) увеличиваются общие потери масс.

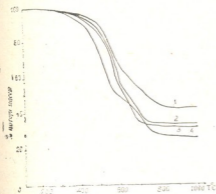


Рис. 1. Термогравиметрические кривые олигоорганоспироциклоксилосилоксанов, где кривая 1 для олигомера—V, 2—I, 3—VI, 4—VII ($V=5$ град/мин, на воздухе)

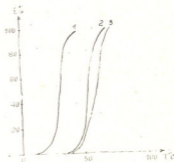


Рис. 2. Термомеханические кривые олигоорганоспироциклоксилосилоксанов, где кривая 1 для олигомера VI, 2 — I, 3 — VII, 4 — V

Термомеханические исследования синтезированных олигоорганоспироциклоксилосилоксанов показали (рис. 2), что они обладают жесткой структурой с температурой стеклования 25—40°C, причем олигомер V с дифенилциклотетрасилоксановыми фрагментами в цепи обладает более жесткой структурой, чем олигомеры VI и VII, содержащие дифенилциклогекса- и дифенилциклооктасилоксановые фрагменты в цепи.

Таким образом, методом ГФК 1,1,5,5-тетрахлор (гидрокси)-3,3,7,7,9,9-гексафенилциклопентасилоксана с дигидрокси (дихлор)-диорганосиланами и α, ω -дигидрокси (дихлор) диорганосилоксанами впервые получены олигоорганоспироциклоксилосилоксаны с органициклопентасилоксановыми фрагментами и исследованы их свойства.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 26.6.1981)

ნ. კოიავა, ო. მუკბანიანი, ლ. ხანანაშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის
 წევრ-კორესპონდენტი)

ოლიგოორგანოციკლოსილოქსანები
 ორგანოციკლოპენტასილოქსანური ფრაგმენტებით ჯაჭვში

რეზიუმე

ჰეტეროფუნქციონალური კონდენსაციის რეაქციით 1,1,5,5-ტეტრაქლორ (ტეტრაჰიდროქსი) ჰექსაფენილციკლოპენტასილოქსანის დიჰიდროქსი (დიქლორ) დიორგანოსილოქსანთან ან -დიჰიდროქსი (დიქლორ) დიორგანოსილოქსანებთან პირველად იქნა სინთეზირებული ოლიგოორგანოსპიროციკლოსილოქსანები ორგანოციკლოპენტასილოქსანური ფრაგმენტებით. შესწავლილია სინთეზირებული ოლიგომერების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები.

ORGANIC CHEMISTRY

N. A. KOIAVA, O. V. MUKBANIANI, L. M. KHANANASHVILI

OLIGOORGANOSILOXANES WITH SPIROCYCLIC STRUCTURE
 CONTAINING ORGANOCYCLOPENTASILICONE FRAGMENTS
 IN THE CHAIN

Summary

The reaction of heterofunctional condensation of 1, 1, 5, 5-tetrachlor (tetrahydroxy) hexaphenylcyclopentasiloxanes with α , ω -dihydroxy-(dichlor) diorganosiloxanes has been carried out and oligoorganosiloxanes with spirocyclic structure containing organocyclopentasilicone fragments in the chain have been obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. К. А. Андрианов, А. Б. Зачернюк. Высокомолекул. соед., 16 А, 1974, 1435.
2. К. А. Андрианов, М. А. Сипягина, Н. А. Дюдина, Ю. В. Жердов, Н. П. Гашникова. ДАН СССР, 241, 1978, 1089.
3. С. М. Меладзе, О. В. Мукбანიანი, Л. М. Хананашვილი, Г. Г. Андрионикашვილი. Высокомолекул. соед., 65, 1981.
4. Н. А. Коява, О. В. Мукбანიანი, Л. М. Хананашვილი. ЖОХ, 51, 1981, 130.

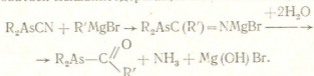
Р. Д. ГИГАУРИ, А. Н. РОБАКИДЗЕ, Т. М. ГОГИАШВИЛИ
 О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ ДИАЛКИЛЦИАНАРСИНОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 24.11.1980)

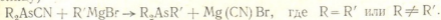
Синтез и свойства диалкил(арил)галогенарсинов изучены довольно подробно [1], тогда как поведение в химических реакциях соответствующих псевдогалогенидов и их строение почти не исследовано [2, 3]. Зная, что связь As—C легко образуется и достаточно прочна [4], до настоящего времени диалкилцианарсином приписывают нитрильное строение: $R_2As-C\equiv N$. Их свойства обуславливаются не только наличием в них трехвалентного мышьяка, но и природой заместителя.

Ранее [3] одним из нас было показано, что при взаимодействии диарилхлорарсинов с цианистым калием идет реакция обмена с образованием соответствующих цианарсинов, однако эти последние не проявляют свойств нитрилов. Продолжая исследования в этой области, для выявления особенностей поведения диалкилцианарсинов в разных химических реакциях в настоящей работе нами изучено их взаимодействие с реактивом Гриньяра.

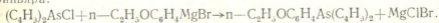
Как известно [5], взаимодействием алкил(арил) магнийгалогенида с органическими нитрилами и последующим кислотным гидролизом продуктов присоединения получают соответствующие кетоны. Принимая во внимание этот факт и ссылаясь на традиционное представление о нитрильном строении диалкилцианарсинов, мы ожидали, что в взаимодействием исследуемых соединений с реактивом Гриньяра могли бы образоваться мышьяксодержащие кетоны по общей схеме:



Реакцию проводили в среде диэтилового эфира по методике [6]. Однако выяснилось, что продуктами такого взаимодействия, вопреки нашему ожиданию, являются несимметричные третичные арсины (см. таблицу)



Как видно из данных таблицы, на направление реакции не влияет характер радикала реактива Гриньяра. Следует отметить, что соединения №№ 3—6 синтезированы нами впервые. Диалкил (п-этоксифенил)арсины представляют собой жидкости слегка желтоватого цвета с резким запахом, характерным для арсинов. Они хорошо растворяются в эфире, тетрагидрофуране, бензоле и в других апротонных растворителях, нерастворимы в воде. Индивидуальность синтезированных соединений установлена элементарным анализом, ИК-спектрами и встречными синтезами. Так, дибутил(п-этоксифенил)арсин нами был синтезирован взаимодействием дибутилхлорарсина с соответствующим реактивом Гриньяра:



Оказалось, что физико-химические константы, а также ИК-спектры этого соединения совпадают с аналогичными характеристиками продук-

Третьичные арены R₃AsR'

| №№ | R | R' | Выход, % | Т. кип. (P, мм) | d ₄ ²⁰ | n _D ²⁰ | MR _D | | Найдено %, As | Брутто формула | Вычислено %, As |
|----------------|-----------------------------------|--|-------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------|------------------|-------------------------------------|--------------------|
| | | | | | | | найдено | вычислено | | | |
| 1 ¹ | C ₂ H ₅ | C ₂ H ₅ | 42,3 | 104—105 (3) | 0,9867 | 1,4745 | 70,11 | 70,30 | 30,02 | C ₁₂ H ₂₁ As | 30,49 |
| 2 ² | iso-C ₃ H ₇ | C ₃ H ₇ | 47,1 | 112—114 (3) | 0,9534 | 1,4691 | 84,14 | 84,13 | 25,93 | C ₁₃ H ₂₃ As | 26,04 |
| 3 | C ₄ H ₉ | n-C ₄ H ₉ OC ₂ H ₅ | 50,9 | 165—168 (2,5) | 1,0090 | 1,5327 | 87,67 | 87,11 | 23,03 | C ₁₈ H ₃₇ OAs | 24,19 |
| 4 | iso-C ₄ H ₉ | n-C ₄ H ₉ OC ₂ H ₅ | 35,3 | 163—165 (2,5) | 1,0010 | 1,5320 | 87,58 | 87,18 | 23,36 | C ₁₈ H ₃₇ OAs | 24,19 |
| 5 | C ₂ H ₅ | n-C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅ | 61,2 | 169—171 (1) | 1,0555 | 1,5253 | 98,39 | 97,47 | 21,69 | C ₁₃ H ₂₅ OAs | 22,19 |
| 6 | iso-C ₃ H ₇ | n-C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅ | 35,7 | 171—173 (1,5) | 1,0092 | 1,5242 | 96,33 | 96,33 | 21,93 | C ₁₃ H ₂₅ OAs | 22,19 |

¹ Лит. данные [10]: Т. кип. 95—96°C (2 мм рт. ст.), d₄²⁰ 0,9873, n_D²⁰ 1,4739.

² Лит. данные [10]: Т. кип. 115—117°C (2,5 мм рт. ст.), d₄²⁰ 0,9540, n_D²⁰ 1,4693.

та взаимодействия реактива Гриньяра с дибутилцианарсином, что однозначно указывает на идентичность исследуемых веществ. Исследование ИК-спектров синтезированных соединений показало, что в них исчезают полосы поглощения при 2180 см^{-1} , соответствующие валентным колебаниям цианогрупп и не появляются полосы валентных колебаний $\nu(\text{C}=\text{O})$ при 1700 см^{-1} . Однако в спектрах остаются полосы поглощения в области $570\text{--}580 \text{ см}^{-1}$ $\nu(\text{As}\text{--}\text{C})$, а в спектрах соединений №№ 3—6 дополнительно наблюдаются интенсивные полосы при 1240 см^{-1} , которые обусловлены колебанием $\text{C}\text{--}\text{O}\text{--}\text{C}$ групп.

Эти данные, как и поведение вторичных цианарсинов при гидролизе [3], свидетельствуют о том, что в диалкил(арил)цианарсинах связь между атомом мышьяка цианогруппой осуществляется через атом азота

цианогруппы, т. е. образуются изонитрилы строения $\text{R}_2\text{As} \overset{\curvearrowright}{\text{N}} \equiv \text{C}$.

Следует отметить, что ИК-спектры диалкилцианарсинов не противоречат предложенной нами структуре. Наоборот, как известно [7], полосы поглощения $\text{--C}\equiv\text{N}$ групп в органических нитрилах проявляются в пределах $2210\text{--}2260 \text{ см}^{-1}$, а чаще всего — при 2250 см^{-1} . Полоса поглощения $\text{--N}\equiv\text{C}$ группы в изонитрилах, например, в метилизонитриле появляется в области 2160 см^{-1} [8]. В исследуемых нами веществах поглощение, соответствующее цианогруппам, наблюдается в области $2170\text{--}2180 \text{ см}^{-1}$, что указывает на изонитрильное строение.

Исходя из изложенного выше и основываясь на литературные данные [9], механизм образования третичных арсинов взаимодействием реактива Гриньяра с диалкилцианарсинами можно представить следующим образом: основная реакция может рассматриваться как электрофильное замещение, которое начинается с атаки положительного поляризованного мышьяка карбанионом, в результате чего образуется промежуточное соединение в виде комплекса, которое в последствии подвергается расщеплению:



Таким образом, проведенным исследованием установлено, что при взаимодействии реактива Гриньяра с диалкилцианарсинами образуются третичные арсины. Впервые высказано предположение о изонитрильной структуре диалкил(арил)цианарсинов.

Использованные в работе галоидные алкилы и арилы перед употреблением высушивали хлористым кальцием и перегоняли. Учитывая, что диалкилцианарсины и продукты их взаимодействия токсичны, легко гидролизуются и окисляются, работы по синтезу и выделению целевых продуктов проводили в атмосфере сухого инертного газа (аргон, углекислый газ). Исходные вещества — диалкилцианарсины получали по методике [1]. ИК-спектры исследуемых образцов снимали в виде тонкого слоя между пластинками из KBr на спектрометре UR-20 в области $400\text{--}3600 \text{ см}^{-1}$.

Взаимодействие бромистого *p*-этоксифенил магния с диизоамилцианарсином. К реактиву Гриньяра, приготовленного из 1,3 г магния, 11,3 г *p*-бромфенэтола и 60 мл безводного эфира, при хорошем перемешивании быстро добавляли эфирный раствор 10 г диизоамилцианарсина. Реакционную смесь нагревали и выдерживали при кипении 4 часа и оставляли на ночь, а затем разлагали разбавленной (1:5 по объему) соляной кислотой. Эфирный слой отделяли, водный слой несколько раз экстрагировали эфиром. Объединенные

эфирные вытяжки нейтрализовали раствором соды и высушивали над безводным хлористым кальцием. Остаток отгонки растворителя фракционировали. Выделяли 8,5 г (61,2%) соединения с т. кип. 171—173°C (3 мм рт. ст.), d_4^{20} 1,0602, n_D^{20} 1,5242. Найдено, %: As 21,93, $C_{18}H_{32}AsO$. Вычислено, %: As 22,12.

Таким же путем получены остальные третичные арсины.

Дибутил(п-этоксифенил)арсин. К реактиву Гриньяра, приготовленного из 8,0 г магния и 67,0 г п-бромфенэтола, при перемешивании добавляли эфирный раствор 37,4 г дибутилхлорарсина. Дальнейший ход опыта и выделение продукта реакции аналогичны описанным выше. Выделили 26,0 г бесцветной жидкости с т. кип. 180—182°C (3 мм рт. ст.), d_4^{20} 1,0968, n_D^{20} 1,5330.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 23.11.1980)

ორგანული ქიმია

რ. გიგაური, ა. რობაკიძე, თ. გოგიაშვილი

დიალკილციანარსინების ზომიერითი თვისებების შესახებ

რეზიუმე

ჩვენი კვლევის შედეგად დადგენილია, რომ დიალკილციანარსინებზე გრინიარის რეაქტივის მოქმედებით, ნაცვლად მოსალოდნელა კარბონილის ჯგუფის შემცველი დარიშხანორგანული ნაერთებისა, მიიღება შესაბამისი მესამედი არსინები, ამ ფაქტზე დაყრდნობით, აგრეთვე იწ-სპექტროსკოპიის მონაცემებით, ნაშრომში პირველადაა გამოთქმული მოსაზრება, რომ დიალკილციანარსინებში ბმა დარიშხანის ატომსა და ციანოჯგუფს შორის ხორციელდება ციანოჯგუფის აზოტის ატომის მეშვეობით: $R_2As \overset{\curvearrowright}{-} N \equiv C$.

ORGANIC CHEMISTRY

R. D. GIGOURI, A. N. ROBAKIDZE, T. M. GOGIASHVILI
 ON SOME PROPERTIES OF DIALKYLCYANARSINES

Summary

The interaction of the Grignard reagent and dialkylarsines has yielded trialkylarsines. The feasibility of a bond between arsenic and a nitric atom of the cyanogroup is suggested.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Х. Фрейдлина. Синтетические методы в области металлоорганических соединений мышьяка. М.—Л., 1945, 157, 149.
2. Р. Д. Гигаури, Б. Д. Чернокальский, Л. И. Годердзишвили, Т. Н. Шатакишвили. ЖОХ, 49, 1979, 181.
3. Р. Д. Гигаури, Б. Д. Чернокальский, Н. И. Гургенидзе, Л. И. Годердзишвили, М. А. Инджия. ЖОХ, 50, 1980, 69.
4. Сб. Успехи в области синтеза элементоорганических полимеров». М., 1966, 167.
5. Вейганд-Хильгетаг. Методы эксперимента в органической химии. М., 1968, 728.
6. R. Shriner, T. Turner. J. Am. Chem. Soc., 52, 1930, 1267.
7. Р. Моррисон, Р. Бойд Органическая химия, М., 1974, 401.
8. В. И. Нефедов. Координационная химия, 6, № 2, 1980, 199.
9. И. Д. Садеков, А. А. Максименко, А. А. Ладатко. ЖОХ, 47, 1977, 2229.
10. Г. Х. Камай, Р. Д. Гигаури, Б. Д. Чернокальский, М. М. Угулава. ЖОХ, 41, 1971, 1506.

Г. В. ЦИЦИШВИЛИ (академик АН ГССР), Ш. И. СИДАМОНИДЗЕ,
М. Д. СИЛАГАДЗЕ, Я. В. МИРСКИЙ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ТЕПЛОТ АДСОРБЦИИ ПРЕДЕЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ (C₁—C₄) И СО₂ НА СВЕРХВЫСОКОКРЕМНЕЗЕМНОМ ЦЕОЛИТЕ (АНАЛОГЕ ZSM-5)

Изучение сорбционных [1—5] и каталитических свойств сверхвысококремнеземных цеолитов (молекулярных сит, характеризующихся соотношением O₂/Al₂O₃, равным нескольким десяткам) в последнее время привлекает большой интерес исследователей. Повышенная избирательная поглотительная способность, высокая селективность в каталитических процессах в сочетании с термостабильностью и кислотостойкостью раскрывают широкие перспективы их применения в промышленности. СВКЦ (сверхвысококремнеземные цеолиты) из-за специфичности структуры (диаметр окон 6 Å) и химического состава по сорбционным свойствам резко отличаются от других ранее подробно исследованных (А, X, У, морденит) цеолитов. Малое содержание (или в некоторых случаях почти полное отсутствие) катионных адсорбционных центров резко снижает сорбционную способность полярных молекул (и. п. воды): адсорбция последних значительно уступает величине поглощения неполярных соединений. СВКЦ проявляет высокую поглотительную способность по отношению к предельным углеводородам и слаборазветвленным органическим соединениям.

В настоящее время в литературе отсутствуют данные, касающиеся микрокалориметрических исследований адсорбции предельных углеводородов на СВКЦ. Настоящая работа в определенной мере посвящена восполнению этого пробела.

Исследование дифференциальных теплот адсорбции осуществлялось на микрокалориметре типа «Тиана—Кальве» французской фирмы «Setaram». Опыты проводились при температуре 25±0,5°C.

Исследованный СВКЦ имел аналогичную ZSM-5 структуру и характеризовался соотношением $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} \approx 167,5$. В исследованиях использовались «хроматографически чистые» газы. Образец до помещения в измерительную систему предварительно нагревался в течение 6 часов при 660°, а затем откачивался в адсорбционно-вакуумной системе при 450°C до давления 10⁻⁴ тор.

Исследование адсорбции C₁—C₄ предельных углеводородов на СВКЦ показало, что адсорбция имеет физическую природу и по поглощающей способности этот цеолит значительно превосходит цеолиты NaM, KL и TMA-OFF и уступает фожазитам (сопоставление изотерм осуществлено до p = 600 тор).

Интерес вызывает специфичность изотерм дифференциальных теплот адсорбции (рис. 1). Поглощению C₁—C₄ предельных углеводородов

на этом цеолите соответствуют довольно большие величины дифференциальных теплот адсорбции, что можно объяснить наложением дисперсионных взаимодействий противоположных стенок узких пор (каналов) цеолита. Исходя из того что изотермы теплот адсорбции исследуемых C_1-C_4 углеводородов характеризуются аналогичной зависимостью Q_a от \bar{a} (с увеличением количества атомов углерода в молекуле парафина дифференциальные теплоты соответственно растут), в качестве примера рассмотрим изотерму, соответствующую системе « C_3H_8 -СВКЦ». Как видно из рисунка, кривая $Q = f(\bar{a})$ до заполнения $\bar{a} \approx 0,6$ ммоль/г претерпевает значительный спад. Дальнейшее увеличение адсорбции вплоть до насыщения не влияет на Q_a . В случае СВКЦ при высоких заполнениях не замечается повышение Q_a , т. е. отсутствуют тепловые эффекты, обусловленные взаимодействием «адсорбат-адсорбат», которое наблюдается для адсорбции пропана на цеолитах разных

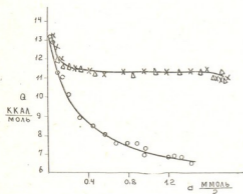


Рис. 1. Дифференциальные теплоты адсорбции системы « $O-CO_2$ -СВКЦ» и « $\Delta, X-C_3H_8$ -СВКЦ»

типов. Это, по-видимому, объясняется специфичностью структуры СВКЦ, обуславливающей упаковку адсорбированных молекул в каналах цеолита, не способствующей их взаимодействию. Этот вопрос ранее в отношении цеолитов типа L обсуждался М. М. Дубининым и сотрудниками. Резкий спад кривой $Q_a = f(\bar{a})$ в районе малых заполнений, вероятно, можно объяснить наличием в цеолите некоторого количества валентноненасыщенных катионов и структурных дефектов кристаллитов цеолита. С целью выяснения роли незначительного количества катионов и возможных кристаллических дефектов в формировании сорбционных свойств СВКЦ была исследована система « CO_2 -СВКЦ». Выбор CO_2 в качестве адсорбата обуславливался наличием квадрупольного момента у молекул CO_2 , способствующего проявлению «квадрупольного» взаимодействия.

Оказалось, что величина адсорбции CO_2 на СВКЦ заметно уступает величине адсорбции пропана. Сопоставление кривых $Q_a = f(\bar{a})$, соответствующих этим двум системам, показывает, что обе кривые претерпевают резкий спад до приблизительно одинаковых значений адсорбции ($\bar{a} \approx 0,6$ ммоль/г); Q_a , соответствующее системе « CO_2 -СВКЦ», уменьшается значительно резче — спад дифференциальных теплот в этом интервале адсорбции ($\bar{a} \approx 0;-0,6$) почти в 3 раза превышает изменение Q_a для системы « C_3H_8 -СВКЦ». Проявлению высокой «развертывающей» способности молекул CO_2 в отношении спектра энергетиче-

ски неоднородных адсорбционных центров содействуют малые значения Q_a , соответствующие плато. В случае C_3H_8 кривая $Q_a = f(\bar{a})$ «выходит» на плато при высоких значениях Q_a , что, естественно, препятствует значительному спаду кривой $Q_a = f(\bar{a})$. Высокие значения Q_a для системы « C_3H_8 -СВКЦ» в области плато по сравнению с « CO_2 -СВКЦ» можно объяснить большими величинами кинетического диаметра его молекул ($b_{C_3H_8} = 4,3 \text{ \AA}$, $b_{CO_2} = 3,3 \text{ \AA}$) и специфичной электронной конфигурацией, по-видимому, способствующей полному проявлению дисперсионного взаимодействия.

Исходя из значений кинетических диаметров молекул адсорбатов и ширины каналов цеолита ($\sim 6 \text{ \AA}$) можно принять, что молекулы CO_2 подвержены влиянию канала, тогда как молекулы C_3H_8 находятся под влиянием взаимноусиленного поля.

Тбилисский государственный университет

Грозненский нефтяной научно-исследовательский институт

(Поступило 19.2.1981)

ფიზიკური ქიმია

ბ. ტციშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), შ. სიდამონიძე,
მ. სილაგაძე, ი. მირსკი

C_1 — C_4 ნაჯერი ნახშირწყალბადების და CO_2 ადსორბციის
დიფერენციალური სითბობის კვლევა სილიციუმის
ზემალაი შემცველობის ცეოლითზე

რეზიუმე

სილიციუმის ზემალაი შემცველობის ცეოლითზე (ZSM-5 ანალოგზე) შესწავლილია C_1 — C_4 ნაჯერი ნახშირწყალბადების და CO_2 ადსორბციის დიფერენციალური სითბობი. ნაჩვენებია, რომ C_1 — C_4 ნაჯერი ნახშირწყალბადების დიფერენციალური სითბობი CO_2 -თან შედარებით ხასიათდება უფრო მაღალი სიდიდებით. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ეს გაპირობებულია მათი მოლეკულების კინეტიკური დიამეტრის განსხვავებით და სპეციფიკური ელექტრონული კონფიგურაციით.

PHYSICAL CHEMISTRY

G. V. TSITSISHVILI, Sh. I. SIDAMONIDZE, M. D. SILAGADZE, Ya. V. MIRSKI
INVESTIGATION OF DIFFERENTIAL HEATS OF THE ADSORPTION
OF C_1 — C_4 SATURATED CARBON HYDRIDE AND CO_2 ON THE
ZSM-5 ANALOGUE

Summary

The differential heats of the adsorption of C_1 — C_4 carbon hydride and CO_2 on the ZSM-5 analogue was studied. The differential heats of C_1 — C_4 paraffins were found to be higher than those of carbon dioxide. This is probably connected with different kinetic diameters and electron configuration of their molecules.

წიგნობები — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. E. M. Flanigen, T. M. Bennett, R. W. Grose, T. P. Cohen, R. L. Patton, R. M. Kirchner, T. V. Smith. *Nature*, 271, № 5, 645, 1978.
2. Т. В. Лимова, М. И. Левинбук, С. Н. Жданов, К. В. Топчиева. *Кинетика и катализ*, т. XIX, № 6, 1978, 1607.
3. T. Valyon, T. Mihalyfi, H. K. Beyer, P. A. Jacobs. 134-147, Berlin, GDR.
4. N. Y. Chen, W. E. Garwood. *J. Cat.* 52, 453-458, 1978, Adsorption of Hydrocarbons in Zeolites. v. I.
5. T. C. Vedrine *et al.* *J. Cat.* 59, 248-262, 1979.



В. Д. ЭРИСТАВИ, Г. П. ЧИЧУА, Д. Н. БАХИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СОРБЦИИ МЕДИ НА АНИОНИТАХ АВ-16, АВ-17 и ЭДЭ-10 В C_2O_4 -ФОРМЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 19.2.1981)

Кинетику сорбции меди на оксалатных формах анионитов изучали динамическим методом. Исследование проводили по методике, описанной ранее [1]. Концентрация хроматографируемого раствора была равной 0,1 мг Cu^{2+} /мл.

Измеряли выходные кривые слоя сорбента толщиной в одно зерно при разных скоростях потока ($V=30; 60; 90; 120; 150$ мл/мин), по которым строили кинетические кривые $q=f(t)$ (q — концентрация сорбированного вещества, t — время).

Поскольку предварительным изучением изотермы сорбции меди на анионитах АВ-16, АВ-17 и ЭДЭ-10 в C_2O_4 -форме было установлено, что они имеют вид, характерный для обратимой сорбции, для их обработки можно было воспользоваться уравнением диффузионной кинетики обратимой сорбции из потока раствора постоянной концентрации [2].

$$-\ln(1-q/q_{\infty}) = \gamma \frac{C_0}{q} t, \quad (1)$$

где q , q_{∞} — концентрация сорбированного вещества к моменту времени t и при равновесии; γ — кинетический коэффициент; C_0 — концентрация хроматографируемого раствора.

Выражения для кинетических коэффициентов сорбции на сферических зернах имеют следующий вид:

1. Внешне диффузионная область при ламинарном потоке [3]:

$$\gamma = \gamma_1 = a_1 D^{2/3} u^{1/3} r_0^{-5/3}, \quad (2)$$

где $a_1 = \text{Const}$, D — коэффициент диффузии; u — линейная скорость потока; r_0 — радиус зерна.

2. Внутридиффузионная область [4]:

$$\gamma = \gamma_2 = a_2 D_{\text{эф}} r_0^{-2} K, \quad (3)$$

где $a_2 = \text{Const}$; $D_{\text{эф}}$ — эффективный коэффициент внутренней диффузии; K — коэффициент сорбции (безразмерная величина).

3. Область кинетики из-за потока [2]:

$$\gamma = \gamma_3 = a_3 \frac{\kappa}{1-\kappa} u r_0^{-1}, \quad (4)$$

где $a_3 = \text{Const}$, κ — пористость сорбента.

4. Смешанная область [5]:

$$\frac{1}{\gamma} = \frac{1}{\gamma_1} + \frac{1}{\gamma_2} + \frac{1}{\gamma_3} \quad (5)$$

Из выражений (2)—(5) видно, что зависимость γ от скорости потока неодинакова в разных кинетических областях. Следовательно, находя из опыта зависимость $\gamma = f(u)$, можно определить кинетические области протекания сорбции.

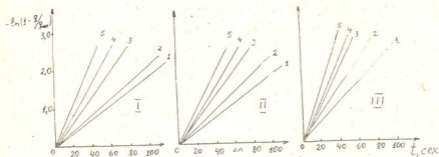


Рис. 1. Графическая зависимость $-\ln(1-q/q_\infty)$ от t : I — аннионит АВ-16; II — аннионит АВ-17; III — аннионит ЭДЭ-10. I— $V=30$ мл/мин; 2 — $V=60$ мл/мин; 3 — $V=90$ мл/мин; 4— $V=120$ мл/мин; 5 — $V=150$ мл/мин

Для нахождения значений кинетических коэффициентов при различных скоростях потока, на основе опытных данных строили график зависимости $-\ln(1-q/q_\infty) = f(t)$ (рис. 1).

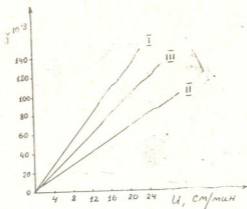


Рис. 2. Зависимость кинетического коэффициента (γ) от скорости потока (u): I — аннионит АВ-16; II — аннионит АВ-17; III — аннионит ЭДЭ-10

Из рис. 1 видно, что зависимость $-\ln(1-q/q_\infty) = f(t)$ имеет линейный характер. Из графика находим также угол наклона прямых к оси времени, причем, как следует из [1];

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\gamma \cdot C_0}{q \cdot \rho} \left(\frac{x}{1-x} \right) \quad (6)$$

где ρ — плотность набухшего сорбента.

На основании экспериментальных данных определяли из (6) кинетический коэффициент сорбции и строили график зависимости кинетического коэффициента от скорости потока, т. е. $\gamma = f(u)$ (рис. 2).

Как видно из рис. 2, зависимость $\gamma = f(u)$ имеет линейный или близкий к линейному характер. В соответствии с теоретическими зависимостями (2) — (5) это означает, что в изученном интервале скоростей потока сорбции меди на оксалатных формах анионитов определяется скоростью подвода вещества потоком. Следовательно, закономерности динамики сорбции меди на оксалатных формах анионитов при изученных скоростях потока определяются равновесными и гидродинамическими параметрами и не зависят от скорости внешней и внутренней диффузии.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 27.2.1981)

ფიზიკური ქიმია

ვ. ერისთავი, ვ. ჩიჩუა, ვ. ბახია

სპილენძის სორბციის კინეტიკის შესწავლა AB-16, AB-17 და
ЭДЭ-10 ანიონიტებზე C_2O_4 -ფორმაში

რეზიუმე

დინამიკური მეთოდით შესწავლილია სპილენძის (II) სორბციის კინეტიკა AB-16, AB-17 და ЭДЭ-10 ანიონიტებზე ოქსალატურ ფორმაზე.

დადგენილია, რომ სპილენძის (II) სორბციის სიჩქარე ზემოდ მიითვებულ სორბენტებზე ლიმიტირებულია ნივთიერების მიწოდების სიჩქარით.

PHYSICAL CHEMISTRY

V. D. ERISTAVI, G. P. CHICHUA, D. N. BAKHIA

STUDY OF COPPER SORPTION KINETICS ON AB-16, AB-17, AND
ЭДЭ-10 ANIONITES IN C_2O_4 FORM

Summary

Copper (II) sorption kinetics has been studied on AB-16, AB-17, and ЭДЭ-10 anionites in oxalate form. The copper (II) sorption rate on the cited sorbents was found to be limited by the substance supply rate.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Д. Эристави, В. С. Голубев, К. М. Ольшанова, М. Г. Мгалоблишвили, Р. А. Кекелия. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 5, 153, 1972, 69.
2. Д. П. Тимофеев. Кинетика сорбции. М., 1962.
3. В. С. Голубев, Г. М. Панченков. ЖФХ, № 36, 1962, 2271.
4. В. С. Голубев, Г. М. Панченков. ЖФХ, № 37, 1963, 310.
5. В. С. Голубев, Г. М. Панченков. ЖФХ, № 38, 1964, 228.



ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. М. КАЦИТАДЗЕ, В. В. АЗАТЯН, З. Г. ДЗОЦЕНИДЗЕ, М. М. МУСЕРИДЗЕ

СОВМЕСТНОЕ ВЛИЯНИЕ МЕТИЛАМИНА И ЭТИЛАМИНА НА ПЕРВЫЙ ПРЕДЕЛ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ СМЕСИ ОКСИДА УГЛЕРОДА (II) С КИСЛОРОДОМ

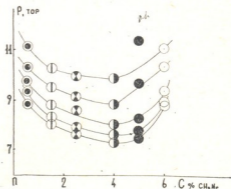
(Представлено академиком Н. А. Ландия 2.6.1981)

В работе [1] обнаружен синергизм ингибирующего совместного действия метиламина и этиламина на воспламенение смеси H_2 с O_2 . Этот факт объяснен на основе теории разветвленных цепных реакций.

Известно, что органические водородсодержащие соединения типа RH влияют на процесс горения CO , участвуя одновременно и в реакции разветвления цепей и в реакции обрыва. Этим обусловлена экстремальная зависимость первого предела от содержания добавки RH [2]. Поэтому представляет интерес изучение совместного действия пары аминов на самовоспламенение оксида углерода (II) с кислородом.

В настоящей работе определены первые пределы самовоспламенения смеси $2CO + O_2$ в присутствии различных количеств отдельных аминов, а также их смесей (рис. 1—3).

Рис. 1. Зависимость первого предела воспламенения смеси $2CO + O_2 + x\%$ CH_3NH_2 от концентрации CH_3NH_2 , для температур: 1 — 863 К, 2 — 883 К, 3 — 903 К, 4 — 923 К, 5 — 943 К



Согласно [2], механизм цепного процесса самовоспламенения смеси $2CO + O_2$ в присутствии небольших добавок RH можно изобразить следующим образом:



Условие минимума на кривой зависимости предела (P_1) от концентрации добавки определяется выражением [3]

$$(RH)_{\min} = \sqrt{\frac{K_4 K_5}{K_3 K_6}}, \quad (7)$$

где $(RH)_{\min}$ — концентрация ингибитора, соответствующая минимумам на кривых рис. 1 и 2; K_3, K_4, K_5, K_6 — константы скорости элементарных реакций из вышеприведенной схемы.

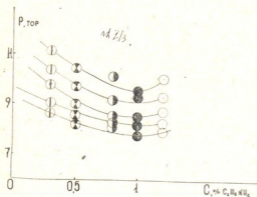


Рис. 2. Зависимость первого предела воспламенения смеси $2CO + O_2 + 7\% C_2H_5NH_2$ от концентрации $C_2H_5NH_2$, для температур: 1 — 863 К, 2 — 883 К, 3 — 903 К, 4 — 923 К, 5 — 943 К

Поскольку поверхность реакционного сосуда покрыта окисью магния, что обеспечивает протекание процесса в диффузионной области [2], то для расчетов применили следующий вариант уравнения (7):

$$f_{\min}^{RH} = \frac{1}{(P_{\min}^{RH})} \sqrt{\frac{K'_4 K'_5}{K_3 K_6}}, \quad (8)$$

где f_{\min}^{RH} — доли ингибитора, соответствующие общему давлению на минимуме кривых на рис. 1 и 2; P_{\min}^{RH} — давление, соответствующее минимуму; $k'_4 = k_4 (P_{\min}^{RH})$ и $k'_5 = k_5 (P_{\min}^{RH})$.

По этой формуле определены k'_3 и k''_3 (см. табл.).

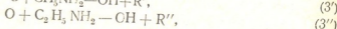
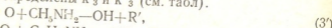


Таблица 1

| T, K | $k'_3 \cdot 10^{-10}$ см ³ ·моль ⁻¹ сек ⁻¹ CH ₃ NH ₂ | $k''_3 \cdot 10^{10}$ см ³ ·моль ⁻¹ сек ⁻¹ C ₂ H ₅ NH ₂ |
|------|---|---|
| 943 | 1,02 | 5,24 |
| 903 | 0,57 | 3,01 |
| 863 | 0,22 | 1,62 |

При совместном действии двух ингибиторов для первого предела самовоспламенения получаем

$$(O_2) = \frac{k_4}{k_2} \left[1 + \frac{k'_5 y}{k_4} \left(1 + \frac{k'_4 x}{k'_3 y} \right) \right] \left[1 + \frac{k_3}{k'_3 y \left(\frac{k'_4 x}{k'_3 y} + 1 \right)} \right], \quad (9)$$

где x и y — молярные доли CH_3NH_2 или $C_2H_5NH_2$, соответственно.

Рабочие смеси составлены таким образом, что x/y является постоянным и равным 5. Поэтому

$$1 + \frac{k'_4 x}{k'_3 y} = \text{const} = c_1, \quad (10)$$

$$1 + \frac{k'_5 y}{k'_3 y} = \text{const} = c_2. \quad (10')$$

С учетом (10) и (10') уравнение (9) запишем в виде

$$(O_2) = \frac{k_4}{k_2} \left(1 + \frac{c_1 k_6 y}{k_4} \right) \left(1 + \frac{k_5}{k_3 y \cdot c_2} \right). \quad (9a)$$

Как видно из рис. 3, в хорошем согласии с (9a), зависимость P_1 от суммарного содержания аминов имеет минимум. Ординаты минимумов почти одинаковые, но абсциссы разные.

Рассмотрим, имеет ли место эффект синергизма в данном случае, т. е. при двояком действии активной добавки.

Из (9) получаем, что на минимуме кривой зависимости P_1 от суммарной мольной доли ингибиторов

$$x, y = \frac{1}{(p^2_{min})'} \sqrt{\frac{k_4 k_5}{k_3 k_6}} \cdot \frac{1}{\sqrt{c_1 c_2}}. \quad (11)$$

Поделив уравнение (8) на уравнение (11), получим

$$\frac{f'_{min} RNH_2}{f'_{min} RNH_2} = \frac{(p^2_{min}) RNH_2}{(p^2_{min}) RNH_2} \sqrt{c_1 c_2}. \quad (12)$$

где $(p^2_{min})' RNH_2$ — относится к суммарной смеси $2CO + O_2 + x\% CH_3 NH_2 + y\% C_2 H_5 NH_2$.

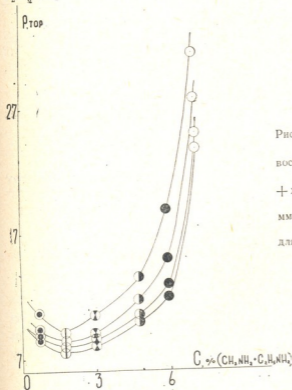


Рис. 3. Зависимость первого предела воспламенения смеси $2CO + O_2 + x\% CH_3 NH_2 + y\% C_2 H_5 NH_2$ от суммарной концентрации ингибиторов, для температур: 1—883 К, 2—903 К, 3—923 К, 4—943 К

Согласно уравнениям (10) и (10') — $C_1, C_2 > 1$. Это значит, что, если $(p'_{min}) RNH_2 \approx (p_{min}) RNH_2$, то f'_{RNH_2} должна быть больше f'_{RNH_2} , т. е. при одинаковом ингибирующем эффекте доля отдельно взятого ингибитора должна быть больше доли ингибитора в смеси. Отсюда следует, что должен иметь место эффект синергизма.

Таблица 2

| T, K | $\frac{(p^2_{min})_a'}{(p^2_{min})_a}$ | $\left(\frac{f_a}{f_a'}\right)_{расч}$ | $\left(\frac{f_a}{f_a'}\right)_{эксп}$ | $\frac{(p^2_{min})_b}{(p^2_{min})_b}$ | $\left(\frac{f_b}{f_b'}\right)_{расч}$ | $\left(\frac{f_b}{f_b'}\right)_{эксп}$ |
|------|--|--|--|---------------------------------------|--|--|
| 863 | 1,018 | 2,30 | | 1,09 | 2,46 | |
| 903 | 1,110 | 2,72 | 2,67 | 0,99 | 2,42 | |
| 943 | 1,067 | 2,54 | | 0,97 | 2,41 | 3,33 |

В этой таблице величины с индексом «а» соответствуют данным экспериментов с добавками метиламина, а с «б» — этиламина.

Как видно из табл. 2, при всех температурах $f_{RNH_2} > f'_{RNH_2}$, т. е. при совместном действии двух аминов в случае воспламенения CO проявляется синергизм ингибирования, подобно тому, как это проявляется в случае воспламенения H_2 [1].

Тбилисский государственный университет

(Поступило 11.6.1981)

ფიზიკური ქიმია

მ. კაციტაძე, ვ. აზათიანი, ზ. ძოჭენიძე, მ. მუსერიძე

მეთილამინის და ეთილამინის ერთდროული გავლენა ნახშირბადის (II) ოქსიდის ჟანგბადთან ნარევის აალების პირველ ზღვარზე

რეზიუმე

შესწავლილია მეთილამინის და ეთილამინის ერთდროული მოქმედება ნახშირბადის (II) ოქსიდის და ჟანგბადის ნარევის თვითაალების პირველ ზღვარზე.

PHYSICAL CHEMISTRY

M. M. KATSITADZE, V. V. AZATYAN, Z. G. DZOTSENIDZE, M. M. MUSERIDZE
 SIMULTANEOUS EFFECT OF METHYLAMINE AND ETHYLAMINE
 ON THE FIRST IGNITION LIMIT OF $CO+O_2+xH_2$ MIXTURES

Summary

The inhibition action of methylamine and ethylamine additives on the ignition of $CO+O_2+xH_2$ mixtures was investigated. The synergistic effect of these two inhibitors is reported. The kinetic parameters of the reactions of CH_3-NH_2 and $C_2H_5-NH_2$ molecules with H and O atoms were obtained by the method of "ignition limits".

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. M. Katsitadze, Z. G. Dzotsenidze, M. D. Museridze, V. V. Azatyan. React. Kinet. Catal. Lett., 9, № 2, 1978, 119-124.
2. В. В. Азатян. Арм. хим. журн., 20, 1967, 577.
3. В. В. Азатян, В. В. Воеводский, А. Б. Налбандян. ДАН СССР, 132, № 4, 1960, 864.

И. Ш. ШАТИРИШВИЛИ, Л. А. ЗАУТАШВИЛИ

ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ МАРГАНЦА НА ЦЕОЛИТАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андрионикашвили 25.6.1981)

Открытие вхождения микроэлементов в состав большого числа ферментов сыграло важную роль в понимании их физиологического значения и превратило учение о микроэлементах в одну из важнейших проблем биологии. Установлено, что микроэлементы являются стимуляторами роста растений, поэтому последние без них не могут обойтись. Отсюда следует, что для нормального роста растений необходима аккумуляция микроэлементов в почве. В последние годы с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур в почву добавляются природные цеолиты, в частности клиноптилолитсодержащие туфы, которые являются прекрасными ионообменниками и адсорбентами [1]. Цеолиты характеризуются ярко выраженной селективностью поглощения к ряду металлов как из концентрированных, так и из разбавленных растворов [2].

Исходя из вышеизложенного в настоящей работе исследован процесс поглощения одного из микроэлементов почвы — ионов марганца клиноптилолитсодержащими туфами месторождения Дзегви (ГССР).

Для очистки от примесей цеолиты перед проведением экспериментов обрабатывались едким натрием, соляной кислотой и дистиллированной водой.

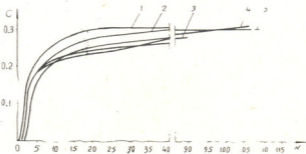


Рис. 1. Выходные кривые сорбции марганца на цеолите при различных рН марганецсодержащего раствора при скорости 5 мл/мин: С — содержание марганца во фракциях фильтрата, мг/10 мл; N — номера фракций фильтрата; 1 — рН 2; 2 — рН 3; 3 — рН 4; 4 — рН 5; 5 — рН 6

При динамическом способе осуществления сорбционных процессов одним из важнейших факторов являются скорость и рН протекающего раствора, от которых зависит величина рабочей (т. е. его емкости до начала проскока поглощаемых ионов [3]) и общей емкости сорбента.

С целью выявления оптимальных гидродинамических условий работы ионообменных колонок нами исследовалась динамика сорбции марганца на цеолите (клиноптилолит) при различных рН и скоростях потока раствора.

Через колонки с цеолитом (высота слоя цеолита в колонке 9 см, объем 18 мл, вес клиноптилолита 16,750 г) со скоростью фильтрации 5 мл/мин пропускались марганецсодержащие растворы ($0,3 \text{ мг/мл Mn}^{2+}$) при различных рН (2; 3; 4; 5; 6) до полного насыщения цеолита ионами марганца. Вытекавшие из колонок фильтраты непрерывно отбирались фракциями по 10 мл, в каждой из которых определялось содержание марганца по методике, описанной в [4, 5]. На основании этих экспериментов были построены выходные кривые сорбции (рис. 1).

Как видно из рис. 1, при всех рН, кроме рН 4 ($u=5 \text{ мл/мин}$), пропуск марганца происходит во второй фракции, а общая емкость цеолита по марганцу равняется соответственно: при рН 2 22 мг; рН 3 23,85 мг, рН 4 52,02 мг, рН 5 38,07 мг, рН 6 50,45 мг. Эта зависимость отражена на рис. 2.

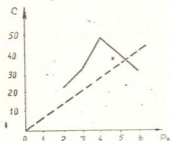


Рис. 2. Зависимость емкости цеолита от рН раствора: С — концентрация сорбируемого марганца; рН — кислотность раствора

Из приведенных данных видно, что самой большой емкостью цеолит обладает при рН 4, и изучение влияния скорости на сорбируемые ионы марганца цеолитом было проведено при рН 4.

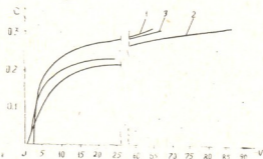


Рис. 3. Выходные кривые сорбции марганца на цеолите при различных скоростях потока (u): 1— $u=1 \text{ мл/мин}$, 2— $u=5 \text{ мл/мин}$, 3— $u=10 \text{ мл/мин}$

На рис. 3 представлены построенные по результатам этих экспериментов выходные кривые сорбции марганца на цеолите при различных скоростях потока.

По выходным кривым рис. 3 нами были рассчитаны величины динамических сорбционных емкостей (ДСЕ) исследованного цеолита при различных скоростях потока (см. таблицу).

Как видно из рис. 3 и таблицы, величина ДСЕ изученного цеолита заметно зависит от скорости потока, т. е. от величины удельной филь-

трации $UH=16^{-1}$ час [6]. Эта зависимость графически представлена на рис. 4.

Зависимость величины ДСЕ клиноптилолита от скорости потока марганецсодержащего раствора

| Цеолит | Скорость потока, мл/мин | | | | | |
|---------------|--|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| | 1 | | 5 | | 10 | |
| | Динамическая сорбционная емкость (ДСЕ) | | | | | |
| | мг-экв/мл | мг-экв/г | мг-экв/мл | мг-экв/г | мг-экв/мл | мг-экв/г |
| Клиноптилолит | 0,0272 | 0,1088 | 0,0272 | 0,1088 | 0,0134 | 0,0670 |

С целью выяснения механизма обмена и уточнения устойчивости цеолита по обработке нами было проведено рентгенографическое и ИК-

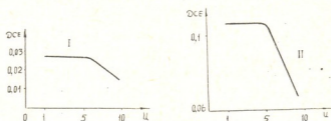
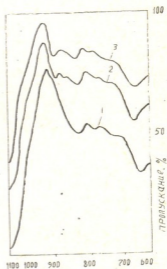


Рис. 4. Зависимость ДСЕ клиноптилолита по марганцу от скорости потока (u): I — ДСЕ, мг-экв/мл; II — ДСЕ, мг-экв/г

спектроскопическое исследование образцов цеолита до обработки после обработки и после насыщения их ионами марганца.

Рис. 5. ИК-спектры поглощения цеолита до обработки, после обработки и после насыщения его ионами марганца: 1 — необработанный цеолит; 2 — обработанный цеолит; 3 — цеолит, насыщенный марганцем



Полученные результаты показывают, что в случае иона $(SiO)^{-4}$ в инфракрасных спектрах большей интенсивностью обладают полосы, соответствующие колебаниям ν_3 и ν_4 1050 и 625 cm^{-1} [7]. В исследованных нами образцах в пределах погрешности эксперимента как де-

баэგრამмы, так и ИК-спектры идентичны, а наиболее интенсивные полосы колебания соответствуют значениям $\nu_3=1080 \text{ см}^{-1}$ и $\nu_4=610 \text{ см}^{-1}$, свидетельствующим, что основным строительным фрагментом кремнекислородного тетраэдра является $(\text{SiO}_4)^{4-}$.

Следовательно, можно заключить, что структура цеолита не изменяется ни при обработке растворами щелочи (NaOH), ни кислоты (HCl), она не изменяется также при насыщении катионами марганца (рис. 5).

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 26.6.1981)

ფიზიკური ქიმია

ი. შათირიშვილი, ლ. ჯაუტაშვილი

მანგანუმის სორბციული ძვევის შესწავლა ცეოლიტზე

რეზიუმე

დინამიკურ პირობებში გამოკვლეულია მანგანუმის კათიონების სორბცია სულფატური ხსნარებიდან ცეოლიტ კლინოპტილოლიტზე.

დადგენილია სორბციის ოპტიმალური pH და ფილტრაციის სიჩქარე.

რენტგენოსტრუქტურული და ინფრაწითელი მონაცემების საფუძველზე დადგენილია, რომ ცეოლიტის სტრუქტურა არ იცვლება მისი დამუშავებისას (NaOH და HCl) დუღილის ტემპერატურაზე.

PHYSICAL CHEMISTRY

I. Sh. SHATIRISHVILI, L. A. ZAUTASHVILI

STUDY OF THE SORPTIONAL BEHAVIOUR OF MANGANESE ON ZEOLITES

Summary

The sorption of manganese cations from sulphate solutions on zeolite clinoptilolite has been studied in dynamic conditions. The optimum pH of sorption and the rate of filtration have been established. X-ray structural and IR investigation data demonstrate that the zeolite structure does not change under processing (NaOH and HCl) at boiling temperature.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. А. Алиев, И. Ш. Искендеров, К. З. Вердиев, С. А. Мамедова. Природные цеолиты в сельском хозяйстве. Тбилиси, 1980, 109.
2. Г. В. Цицишвили, Т. Г. Андроникашвили. Природные цеолиты и возможности их использования в народном хозяйстве. Тбилиси, 1978, 65.
3. О. Самуельсон. Ионобменные разделения в аналитической химии. М., 1966.
4. Ю. С. Ляликов, И. С. Ткаченко, А. В. Добранский, В. И. Сакунов. Анализ железных, марганцевых руд и агломератов. М., 1966.
5. Г. Шарло. Методы аналитической химии. М., 1965.
6. К. М. Саададзе, А. Б. Пашков, В. С. Титов. Ионобменные высокомолекулярные соединения. М., 1960.
7. К. Накамото. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений. М., 1966.

Б. В. ЦАНАВА, Т. И. ЛЕЖАВА

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА С РАСТВОРИМЫМИ АНОДАМИ НА ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ МЕДИ ИЗ СУЛЬФАТНЫХ И ПЕРХЛОРАТНЫХ РАСТВОРОВ

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 5.2.1981)

Для изучения влияния различных факторов на процесс электроосаждения меди и структуру получаемых осадков, во избежание изменения концентрации в растворе при длительном электролизе, как правило, используются бездиафрагменные ячейки с растворимыми анодами. При этом в ряде случаев выбор анодного материала является произвольным, а порой в статьях не указаны марки материалов, используемых в качестве анодов. Между тем, в последние годы было установлено [1—4], что микроколичества ($\sim 10^{-4}M$) анионов некоторых элементов вызывают резкое снижение величины перенапряжения при элект-

Рис. 1. Влияние продолжительности электролиза с растворимыми анодами марки М1 (кр. 1—5) и «Осч» (кр. 6, 7) на катодную поляризацию меди при следующих количествах пропущенного электричества (Ач/л): 1—0; 2—5; 3—20; 4—40; 5—200; 6—20. Кривая 7 соответствует случаю 6 после добавления 10^{-3} г/л Cl^-



роосаждению меди и укрупнение зерна осадка. В связи с тем что различные марки меди, используемые в качестве анодного материала, содержат различные элементы в виде примесей, было интересно изучить поведение электролита при его длительной работе с растворимыми анодами.

Объем электролита составлял 50 см^3 , объемная плотность тока при $i=20 \text{ mA/cm}^2$ — 10 A/l . Длительный электролиз проводился при комнатной температуре, а поляризационные кривые снимались при 25°C . В качестве рабочего электрода при поляризационных измерениях использовался платиновый микроэлектрод ($d=20 \text{ мм}$), покрытый медью. В качестве анодного материала применялись прокат-



ная медь марки М1, спектрально-чистая медь и особо чистая медь (ВЗ МРТУ 14—15—1—65 и ОСЧ 11—4 ЦНТУ 03—9—69).

На рис. 1 приводятся катодные гальванодинамические кривые электроосаждения меди из раствора $0,8 \cdot \text{MCuSO}_4 + 0,5 \text{MH}_2\text{SO}_4$ для различных значений количества пропущенного электричества при электролизе с анодами из прокатной меди М1. Из рисунка видно, что изменение формы поляризационной кривой начинает проявляться уже после пропускания электричества через раствор в количестве 5 Ач/л (кр. 2), а при 40 Ач/л эффект снижения перенапряжения достигает максимального значения (кр. 4). При этом приобретенные раствором свойства не изменялись в течение 2 месяцев (т. е. за период наблюдения), а также при длительном пропускании воздуха через него. Это свидетельствует о том, что описанный эффект не связан с накоплением одновалентной меди в растворе.

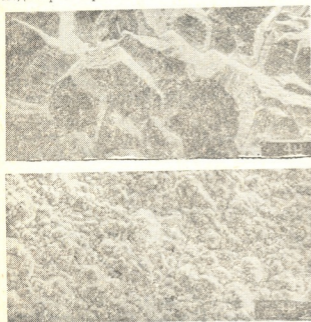


Рис. 2. Электронные микрофотографии осадков меди, полученных в растворах: а — исходный раствор из трижды перекристаллизованной соли, б — то же после длительного электролиза с анодами М1 (сканирующий электронный микроскоп, режим отраженных и вторичных электронов, $E_0 = 15$ кВ, выполнены Э. Р. Кутелля в Республиканском центре электронной микроскопии)

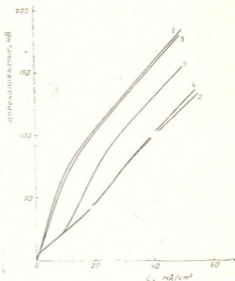
Как и следовало ожидать, параллельно с изменением величины перенапряжения происходят резкие структурные изменения осадка (рис. 2) — размер зерна увеличивается почти на порядок.

Внесение в проработанный раствор 0,001 г/л хлор-ионов приводит к исчезновению эффекта снижения поляризации, возникающего в результате проработки электролита (рис. 3, кр. 3). После часовой выдержки такого раствора с порошком меди (20 г порошка на литр раствора) при перемешивании эффект снижения перенапряжения вновь восстанавливается (рис. 3, кр. 4). Очевидно, порошок меди хемосорбирует ионы хлора и тем самым очищает раствор от них. Повторная обработка раствора новой порцией порошка меди приводит к ослаблению эффекта, вызванного длительным электролизом раствора (рис. 3, кр. 5). Эти опыты указывают на то, что эффекты, вызванные появлением некоторого вещества-стимулятора в растворе при длительном электролизе, являются адсорбционной природой. Поэтому устранение эффекта стимуляции хлор-ионами следует объяснить десорбцией стимулятора в результате конкурентной адсорбции ионов хлора.

Для выяснения вопроса, является ли стимулятор процесса элект-

роосаждения меди продуктом восстановления SO_4^- или он переходит в раствор из анодного материала, был проведен длительный электролиз в растворе перхлората меди, а также в сульфатном растворе с применением различных марок меди в качестве анодного материала. В результате опытов было установлено, что при длительном электролизе с анодами марки МІ в перхлоратном растворе также происходит снижение величины перенапряжения. Длительный электролиз с анодами из спектрально-чистой и особо чистой меди в растворе, приготовленном из трижды перекристаллизованного медного купороса, не влияет на величину перенапряжения, а в растворе, приготовленном из реактивной соли, происходит даже некоторое увеличение перенапряжения (рис. 1, кр. 6). Мы полагаем, что причиной этого является очистка раствора

Рис. 3. Влияние хлор-ионов и обработки раствора порошком меди на эффект снижения катодной поляризации, вызванный длительным электролизом с анодами МІ (р-р $0,8 \text{ M CuSO}_4 + 0,5 \text{ M H}_2\text{SO}_4$): 1 — исходный раствор; 2 — раствор после электролиза (40 Ач/л); 3 — раствор № 2 + 0,001 г/л Cl^- ; 4 — раствор № 3, обработанный порошком меди; 5 — раствор № 4, обработанный новой порцией порошка меди



электролизом от примесей хлор-ионов, которые имеются в незначительных количествах в реактивных солях. Действительно, при внесении 0,001 г/л ионов хлора (т. е. такого количества, которое может попасть в раствор из реактивной соли «хч») в раствор, подвергнутый длительному электролизу с анодами из особо чистой меди (или в раствор, приготовленный из трижды перекристаллизованной соли), величина поляризации возвращается к исходному значению (рис. 1, кр. 7). В специально поставленных опытах было установлено, что очистка раствора от ионов хлора происходит при пропускании через раствор 20 Ач/л электричества.

В результате проведенных экспериментов можно сделать однозначное заключение о том, что стимулятор электроосаждения переходит в раствор из анодного материала марки МІ.

Тщательное изучение свойств раствора, подвергшегося длительному электролизу с анодами марки МІ, показало, что причиной описанного эффекта не могут быть известные нам в настоящее время стимуляторы электроосаждения меди ($\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$, AsO_4^{3-} , SO_3^{2-} , SeO_3^{2-} , SeO_4^{2-} , TeO_3^{2-} , MoO_4^{2-} , WO_4^{2-}), для которых характерно качественно иное поведение.

Таким образом, из вышеизложенного следует, что для изучения влияния различных факторов на величину перенапряжения при элект-

роосаждении меди и структуру полученных осадков, во избежание наложения эффекта, вызванного природой анодного материала, целесообразно пользоваться анодами из меди особой чистоты (ВЗ МРТУ, 14—15—65 и ОСЧ 11—4 ЦНТУ 03—9—69) или меди, проверенной на постоянство катодной поляризации при длительном электролизе (более 40 Ач/л). Кроме того, с целью устранения влияния ионов хлора на процесс электроосаждения меди раствор должен готовиться из трижды перекристаллизованного медного купороса или подвергаться длительному электролизу (более 20 Ач/л) растворимыми анодами из особо чистой меди.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической химии
 и электрохимии

(Поступило 13.2.1981)

ელექტროქიმია

ბ. ცანავა, თ. ლეშავა

ხსნადი ანოდებით ხანგრძლივი ელექტროლიზის გავლენა სპილენძის ელექტროლიზური გამოლექვის პროცესზე სულფატური და პერკლორატული ხსნარებიდან

რეზიუმე

სპილენძის დანაფარების სტრუქტურაზე და გადაძაბვის სიდიდეზე სხვადასხვა ფაქტორის გავლენის შესწავლისას, ანოდური მასალის ბუნებიდან გამომდინარე ეფექტების ზედღების გამორიცხვის მიზნით, მიზანშეწონილია საანოდე მასალად გამოყენებულ იქნეს „განსაკუთრებული სისუფთავის“ სპილენძი (ВЗ-МРТУ 14-15-1-65 და ОСЧ11-4ЦНТУ 03-9-69) ან სპილენძი, რომელიც შემოწმებული იქნება ხანგრძლივ ელექტროლიზზე.

ELECTROCHEMISTRY

B. V. TSANAVA, T. I. LEZHAVA

THE EFFECT OF PROLONGED ELECTROLYSIS WITH SOLUBLE ANODES ON THE PROCESS OF ELECTRODEPOSITION OF COPPER FROM SULPHATE AND PERCHLORATE SOLUTIONS

Summary

It is concluded that in studying the effect of various factors on the structure of copper deposits and on the value of overvoltage, in order to exclude the superposition of the effects stemming from the nature of the anode material it is advisable to use specially pure copper (ВЗ МРТУ 14-15-1-65 and ОСЧ 11-4 ЦНТУ 03-9-69) or copper checked for constancy of cathodic polarization at prolonged electrolysis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. И. Лежава, К. Г. Меладзе, Б. В. Цанава. Материалы IV Всесоюзного симпозиума «Двойной слой и адсорбция на твердых электродах». Тарту, 1975.
2. Т. И. Лежава и др. Сообщения АН ГССР, 81, № 1, 1976, 113.
3. M. R. H. Hill, G. T. Rogers. J. Electroanal. Chem. 68, № 2, 1976, 149.
4. Т. И. Лежава и др. Электрохимия, 14, 1978, 1820.



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Н. Е. ВАСАДЗЕ, В. А. АНИСТРАТЕНКО

**КИНЕТИКА МАССООБМЕНА КЛАПАННЫХ ПРЯМОТОЧНЫХ
КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ С ДВУМЯ ЗОНАМИ КОНТАКТА ФАЗ**

(Представлено академиком Н. А. Ландия 18.6.1981)

Конструкция клапанного прямоточного контактного устройства и описания их работы приведены в работе [1].

Процесс массопередачи состоит из передачи веществ в пределах жидкой фазы и перехода вещества через границу раздела фаз.

Коэффициенты массопередачи, определяющие скорость процесса, определяются по уравнению аддитивности фазовых сопротивлений:

а) для коэффициентов массопередачи, отнесенных к концентрации газа

$$\frac{1}{K_{огА}} = \frac{1}{K_{гА}} + \frac{m}{K_{жА}};$$

б) для коэффициентов массопередачи, отнесенных к жидкой фазе

$$\frac{1}{K_{ожА}} = \frac{1}{mK_{гА}} + \frac{1}{K_{жА}};$$

где $K_{огА}$ и $K_{ожА}$ — коэффициенты массопередачи, выраженные через концентрации компонентов в газовой и жидкой фазах, умноженные на удельную поверхность контакта фаз, м/с;

$K_{гА}$, $K_{жА}$ — коэффициенты массоотдачи в газовой и жидкой фазах, умноженные на удельную поверхность контакта фаз, м/с; m — константа фазового равновесия.

Коэффициенты массоотдачи $K_{гА}$ и $K_{жА}$ опытным путем определить невозможно в связи с отсутствием методов измерения концентрации фаз на границе их раздела. Для определения фазовых коэффициентов массоотдачи на изучаемых контактных устройствах проводили массообмен на системах с однофазным сопротивлением, считая при этом, что коэффициенты массоотдачи в газовой и жидкой фазах с достаточной точностью равны коэффициентам массопередачи при десорбции углекислого газа из его водных растворов и абсорбции паров этилового спирта водой.

Исследования кинетики массопередачи проводили в колоннах диаметрами $\Phi = 250$ мм, $\Phi = 500$ мм и $\Phi = 1000$ мм. Скорость газа в колонне изменялась от 0,2; 2 м/с, плотность орошения $L = 0,0027 \div 0,0083$ м³/м²с. Были исследованы клапанные контактные устройства с направляющими перегородками и без направляющих перегородок. Угол раскрытия клапана и направляющей перегородки изменяли согласно таблице. Клапаны на всех тарелках были одинакового размера.

Коэффициенты массоотдачи в жидкой фазе рассчитывали по формуле



$$K_{жА} = \frac{L_0}{b\pi} \div 2,3 \lg \frac{X_n - X_p}{X_k - X_p},$$

где L_0 — расход жидкости, м³; $b\pi$ — рабочая площадь тарелки, м²; X_n — концентрация CO_2 в жидкости на входе на тарелку, кг/м³; X_k — концентрация CO_2 в жидкости на выходе с тарелки, кг/м³; X_p — равновесная концентрация CO_2 в жидкости, кг/м³.

| № тарелки | Диаметр колонны, мм | Удельно-массовая нагрузка, кг/м ² | Живое сечение, % | Угол раскрытия направляющей перегородки, град. | Максимальный угол раскрытия клапана, град. |
|-----------|---------------------|--|------------------|--|--|
| 1а | 250 | 27,23 | 8,57 | — | 25 |
| 2а | 250 | 31,23 | 6,53 | 10 | 25 |
| 3а | 250 | 31,23 | 4,49 | 20 | 25 |
| 4а | 250 | 27,23 | 10,61 | — | 30 |
| 5а | 250 | 31,23 | 8,57 | 10 | 30 |
| 6а | 250 | 31,23 | 6,53 | 20 | 30 |
| 1Б | 500 | 27,23 | 6,96 | — | 25 |
| 2Б | 500 | 31,23 | 5,31 | 10 | 25 |
| 3Б | 500 | 31,23 | 3,65 | 20 | 25 |
| 4Б | 500 | 27,23 | 8,62 | — | 30 |
| 5Б | 500 | 31,23 | 6,96 | 10 | 30 |
| 6Б | 500 | 31,23 | 5,31 | 20 | 30 |
| 1В | 1000 | 27,23 | 8,43 | — | 25 |
| 2В | 1000 | 31,23 | 6,42 | 10 | 25 |
| 3В | 1000 | 31,23 | 4,41 | 20 | 25 |
| 4В | 1000 | 27,23 | 10,43 | — | 30 |
| 5В | 1000 | 31,23 | 8,43 | 10 | 30 |
| 6В | 1000 | 31,23 | 6,42 | 20 | 30 |

Концентрацию CO_2 в воде определяли с помощью титрования $NaOH$ раствором H_2SO_4 .

Коэффициенты массоотдачи в газовой фазе рассчитывали по формуле

$$K_{гА} = \frac{G_0}{b\pi} \cdot \frac{Y_n - Y_k}{\Delta Y_{cp}},$$

где G_0 — расход газа, м³; $b\pi$ — рабочая площадь тарелки, м²; Y_n — содержание спирта в воздухе, поступающем на тарелку, г/м³; Y_k — содержание спирта в воздухе, покидающему тарелку, г/м³. Y_{cp} — средневзвешенную силу процесса рассчитывали по формуле [4].

$$\Delta Y_{cp} = \frac{(Y_n - Y_{np}) - (Y_n - Y_{kp})}{2,3 \lg \frac{Y_n - Y_{np}}{Y_n - Y_{kp}}} - \frac{Y_n - Y_k}{2},$$

где Y_{np} и Y_{kp} — равновесные концентрации паров спирта в воздухе, поступающих на тарелку и уходящих с тарелки.

Концентрацию спирта в воде определяли с помощью рефрактометра.

Из рис. 1—4 видно, что с увеличением скорости газа в колонне коэффициент массоотдачи в жидкой и газовой фазах увеличивается.

В одних и тех же условиях $K_{жА}$ на клапанных тарелках с направляющими перегородками больше, чем на клапанных тарелках без

направляющих перегородок и на чешуйчатых тарелках, но меньше, чем на тарелке с S-образными элементами.

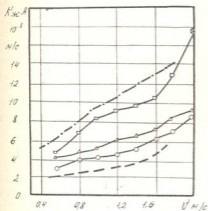


Рис. 1. Зависимость коэффициента массоотдачи в жидкой фазе $K_{жА}$ от скорости газа в колонне v при диаметре колонны 0,5 м и нагрузке по жидкости $L=20 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ ч}$. Номер тарелки по таблице 0—4Б; Δ —5Б; \square —6Б; — — — чешуйчатая; — · — · S-образная

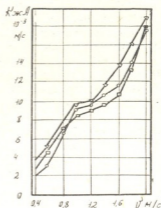


Рис. 2. Зависимость коэффициента массоотдачи в жидкой фазе $K_{жА}$ от скорости газа в колонне v при нагрузке по жидкости $L=20 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ ч}$. Номер тарелки по таблице 0—6Б, Δ —6Б; \square —6а

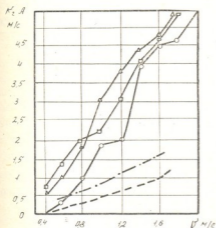


Рис. 3. Зависимость коэффициента массоотдачи в газовой фазе $K_{гА}$ от скорости газа в колонне v при диаметре колонны 0,5 м и нагрузке по жидкости $L=20 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ ч}$. Номер тарелки по таблице: 0—1Б; Δ —2Б; \square —3Б; — — — чешуйчатая; — · — · S-образная

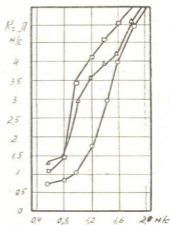


Рис. 4. Зависимость коэффициента массоотдачи в газовой фазе $K_{гА}$ от скорости газа в колонне v при нагрузках по жидкости: \circ — $L=10 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ ч}$; Δ — $L=20 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ ч}$; \square — $L=30 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ ч}$

Как видно из рис. 2—4, с увеличением диаметра колонны $K_{жА}$ увеличивается. Особенно это заметно при скоростях газа в колонне

$v > 0,8$ მ/сек. Значение $K_{гА}$ в одних и тех же условиях на клапанных тарелках с направляющими перегородками больше, чем на клапанных тарелках без направляющих перегородок, на чешуйчатых тарелках и на тарелках с S-образными элементами. С увеличением нагрузки по жидкости $K_{гА}$ увеличивается.

Анализ экспериментальных данных позволил сделать следующий вывод: наиболее эффективно работают клапанные контактные устройства с направляющими перегородками по сравнению с клапанными контактными устройствами без направляющих перегородок рис. 1—4; угол полного раскрытия клапана 30° и угол раскрытия направляющей перегородки 20° следует считать оптимальными размерами конструкции.

Киевский технологический институт
 пищевой промышленности

(Поступило 19.6.1981)

ქიმიური ტექნოლოგია

ბ. ვასაძე, ვ. ანისტრატენკო

სარკვევლის კირდაკირდინებებიან კონტაქტურ მოწყობილობათა
 მასაგაცვლის კინეტიკა ფაზების კონტაქტის ორი ზონით

რეზიუმე

ფაზათა გაყოფის საზღვარზე კონცენტრაციის გაზომვა პრაქტიკულად შეუძლებელია. ამიტომ ჩვენატარეთ ცდები ერთფაზიანი წინააღმდეგობის მქონე სისტემებზე, რომლის საშუალებითა შევისწავლეთ მასაგაცემა როგორც თხევად ფაზაში, ისე აირის ფაზაში. წარმოდგენილი ფორმულების საშუალებით გავიანგარიშეთ მასაგაცემის კოეფიციენტები თხევადი და აირის ფაზებისათვის.

CHEMICAL TECHNOLOGY

N. E. VASADZE, V. A. ANISTRATENKO

THE MASS TRANSFER KINETICS OF CONCURRENT CONTACT VALVE DEVICES WITH TWO PHASE CONTACT ZONES

Summary

Measurement of concentration at the phase interface is impracticable. Therefore, the authors conducted experiments with single-phase resistance systems, which permitted the study of mass transfer in both liquid and vapour phases. The mass-transfer coefficients for the liquid and vapour phases were calculated by the formulae presented in the paper. The study of the process of mass transfer has enabled the determination of the optimum design parameters of a contact device.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. А. Анистратенко, Н. Е. Васадзе. Авторское свидетельство СССР № 2884114/23. 18.11.1980 г.
2. В. А. Анистратенко, В. Н. Стабников. Изв. вузов, пищевая технология № 1, 1964, 128—142.
3. Т. А. Костюкова, С. А. Круглов. Химическое и нефтяное машиностроение, № 9, 1978, 10—11.
4. М. Е. Позни. ЖПХ, № 10, 1952, 1032.
5. Г. П. Соломаха и др. Теоретические основы химической технологии, № 1, 1979, 3—9.
6. В. Н. Стабников. Расчет и конструирование контактных устройств ректификационных и абсорбционных аппаратов. Киев, 1910, 187.
7. О. С. Чехов и др. Химическое и нефтяное машиностроение, № 8, 1975, 13—14.

Е. М. БЕНАШВИЛИ, О. С. БАИДОШВИЛИ, Т. Г. УЧАНЕИШВИЛИ

АДСОРБЦИОННОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ПЕРВИЧНЫХ И ВТОРИЧНЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ПОМОЩИ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТОВ

(Представлено академиком Х. И. Арешидзе 28.7.1981)

В настоящее время синтетические цеолиты типа А и X широко используются для выделения n-парафиновых углеводородов из нефтяных фракций и разделения алкилбензолов состава C_8 , являющихся ценным исходным сырьем для нефтехимического синтеза.

В наших предыдущих работах [1—4] исследованы процессы адсорбционного выделения n-парафиновых углеводородов из бензино-лигроино-керосиновых фракций самгорской нефти и промышленных нефтесмесей на цеолите СаА и разделения бинарных смесей изомерных орто-, мета- и параксилолов при помощи цеолитов NaX, HNaX и CaNaX.

В этих работах показана возможность выделения n-парафиновых углеводородов высокой степени чистоты и установлены высокие факторы разделения изомерных ксилолов на цеолите CaNaX.

В настоящей работе исследованы продукты адсорбционного разделения относительно узких фракций ($30-105^\circ$ и $105-140^\circ$) самгорской нефти на цеолите СаА и ксилольной фракции ($122-150^\circ$) бензина-катализата из установки риформинга Батумского НПЗ на цеолитах СаА и CaNaX.

Целью работы являлось выделение, наряду с индивидуальными n-парафинами, смесей высокооктановых компонентов автомобильных бензинов (фр. $30-105^\circ$) и оптимального депарафинированного сырья (фр. $105-140^\circ$) для получения алкилбензолов состава C_8 путем риформинга. Последовательное разделение ксилольной фракции риформинг-бензина на цеолитах СаА и CaNaX показало возможность получения 93% концентрата этих углеводородов из промышленной смеси, содержащей до 69% алкилбензолов состава C_8 .

Процессы разделения на синтетических цеолитах проводили в точной атмосферной установке в стационарном слое адсорбента. Цеолиты СаА и CaNaX были получены из ГОЗ ВНИИ НП.

Адсорбционное выделение n-парафиновых углеводородов осуществляли при температуре $150-200^\circ$ и объемной скорости $0,2-0,4 \text{ час}^{-1}$, как описано в работе [3]. Хроматографическое исследование n-парафиновых углеводородов производили на хроматографе ЛХМ-8МД. Длина колонки 200 см, диаметр 0,3 см, неподвижная фаза—атезон-N в количестве 15% на цветохроме ИК с размерами зерен $0,25-0,32 \text{ мм}$, температура колонки 200° , газ-носитель—гелий, давление при входе 2,0 атм, детектор по теплопроводности.

После депарафинирования фракции $122-150^\circ$ бензина-риформинга на СаА проводили дальнейшее разделение концентрата алкилбензолов на цеолите CaNaX, который в работе [4] показал наиболее высокие разделительные свойства на примере искусственных смесей алкилбензолов состава C_8 .

Адсорбционное разделение проводили при температуре 200° и объемной скорости $0,2 \text{ час}^{-1}$. После полного насыщения адсорбента разде-



ляемой смесью (депарафинированная фр. 122—150°) неадсорбированные пары углеводородов эвакуировали из слоя адсорбента с применением вакуума в изотермических условиях и далее приступали к десорбции с применением водяного пара при повышении температуры до 300°.

Хроматографический анализ продуктов разделения проводили на хроматографе ЛХМ-8МД на колонке длиной 200 мм, диаметром 2 мм, заполненной 2,25 ДМОДА (диметилктадециламмоний) вермикулита, 3,75 бентона-245 и 7,4% вазелинового масла, на хроматоне N-AW зернением 0,1—0,125 мм. Температура колонки 82°, испарителя 150°, детектор по теплопроводности, газ-носитель—гелий.

В табл. 1—3 приведены результаты эксперимента по адсорбционному разделению исследуемых фракций.

Таблица 1
Индивидуальный состав смесей n-парафиновых углеводородов, выделенных при помощи цеолита CaA

| Фракции, °C | Содержание n-парафиновых углеводородов, масс. % | | | | | | Выход n-парафиновых углеводородов на фракцию, масс. % | Выход n-парафиновых углеводородов на нефть, масс. % |
|----------------|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|---|
| | C ₅ H ₁₂ | C ₆ H ₁₄ | C ₇ H ₁₆ | C ₈ H ₁₈ | C ₉ H ₂₀ | C ₁₀ H ₂₂ | | |
| 30—105 | 14,7 | 36,8 | 43,9 | 4,6 | — | — | 28,0 | 3,8 |
| 105—140 | — | — | 13,9 | 45,5 | 35,0 | 5,6 | 20,5 | 2,3 |

Как видно из табл. 1, из фракции 30—105° выделены индивидуальные n-парафиновые углеводороды состава C₅—C₈ в количестве 28% на фракцию и 3,8% на нефть, которые являются ценными растворителями и сырьем для нефтехимического синтеза. Депарафинированная фракция 30—105° (выход на нефть ~ 9%) представляет собой смесь высокооктановых компонентов (октановое число по моторному методу — 76,5 пункта без ТЭС) и может быть использована в качестве добавки к базовым или риформинг-бензинам при получении высокооктановых товарных продуктов.

Таблица 2
Физико-химические показатели бензина-катализата из установки риформинга

| d ₄ ²⁰ | Фракционный состав | | | | | | Групповой углеводородный состав, масс. % | | | Октановое число (моторным методом) |
|------------------------------|--------------------|-----|-----|------|------|-------|--|------------|-------------|------------------------------------|
| | н. к. | 10% | 50% | 90% | 98% | к. к. | ароматические | нафтеновые | парафиновые | |
| 0,7254 | 30° | 54° | 97° | 149° | 187° | 190° | 34,9 | 13,9 | 51,0 | 76,0 |

Фракция 105—140° после выделения смеси индивидуальных n-парафиновых углеводородов (C₇—C₁₀) имеет следующий углеводородный состав: ароматические — 19,6%, изопарафиновые — 38,0%, нафтеновые — 42,4% и представляет собой оптимальное сырье для получения алкилбензолов состава C₈ путем риформинга. Выход депарафинированной фракции 105—140° составляет 8,3% на нефть.

Нами исследованы также процессы разделения вторичного нефтепродукта — ксилольной фракции (122—150°) риформинг-бензина на синтетических цеолитах CaA и CaNaX. Физико-химические показате-

тели исходного реформинг-бензина, из которого была выделена исследуемая фракция 122—150°, приведены в табл. 2. Из данных табл. 3 видно, что при адсорбционном разделении на CaNaX депарафинированной фракции содержащиеся в ней нафто-изопарафиновые углеводороды не адсорбируются на цеолите, а ароматические углеводороды в зависимости от строения избирательно адсорбируются на цеолите CaNaX. Так, для *m*- и *o*-ксилолов характерна преимущественная адсорбция, тогда как *n*-ксилол и этилбензол слабо адсорбируются и переходят в основном в неадсорбированную фракцию.

Таблица 3

Результаты разделения фракции 122—150° бензина-катализата из установки реформинга на цеолитах CaA и CaNaX

| Содержание углеводов, масс. % | Фракция 122—150° бензина-реформинга (исходная) | Там же фракция после депарафинизации на цеолите CaA | Депарафинированная фракция 122—150° после разделения на цеолите CaNaX | |
|---|--|---|---|-----------------|
| | | | неадсорбированная | адсорбированная |
| Ароматические углеводороды | 68,9 | 75,9 | 62,3 | 93,0 |
| в том числе: | | | | |
| Толуол | 3,5 | 4,0 | — | 4,9 |
| Этилбензол | 11,7 | 12,8 | 18,3 | 7,2 |
| <i>n</i> -Ксилол | 12,4 | 13,6 | 23,0 | 10,5 |
| <i>m</i> -Ксилол | 27,7 | 30,5 | 11,2 | 44,4 |
| <i>o</i> -Ксилол | 13,6 | 15,0 | 9,8 | 26,0 |
| <i>n</i> -Парафиновые углеводороды | 9,0 | — | — | — |
| Нафто-изопарафиновые углеводороды | 22,1 | 24,1 | 37,7 | 7,0 |
| Выход продуктов разделения на исходную фракцию 122—150° | — | 87,0 | 39,2 | 42,8 |

Преимущественная адсорбция *m*- и *o*-ксилолов обусловлена, по-видимому, интенсивным взаимодействием между относительно более полярными молекулами *m*- и *o*-ксилолов с адсорбционными центрами цеолита CaNaX, чем *n*-ксилола, который является симметричной молекулой и его дипольный момент равен нулю. Такая закономерность нами была установлена и при разделении бинарных смесей *o*-, *m*- и *n*-ксилолов на цеолитах типа X в работе [4], где наибольший фактор разделения был получен на цеолите CaNaX.

Таким образом, проведенное нами последовательное адсорбционное разделение ксилольной фракции реформинг-бензина на цеолитах CaA и CaNaX дает возможность повысить содержание алкилбензолов до 93% в адсорбированной фракции и получить концентраты отдельных изомеров ксилола путем повторных рециркуляций продуктов адсорбционного разделения, как это показано в работе [4] на искусственных смесях углеводов.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физической и
 органической химии
 им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 31.7.1981)

ბ. ბანაშვილი, ო. ბაიდოშვილი, თ. უჩანეიშვილი

პირველადი და მეორადი ნავთობპროდუქტების ადსორბციული დაყოფა სინთეზური ცეოლითების საშუალებით

რეზიუმე

შესწავლილია სამგორის ნავთობის 30—105°, 105—140° ფრაქციების და რიფორმინგ-ბენზინის 122—150° ფრაქციის CaA და CaNaX ცეოლითებზე ადსორბციული დაყოფის პროცესები და მიღებული პროდუქტები.

დადგენილია, რომ ინდივიდუალური ნ-პარაფინული ნახშირწყალბადების გამოყოფასთან ჭრთად მიიღება მაღალქტანური კომპონენტები და ოპტიმალური ნედლეული რიფორმინგ-პროცესისათვის.

ნაჩვენებია, რომ ადსორბციული დაყოფის საშუალებით რიფორმინგ-ბენზინის ქსილოლის ფრაქციაში ალკილბენზოლების რაოდენობა შეიძლება გაიზარდოს 69-დან 93%-მდე და რომ აღნიშნულ ნახშირწყალბადებს განსხვავებული ადსორბციის უნარი აქვთ, რაც იძლევა მათი ნარეგების დაყოფის შესაძლებლობას.

CHEMICAL TECHNOLOGY

E. M. BENASHVILI, O. S. BAIDOSHVILI, T. G. UCHANEISHVILI

ADSORPTION SEPARATION OF INITIAL AND SECONDARY PETROLEUM PRODUCTS OVER SYNTHETIC ZEOLITES

Summary

Adsorption separation processes of 30-105°, 105-140°C fractions of Samgori oil and of 122-150°C xylene fraction of reformed gasoline and the products obtained from them have been studied over CaA and CaNaX zeolites.

It has been established that, along with the isolation of individual n-paraffinic hydrocarbons, high-octane componen's and optimal raw material for reforming processes can be obtained.

It is shown that as a result of adsorption separation the alkylbenzene content in the xylene fraction of reformed gasoline may increase from 69% to 93%, and that the indicated hydrocarbons differ in their adsorption capacity towards CaNaX zeolite, permitting to separate their mixtures.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. Г. Учанеишвили, Е. М. Бенашвили. Сообщения АН ГССР, 90, № 2, 1978, 386.
2. Е. М. Бенашвили, А. Р. Абрамидзе. Сообщения АН ГССР, 94, № 2, 1979, 369.
3. Е. М. Бенашвили, Т. Г. Учанеишвили. Сообщения АН ГССР, 100, № 2, 1980, 349.
4. Е. М. Бенашвили, Т. Н. Чарквиани, О. С. Баидошвили. Сообщения АН ГССР, 103, № 2, 1981, 332.



В. Ш. ГЕЛАДЗЕ

РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ ПО СИНХРОННОСТИ КОЛЕБАНИЯ ГОДОВОГО СТОКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Ф. Аславишвили 4.2.1981)

Изучение асинхронности (синхронности) колебания речного стока является особенно актуальным в связи с созданием единой энергетической системы страны, переброской стока рек из одних бассейнов в другие для рационального расположения гидрометрической сети по территории и решения различных гидрологических и водохозяйственных задач.

Асинхронность годового стока рек Грузии изучена с помощью коэффициентов корреляции между стоком отдельных рек и совмещением кривых обеспеченностей суммарного равнообеспеченного и суммарного хронологического стока.

Исходными данными послужили материалы наблюдений по 44 гидропостам, имеющим параллельные наблюдения над стоком продолжительностью 30 лет (1943—1972 гг.). В дополнительный вариант расчетов включены 27 гидропостов, имеющих 20-летние наблюдения за период с 1953 по 1972 г.

Рассматривается вся территория Грузии, за исключением Колхидской низменности, где отсутствуют данные о стоке, необходимые для статистических обработок. Произведена взаимная корреляция стока по всем изучаемым рекам и составлена корреляционная матрица. С помощью анализа матрицы [1] на территории Грузии выделены районы с высокими показателями синхронности годового стока. При выделении районов мы руководствовались тем положением, что в случае синхронного колебания стока коэффициенты корреляции близки к 1, а в случае асинхронного колебания ближе к -1 . Так как примененный нами метод содержит некоторые условия и является несколько приближенным, поэтому произведенное районирование проверено и уточнено методом, разработанным Н. В. Сомовым [2]. Этот метод дает возможность определять количественный эффект асинхронности для любой обеспеченности. Исключение из расчетов непосредственного учета коэффициента корреляции придает методу универсальность в отношении вида распределения исследуемой характеристики. Асинхронность выявляется путем сопоставления кривых обеспеченностей суммарного равнообеспеченного и суммарного хронологического стока. Количественный эффект асинхронности вычисляется как разность кривых обеспеченностей на одинаковых ординатах, выраженная в процентах от суммарной равнообеспеченной кривой.

Полученные данные по синхронным колебаниям речного стока позволяют выделить девять районов на исследуемой территории (рис. 1). Синхронное колебание стока наиболее четко выражено в юго-восточной части Южно-Грузинского нагорья (IX район) и в верховьях бассейнов рр. Ингури и Риони (III и IV районы). В этих районах только

при низких обеспеченностях (3—5%) отмечается незначительная асинхронность. Выявлены отдельные бассейны внутри районов, в которых колебания стока отклоняются от общего фона (рр. Чхалта, Чаквисикали, Ксани).



Рис. 1. Районы с синхронными колебаниями годового стока

Оценена количественная сторона гидрологического эффекта для объединения различных районов, однородных по синхронности колебаний годового стока. Некоторые наиболее характерные примеры приводятся в табл. 1.

Таблица 1

| Показатели | I+II | I+IX | III+IV | V+VI | V+IX | VII+IX | VII+VIII | Грузия |
|------------|------|------|--------|------|------|--------|----------|--------|
| C_v | 0,14 | 0,13 | 0,17 | 0,16 | 0,17 | 0,16 | 0,15 | 0,12 |
| K_{min} | 0,70 | 0,78 | 0,78 | 0,65 | 0,72 | 0,68 | 0,75 | 0,76 |
| K_{max} | 1,35 | 1,35 | 1,32 | 1,24 | 1,32 | 1,46 | 1,41 | 1,18 |
| 2—50% | 1,07 | 1,10 | 1,06 | 1,12 | 1,01 | 1,05 | 1,09 | 1,13 |
| 50—98% | 0,96 | 0,92 | 0,94 | 0,96 | 0,96 | 0,91 | 0,94 | 0,90 |

Для большей наглядности в таблице эффект асинхронности дается не по обеспеченности — приводится его интегральная характеристика — разность площадей, расположенных под суммарными равнообеспеченными и хронологическими кривыми, выраженная в процентах от площади, огибаемой равнообеспеченной кривой. Ввиду того что в случае асинхронности кривые пересекаются в зоне 50%-ной обеспеченности, указанная разность дается для участков обеспеченности от 2 до 50% и от 50 до 98%. В этой же таблице приводятся предельные значения модульных коэффициентов и коэффициенты изменчивости годового стока для различных вариантов объединений районов и всей рассматриваемой территории. С целью сопоставления в табл. 2 приводятся величины перечисленных выше характеристик для каждого района в отдельности.

Анализ полученных результатов показывает, что при любых объединениях районов с синхронным колебанием годового стока амплитуда предельных модульных коэффициентов и коэффициенты изменчивости стока уменьшаются по сравнению с районными показателями и появляется значительная асинхронность (табл. 1 и 2). Этим еще раз подтверждается правильность принятого районирования. Наибольший гидрологический эффект получается при объединении районов с различными условиями питания и формирования стока. В связи с этим

появляется возможность косвенно судить о стокообразующих факторах и их преобладающем значении в колебаниях стока из года в год. Примером может служить эффект, получаемый при совместном рассмотрении годового стока III и IV районов. Несмотря на то что отмеченные районы прилегают друг к другу и находятся в одинаковых природных условиях, их объединение влечет за собой значительную асинхронность, составляющую 10—17% в зоне обеспеченности 80—97%. Это, видимо, объясняется различной экспозицией долин по отношению к господствующему направлению воздушных течений. По-видимому, этим же объясняется отклонение колебания стока р. Чхалты по сравнению с реками IX района. Условия формирования обуславливают также некоторые отклонения колебания годового стока рр. Ксани (VII район) и Чаквисцали (II район) от общих районных закономерностей. В первом случае, видимо, сказывается регулирующее влияние Кельского озера, откуда берет начало р. Ксани, а во втором случае — малой площади водосбора р. Чаквисцали.

Таблица 2

| Показатели | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| C_v | 0,14 | 0,18 | 0,32 | 0,14 | 0,18 | 0,18 | 0,15 | 0,23 | 0,25 |
| K_{min} | 0,70 | 0,60 | 0,62 | 0,76 | 0,54 | 0,65 | 0,71 | 0,58 | 0,54 |
| K_{max} | 1,26 | 1,41 | 1,45 | 1,25 | 1,35 | 1,45 | 1,39 | 1,53 | 1,68 |

В целом на рассматриваемой территории отмечается существенная асинхронность в колебаниях годового стока (до 20% при низких и высоких обеспеченностях), что представляет большие возможности территориального перераспределения стока в интересах решения водохозяйственных задач.

Академия наук Грузинской ССР

Институт географии

им. Вахушти

(Поступило 26.2.1981)

ჰიდროლოგია

3. ბალახი

საქართველოს ტერიტორიის დარაიონება მდინარეთა წლიური ჩამონადენის რაოდენობის სინქრონულობის მიხედვით

რეზიუმე

საქართველოს მდინარეთა წლიური ჩამონადენის რყევის სინქრონულობა (ასინქრონულობა) შესწავლილია ცალკეულ მდინარეთა წლიური ჩამონადენის ურთიერთკორელაციური კავშირის ანალიზისა და ჯამურად თანაბარუბრუნველყოფის და ჯამური ტრონოლოგიური მრუდების დაპირისპირების საშუალებით. გამოყოფილია რაიონები, რომელშიც წლიური ჩამონადენის რყევა სინქრონულია, შეფასებულია რაოდენობრივი მხარე ჰიდროლოგიური ეფექტის გამოყოფილი რაიონების სხვადასხვა გაერთიანებისათვის.

V. Sh. GELADZE

ZONATION OF THE TERRITORY OF GEORGIA ACCORDING TO
THE ASYNCHRONOUS FLUCTUATIONS OF THE ANNUAL
RUNOFF

Summary

The synchronous annual runoff fluctuations of the rivers of Georgia has been studied through the coefficient of correlation analysis of the runoff series of separate rivers and through the combination of the frequency curves of the total chronological runoff and total equal frequency.

Regions with synchronous fluctuations of runoff have been identified. A quantitative evaluation of the hydrological effect is given under different versions of combination of regions uniform in synchronous fluctuations of the annual runoff.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. М. Евстигнеев, Р. К. Клите, А. К. Фомченков. Водные ресурсы, № 6, 1978.
2. Н. В. Сомов. Труды Центрального института прогнозов, вып. 117, 1963.



Г. С. МЕТРЕВЕЛИ

ВОДНОБАЛАНСОВЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАИЛЕНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ И КОРРЕКЦИЙ КРИВОЙ ЗАВИСИМОСТИ

$$W = f(h)$$

(Представлено академиком А. В. Бицадзе 26.5.1981)

Водохранилищами осуществляется регулирование стока рек в соответствии с интересами различных отраслей народного хозяйства. Они являются также аккумуляторами ценного ила и строительного материала, необходимого для подпитывания морских берегов и при этом существенно влияют на окружающую среду.

Основной характеристикой водохранилищ, определяющих их значение для народного хозяйства и влияние на природную среду, является полезная емкость, которая со временем до отказа заполняется твердым материалом различного происхождения.

Наиболее быстротечен процессе заиления горных и предгорных водохранилищ, имеющих селевые притоки и берега, формирующиеся под влиянием оползневых процессов.

Уменьшение полезной емкости в результате заиления постепенно сводит на нет его роль как регулятора стока, но повышает его значение как аккумулятора инертного материала. Изъятие песка, гравия и гальки из чаши для удовлетворения различных нужд значительно продлит срок эксплуатации водоемов и улучшит снабжение инертным материалом строящихся объектов и морские пляжи. Поэтому исследование процесса заиления и периодическая коррекция кривой, выражающей зависимость объема водоема от его уровня ($W=f(h)$), с целью уточнения регулирующего объема и запасов осевших в чаше речных наносов имеет важное научное и практическое значение. При эксплуатации водоемов некорректирующимися кривыми $W=f(h)$ возникает возрастающая во времени ошибка планирования водопользования, весьма отрицательно сказывающаяся на продуктивности орошаемого земледелия и промышленных районов, обслуживаемых этими водоемами.

Существующие методы расчета заиления водоемов основываются на результатах наблюдений над твердым стоком притоков и геодезических съемок призмы заиления.

Первый из них недостаточно точен из-за отсутствия надежных данных о придонном твердом стоке притоков и может быть использован для ориентировочной оценки объема заиления. Второй метод точнее первого, но требует трудоемких полевых исследований, осуществляемых квалифицированным персоналом, со специальной аппаратурой. При значительной дороговизне и низкой оперативности его погрешность значительно возрастает с увеличением глубины водохранилища и, следовательно, малоэффективен при изучении заиления глубоких ($h > 50$ м) водохранилищ.

Расчет объема заиления водохранилищ и оперативная коррекция кривой $W=f(h)$ с минимальными материальными затратами и необхо-



димой точностью можно выполнить воднобалансовым методом, используемым в качестве опорных данных величины невязок месячных балансов воды, определяемых по уравнениям

$$\Sigma\Pi - (\Sigma P + \Sigma A) = \pm H, \quad (1)$$

$$\Sigma P - (\Sigma\Pi + \Sigma A) = \pm H. \quad (2)$$

Здесь $\Sigma\Pi$, ΣP — соответственно суммы приходных и расходных компонентов баланса; ΣA — сумма аккумуляционных компонентов, наибольшая из которых — объем подпираемой в чаше воды (A_k) — вычисляется в зависимости от уровня водохранилища (h) по кривой $W=f(h)$; H — невязка, случайная ошибка расчета баланса, математическое ожидание которой равно нулю.

Из уравнений (1) и (2) следует, что

$$|\Sigma\Pi - \Sigma P| = |A_k + A_p + A_r| \pm H, \quad (3)$$

где A_p — объем воды, находящийся между водоемом и ближайшим гидрометрическим створом; A_r — величина аккумуляции воды в грунтах, слагающих борта водоема, математическое ожидание которой также равно нулю.

Поскольку величина A_p несоизмерима с основными членами уравнения, обозначив $|\Sigma\Pi - \Sigma P|$ через A_n , уравнение (3) можно представить так:

$$A_k - A_n = \pm H. \quad (4)$$

Выражение (4) справедливо при отсутствии процесса заиления и до поры, пока ошибка расчета, обусловленная накопившимся в чаше материалом, еще не превзошла допустимую погрешность расчета баланса.

Однако с образованием призмы заиления достаточно большого размера приточность водоема величиной A_n вместе с затопляемой им частью призмы заиления размером $n\Delta R$ увеличит уровень водохранилища от h_i до $h_i + \Delta h$. Соответствующая последнему величина A_k , вычисляемая по кривой $W=f(h)$, будет равна

$$A_k = A_n + H_n, \quad (H_n > 0), \quad (5)$$

где H_n — невязка с постоянной ошибкой — трендом, обусловленным приростом призмы заиления, величиной

$$H_n = n\Delta R \pm H. \quad (6)$$

Следовательно, с этого периода H_n будет постоянно возрастать на величину ΔR , но с уменьшающейся во времени скоростью, так как по мере уменьшения уклона дна в результате заиления

$$\lim_{n \rightarrow N} \Delta R = 0. \quad (7)$$

В конце периода N невязка, достигнув значения

$$H_n = \frac{(1+N)N}{2} \Delta R, \quad (8)$$

может во много раз превысить допустимую погрешность расчета баланса.

Для расчета величины ΔR и определения скорости продвижения призмы на различных горизонтах необходимо проектную величину колебания зеркала водоема разделить на т. н. уровенные шаги (ΔA_i) и образовать выборки невязок, соответствующие которым средние за балансируемый период уровни будут находиться в пределах этих шагов.

Длина шага выбирается в зависимости от уклона дна, величины колебания уровня зеркала и частоты повторяемости уровней, с тем чтобы выборка невязок позволяла установить вид закономерности колебания значения невязки по времени.

По этим выборкам методом наименьших квадратов вычисляются коэффициенты уравнения регрессии и координаты кривой зависимости $H=f(T)$. С использованием последних строятся графики и для каждой выборки определяется ΔR_i по выражению

$$\Delta R_i = (H_N - H_{N-1})_i. \quad (9)$$

Кривые зависимости $[\Delta R_i = f(T)]$ выражают изменение интенсивности заиления на отдельных горизонтах чаши и представляют возможность прогнозирования процесса заиления водоема.

Следовательно, для предварительно заданного периода N суммарный прирост призмы заиления будет равен величине

$$\Delta R = \sum_{i=1}^K (H_N - H_{N-1})_i. \quad (10)$$

Для коррекции кривых $W=f(h)$ и построения продольного профиля призмы строятся профиль водохранилища и кривая $\bar{W}=f(h)$. Водохранилище разбивается на части параллельными линиями, проходящими через центры шагов до пересечения с кривой $W=f(h)$ (рис. 1). На ли-

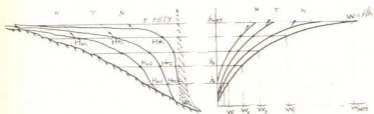


Рис. 1

ниях в объемном масштабе откладываются значения H_{K_i} , H_{T_i} и H_{N_i} , последовательным соединением которых строятся профили, соответствующие положению призмы заиления за балансируемые периоды K , T и N .

Для коррекции кривой $W=f(h)$ абсциссы точек пересечения этих линий с кривой уменьшаются на величины H_{K_i} , H_{T_i} и H_{N_i} и по значениям $W_i - H_{K_i}$, $W_i - H_{T_i}$ и $W_i - H_{N_i}$ последовательно строятся кривые, которые будут выражать действительные значения емкости водохранилища за периоды K , T и N .

Исследование заиления водоемов и коррекция кривой $W=f(h)$ предлагаемым методом существенно упрощаются с использованием ЭВМ, позволяющей полностью автоматизировать работу по расчету водного баланса с последующим исследованием процесса заиления и коррекции кривой $W=f(h)$.

Предлагаемый метод значительно упрощает и удешевляет работы по изучению заиления водохранилищ, позволяет значительно оперативнее и точнее корректировать кривые $W=f(h)$ и определять запасы накопившегося в чаше инертного материала. По кривой $\Delta R_t = f(T)$ можно также прогнозировать дальнейший ход процесса заиления на различных горизонтах водохранилища.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 28.5.1981)

ჰიდროლოგია

ბ. მებრძვილი

წყალსაცავების მოსილვის პროცესის გამოკვლევა და $W=f(h)$ მრუდის კორექტირება წყალსაბალანსო მეთოდით

რეზიუმე

წყალსაცავების მოსილვის გამო იზრდება შეუსაბამობა წყლის ბალანსის შემოსავალსა და გასავალ ნაწილებს შორის. შეუსაბამობათა სპეციალური დაჯგუფებების მიხედვით გამოითვლება მოსილვის პრიზმის ზრდის სიჩქარე ცალკეულ პერიოდებზე. ამ სიჩქარეთა მიხედვით ხდება წყალსაცავის მოცულობისა და დონეების დამოკიდებულების მრუდის კორექცია.

HYDROLOGY

G. S. METREVELI

WATER BALANCE METHOD OF STUDY OF RESERVOIR SILTING AND ADJUSTMENT OF THE $W=f(h)$ DEPENDENCE CURVE

Summary

Since the volume of water accumulated in a water basin is determined according to the reservoir level and the $W=f(h)$ curve, the discrepancy of its water balance increases with the growth of the silting prism. The value of the growth of the silting prism at separate horizons is determined by grouping the discrepancy values into separate samples corresponding to level steps established in advance, and by applying regression analysis.

Using the values of silting prism growth for the total and separate horizons the $W=f(h)$ curve is adjusted over definite periods of time, and a longitudinal profile of the silting prism is built.



А. Г. ЖАБИН, Г. Н. АСТАХОВ

МЕХАНИЗМ ЗАПОЛНЕНИЯ ПРОСТРАНСТВА В БАРИТОВЫХ ЖИЛАХ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ЧОРДИ

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 26.12.1980)

Необычно большая мощность, протяженность, мономинеральность промышленных баритовых жил месторождения Чорди (Грузинская ССР) приводили многих исследователей в изумление: каким образом они возникают? Каковы способ и механизм заполнения пространства? Неоднородное структурно-текстурное строение жил препятствовало исследователям в обнаружении признаков, которые позволили бы сделать предположение о преобладающем отложении (кристаллизации) барита от стенок зияющих трещинных полостей к их внутренним частям, т. е. отнести жилы к друзово-крустификационному типу.

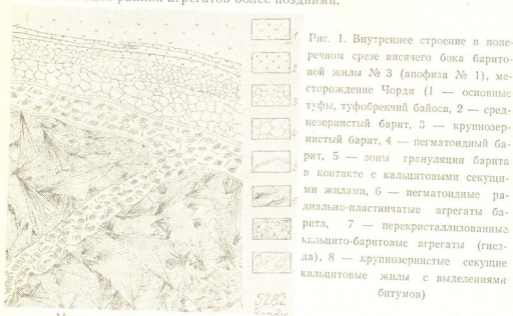
В баритовых жилах Чорди отчетливо и повсеместно видны плоские, резкие трещинные контакты, отграничивающие баритовые агрегаты от вмещающей пирокластической порфиритовой свиты байоса. Во многих случаях наблюдались также фрагменты вмещающих пород размером до $0,8 \times 1,3$ м, тяготеющих к нижним, «донным» частям жил (видимо, это брекчии обрушения). Фрагменты имеют плоские, трещинные ограничения (поверхности скола по отдельности), но наблюдались случаи, когда их форма более сложная и обусловлена явлениями растворения, замещения их периферии баритовыми агрегатами.

Подобные признаки растворения и замещения, объективно наблюдаемые в отдельных случаях, могут создать иллюзию, что все жилы Чорди завоевали себе пространство путем интенсивного кислотного растворения вмещающих пород. Однако если статистически проанализировать относительную роль плоских, резких («пассивных») и неровных, постепенных («активных») контактов баритовых жил с вмещающими породами, то безусловное количественное первенство будет за первыми. Поэтому мы отрицаем в данном случае решающую роль метасоматоза в проблеме жильного пространства.

При исследовании внутренней текстуры баритовых жил Чорди обращено внимание на характерные особенности: 1) в баритовых промышленных жилах, преимущественно вдоль их всякого контакта, повсеместно проявлены продольные баритовые жилы второй и последующих генераций мощностью 0,1—0,8 м (рис. 1); 2) имеются также продольные, диагональные и поперечные кальцитовые жилы внедрения, отличающиеся обильной битуминозностью (рис. 2); 3) в лежачем боку не редки в жильном барите миаролы растворения разнообразной формы от очень небольших до $0,6 \times 0,9 \times 2,3$ м с друзьями перекристаллизации и регенерации кальцита и барита, где проявляются также кварц, халцедон, витерит, ломонит.

По нашим наблюдениям, продольные баритовые и кальцитовые жилы являются результатами заполнения трещинных структур внутри баритовой жилы первой, самой ранней генерации, сложной агрегата-

ми крупнозернистого и пегматоидного радиально-пластинчатого барита (см. рис. 1, 2). Каждая продольная «инъекционная» жила второй и последующих генераций возникает при хрупких плоско-трещинных деформациях жилы первой генерации, и, как хорошо видно на рис. 2, в результате происходит естественное увеличение мощности при цементации ранних агрегатов более поздними.



Миароловые же полости эпигенетичны по отношению к баритовым и кальцитовым жилам всех генераций, они появляются в результате растворения и частичной перекристаллизации кальцито-баритовых агре-

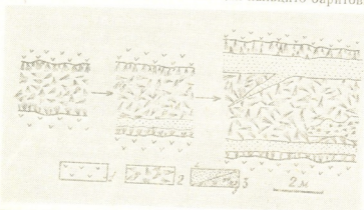


Рис. 2. Увеличение мощности баритовых жил за счет продольных «инъекций» пегматоидного кальцита (1 — туфы, порфириты байоса, 2 — пегматоидный радиально-пластинчатый барит, 3 — пегматоидные кальцитовые трещинные жилы (а) и участки перекристаллизации барита (б) с обильными выделениями битумов). Месторождение Чорди, жила № 3, апофиза № 1

гатов метеорными водами. При их возникновении утрачиваются первичные текстуры агрегатов как в месте возникновения полости, так и в

непосредственной близости от нее. Еще более распространенным фактором, обуславливающим преобразование и уничтожение первичных структур-текстур баритовых жил, являются процессы перекристаллизации и грануляции [1, 2], имеющие место как в связи с динамометаморфическими воздействиями на баритовые агрегаты всех генераций, так и в связи с воздействием жил второй и последующих генераций на вмещающие агрегаты.

Локализация продольных баритовых и кальцитовых жил второй и последующих генераций именно в плоскости контактов первичной жилы приводит к ошибочному мнению, что таакя ситуация и есть изначальное соотношение жилы с вмещающими ее породами. Когда нами были мысленно сняты последующие генерации продольных жил и явления перекристаллизации-грануляции, то картина оказалась простой: «пегматоидные» радиально-пластинчатые баритовые агрегаты нарастали в виде друз на плоские стенки трещинных полостей и затем в виде каркаса заполняли пространство первичной полости.

Таким образом, наиболее ранними генерациями барита, заполнявшими крустификационно-друзовым способом пространство трещинных полостей, являются крупнокристаллические и «пегматоидные» радиально-пластинчатые агрегаты белого и розового барита. Эти первичные жилы были заполнены нормальными агрегатами крустификационно-друзового строения с размером таблитчатых индивидов до 25—30 см (в среднем 8—12 см). Последующие же жильные внедрения увеличивали мощность первичной жилы до 25—30% и метаморфизовали ее. Процесс же миаролообразования эпигенетичен по отношению к продуктивной кальцито-баритовой стадии и происходит до настоящего времени.

Грузинский политехнический институт
 им. В. И. Ленина

Институт минералогии, геохимии
 редких элементов
 Мингео СССР

(Поступило 13.3.1981)

გეოლოგია

ა. შავინი, ზ. ასტახოვი

ჩორღის საბადოს ბარიტული ძარღვების ამოვსების მექანიზმი

რეზიუმე

ჩორღის ბარიტული ძარღვების შინაგანი ტექსტურის გამოკვლევა მეტყველებს იმაზე, რომ შედარებით უფრო აღრინდელ გენერაციებს წარმოადგენს თეთრი და ვარდისფერი ბარიტის მსხვილკრისტალური „პეგმატოიდური“ აგრეგატები. შემდგომში შეჭრილი ნივთიერება ზრდიდა პირველადი ძარღვის სიმძლავრეს 25—30%-მდე და ახდენდა მის მეტამორფიზმს. მიაროლწარმოქმნის პროცესი ეპიგენეტურია პროდუქტიული კალციტურ-ბარიტული სტადიის მიმართ.

A. G. ZHABIN, G. N. ASTAKHOV

SPACE-FILLING MECHANISM IN THE BARITE VEINS OF THE
CHORDI DEPOSIT

Summary

A study of the inner structure of the barite veins of the Chordi deposit shows the macro-crystalline pegmatoid intergrowths of white and pink barite to be the earliest mineral generations. Subsequent vein injections increased the thickness of the primary vein by 20-30 per cent, causing its metamorphism. The process of miarol formation is epigenetic to the calcite-baritic stage.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Д. П. Григорьев, А. Г. Жабин. Онтогенез минералов (индивиды). М., 1975, 339.
2. А. Г. Жабин. Онтогенез минералов (агрегаты). М., 1979, 275.



А. М. ГАВАШЕЛИ

ЗОНАЛЬНОСТЬ КОНКРЕЦИИ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ПОИСКАХ СТРАТИФОРМНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ НА БОЛЬШОМ КАВКАЗЕ

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 5.6.1981)

Конкреციонный анализ служит надежным литологическим методом изучения осадочных толщ и применяется для корреляции разрезов, обнаружения угольных пластов, выяснения обстановок диагенеза, проведения формационного и фациального анализов [1] и т. д. Вместе с тем, зональность конкреций пока не нашла применения при поисках стратиформных месторождений цветных металлов. В связи с этим следует отметить, что многолетний опыт автора (1963—1980 гг.) в геолого-съёмочных, поисково-оценочных и петрологических работах, проведенных им на Большом Кавказе, показал, что в подрудных и надрудных горизонтах стратиформных рудных залежей Филлизайского, Кацдагского, Катехского, Кизилдерейского и Адангейского месторождений наблюдаются различные по составу, форме и величине конкреции, характеризующиеся зональным распределением, которое может быть использовано в качестве поискового критерия.

Особенно ясно выраженное зональное распределение конкреций имеет место в подрудных зонах вышеотмеченных месторождений. Здесь глинистые сланцы содержат конкреции плотных пелитолитов, сменяющиеся выше конкрециями пиритноносных пелитолитов. Далее наблюдаются конкреции пирита, в ряде случаев сменяющиеся прослоями и линзами криптозернистого пирита либо пластообразными залежами серного колчедана с промышленным содержанием цветных металлов.

По простиранию рудных тел отмечается аналогичная картина: на перифериях рудных тел наблюдается чередование маломощных слоев пирита и глинистых сланцев, с удалением встречаются лишь конкреции пирита, сменяющиеся пиритноносным пелитолитом и пелитолитом.

Такая зональность устанавливается повсеместно; конкреции или прослой пирита иногда выпадают из цепи этой зональности. В этих случаях конкреции пиритноносных пелитолитов сменяются непосредственно прослоями или залежами пирита.

В надрудных зонах изредка отмечаются конкреции пирита, пиритноносного и беспиритового пелитолита неправильной формы.

В ряде случаев, преимущественно в подрудных зонах, наблюдается ритмичное чередование всех звеньев указанного зонального ряда, а иногда между собой чередуются глинистые сланцы с конкрециями и прослоями пирита (Аданге) либо глинистые сланцы с конкрециями с безрудными сланцами. Изредка глинистые сланцы, насыщенные конкрециями пиритноносных пелитолитов и пирита, образуют линзообразные обособления среди глинистых сланцев с конкрециями пелитолитов; в других случаях конкреции пелитоморфных известняков чередуются или сменяются некарбонатными конкрециями пиритноносных и беспиритовых пелитолитов и пирита.

Зональное распределение конкреций наиболее характерно для сланцево-песчанистых отложений тоара и аалена. В последних также наблюдаются конкреции, а иногда линзы мощностью до 0,3 м и длиной до 5 м пелитоморфных известняков, сгущение которых (с наличием конкреций карбонатных пиритиносных пелитолитов) сопровождается образованием пиритиносных сланцев или прослоев пирита.

Минералогический состав конкреций прост. Конкреции пелитолитов и их пиритиносных разновидностей состоят из несеричитизированной гидрослюдисто-хлоритовой массы, включающей мелкие слегка зазубренно-корродированные зернышки терригенного (гранитного) кварца, изредка содержащего характерные для доюрских гранитоидов Большого Кавказа акцессории—волосовидный рutil, тетрагональный циркон и шестоватый апатит, и редко плагиоклаза, содержащего 5—40% аюортитовой молекулы. В конкрециях пелитолитов пирит приурочен к ядрам стяжений, где порой наблюдается турмалин из ряда шерл-эльбайта.

В составе конкреций пирита принимают участие криптозернистые кристаллики серного колчедана, сцементированные гидрослюдистохлоритовой массой. Конкреции пелитоморфных известняков сложены изометричными зернами мушкетерного кальцита и гидрослюдистохлоритовой массой. В ядрах конкреций обнаружены обломки спилита, хлоритизированного витрофирита, плеохроничные апатиты и черная творжистая масса марганцевых минералов (Абхазия, бассейн р. Грязная).

Петрохимические конкреции характеризуются некоторыми особенностями (таблица). Так, содержание калия в них занижено по сравнению со средним глинистым сланцем нижней юры (включая и аален) Южного склона Большого Кавказа (пр. 14). Оно колеблется в незначительных пределах 0,45—1,75. Занижено также содержание глинозема. В конкрециях пиритиносных пелитолитов и пирита отмечается повышенное содержание железа и сульфидной серы.

Конкреции подрудных и иногда надрудных зон, за исключением ряда случаев, являются фосфоро- и марганценосными. Повышенное содержание этих элементов отмечается особенно в конкрециях пелитоморфных известняков. Вообще марганец и фосфор присутствуют в конкрециях, сложенных скрыто- и криптозернистыми разновидностями пород, в основном в ааленовых батских (батагская свита) и олигоценых отложений Грузии [3].

Путем использования зональности распределение конкреций автором обнаружено около 30 стратиформных рудопроявлений серного колчедана [4, 5]. Наблюдения над сгущениями конкреций и линз пелитоморфных известняков способствовали обнаружению пяти стратиформных рудопроявлений пирита, содержащих до 0,4% меди и цинка [4, 5]. Таким образом, закономерности распределения различных конкреций в юрских глинистых сланцах Южного склона Большого Кавказа могут найти применение при поисках стратиформных месторождений цветных металлов.

Наиболее перспективны участки, в пределах которых наблюдается сгущение конкреций пиритиносных пелитолитов, фосфоро- и марганценосных пелитоморфных известняков, имеющие незначительную (1—30 км) протяженность и ширину.

Особое внимание следует уделять конкрециям пиритиносных пелитолитов («звездное небо») и пелитоморфных известняков, приуроченных к глинистым сланцам. Последние, содержащие весь отмеченный набор конкреций, а также слагающие подрудные, рудные и надрудные зоны стратиформных месторождений, петрохимически соответствуют пелитовой фракции юрских сланцево-песчанистых отложений

| №пр. | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | FeO | MnO | MgO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | P ₂ O ₅ | SO ₃ | S сульфид. | H ₂ O ⁻ | H ₂ O ⁺ | в.в.в. | Сумма |
|------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|------|-------|-------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|------------|-------------------------------|-------------------------------|--------|--------|
| 1 | 56,95 | 0,29 | 9,69 | 3,36 | 3,24 | 0,44 | 1,93 | 6,05 | 1,00 | 1,70 | 0,11 | нет | 1,50 | 0,75 | 1,55 | 10,90 | 100,45 |
| 2 | 57,22 | 0,36 | 16,18 | 3,36 | 4,32 | 0,04 | 4,12 | 2,17 | 2,40 | 1,60 | 0,15 | " | сл. | 1,90 | 1,10 | 4,74 | 99,96 |
| 3 | 50,67 | 0,31 | 9,60 | 3,96 | 3,69 | 0,33 | 1,94 | 6,23 | 1,20 | 1,80 | 0,07 | сл. | 3,81 | 6,81 | 2,62 | 11,60 | 99,98 |
| 4 | 53,26 | 0,49 | 14,12 | 9,56 | 3,78 | 0,41 | 2,16 | 2,94 | 0,69 | 1,40 | 0,13 | " | 7,02 | 6,60 | 1,57 | 2,17 | 99,97 |
| 5 | 38,85 | 1,10 | 12,08 | 2,77 | 7,20 | 0,14 | 5,48 | 3,90 | 1,99 | 0,35 | 0,25 | нет | 6,02 | 0,78 | 2,92 | 17,68 | 99,80 |
| 6 | 18,72 | 0,16 | 5,22 | 20,82 | 2,42 | 1,70 | 1,59 | 6,18 | 0,30 | 0,60 | 0,38 | 0,61 | 15,80 | 0,24 | 1,21 | 23,00 | 100,02 |
| 7 | 11,54 | 0,37 | 8,28 | 32,07 | 1,98 | 0,04 | 0,49 | 1,72 | 1,20 | 1,60 | 0,19 | 0,43 | 21,24 | 0,34 | 1,60 | 17,76 | 100,85 |
| 8 | 18,40 | 0,35 | 4,35 | 32,62 | 10,88 | 0,11 | 2,48 | 5,96 | 0,20 | 0,30 | 0,19 | сл. | 20,08 | 0,57 | 0,86 | 2,62 | 99,57 |
| 9 | 19,01 | 0,29 | 4,00 | 23,17 | 18,26 | 0,14 | 3,44 | 6,71 | 0,20 | 0,20 | 0,30 | " | 21,74 | 0,25 | 0,42 | 3,00 | 100,11 |
| 10 | 9,98 | 0,07 | 2,43 | 8,34 | 3,93 | 6,35 | 1,45 | 35,63 | 0,69 | 0,45 | 2,00 | 0,17 | 2,81 | 0,30 | 1,21 | 24,71 | 103,05 |
| 11 | 19,52 | 0,29 | 4,98 | 1,86 | 2,57 | 1,25 | 3,42 | 20,62 | 0,34 | 0,88 | 0,17 | 0,93 | 0,85 | 0,52 | 1,49 | 21,83 | 100,21 |
| 12 | 10,06 | 0,14 | 3,51 | 3,34 | 1,96 | 2,15 | 2,15 | 49,66 | 0,55 | 0,45 | 1,07 | нет | 0,97 | 0,48 | 1,19 | 31,59 | 99,84 |
| 13 | 13,27 | 0,16 | 3,91 | 2,65 | 2,16 | 2,03 | 3,32 | 36,91 | 0,50 | 0,70 | 0,53 | " | 0,84 | 0,50 | 1,20 | 31,27 | 101,93 |
| 14 | 57,01 | 0,72 | 20,67 | 2,28 | 4,76 | 0,09 | 0,78 | 2,48 | 1,48 | 3,78 | 0,18 | 0,26 | — | 0,40 | — | 4,80 | 99,61 |
| 15 | 49,24 | 0,46 | 24,53 | 4,85 | 1,99 | 0,05 | 3,92 | 0,16 | 0,78 | 5,49 | 0,29 | 0,22 | — | 1,62 | — | 6,73 | 99,78 |

Примечание означает отсутствие информации.
 Классификация беспритового (1 и 2), притового (3-5) пелитонита, прита (6-9), притового (10), беспритового (11 по 14 пробы), фосфор- и марганцевосного (12 и 13) пелитоморфного известняка, 14 — средний глинистый сланец нижней юры (включая и аэлик) Южного склона Большого Кавказа [2]. 15 — пелитонитовая фракция (средняя) терригенных пород того же региона [2].

Южного склона Большого Кавказа (пр. 15). Таким образом, участки юрских глинистых сланцев, по петрохимическому составу соответствующие их пелитовой фракции с набором отмеченных конкреций, являются наиболее перспективными на стратиформные месторождения цветных металлов.

Управление геологии ГССР

(Поступило 6.2.1981)

ბიოლოგია

ა. გავაშელი

კონკრეციების ზონალობა და მისი გამოყენება ფერადი მბტალების სტრატიფორმული საბადოების ძიებაში კავკასიონზე

რეზიუმე

დადგენილია მთაწარი კავკასიონის სამხრეთი ფერდის იურიულ ნალექებთან დაკავშირებული კონკრეციების ზონალობა. გამოთქმულია მოსაზრება ამ ზონალობის გამოყენებაზე როგორც სტრატიფორმული საბადოების ძიების კრიტერიუმისა.

GEOLOGY

A. M. GAVASHELI

CONCRETION ZONATION AND ITS USE IN PROSPECTING FOR STRATIFORM DEPOSITS OF NON-FERROUS METALS IN THE GREATER CAUCASUS

Summary

A study of the infra-ore and supra-ore zones of stratiform deposits and ore-manifestations of non-ferrous metals of the southern slope of the Greater Caucasus has indicated the presence of zonally-distributed concretions differing in composition, form, and size. In the author's view, these concretions have the value of a prospecting criterion.

These formations—termed “a productive set of concretions”—are represented by pyritiferous and non-pyritiferous lutites, pyrite, and pelitomorphie limestone.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. В. Резников. ДАН СССР, т. 242, № 3, 1978.
2. А. М. Гавашели. Сообщения АН ГССР, 94, № 1, 1979.
3. А. М. Гавашели. Сообщения АН ГССР, 87 № 3, 1977.
4. А. М. Гавашели. Сообщения АН ГССР, 85, № 1, 1977.
5. А. М. Гавашели. Сообщения АН ГССР, 88, № 2, 1977.



Т. В. ИВАНИЦКИЙ

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕДНО-ПРЕНИТ-ЭПИДОТОВЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком Г. А. Твалчрелидзе 24.6.1981)

Проблема выявления новых медных месторождений, особенно в районах, тяготеющих к Маднеульскому ГОКу, диктует необходимость проведения ревизии давно известных меднорудных проявлений в вулканитах верхнего мела Юго-Восточной Грузии. Минерализация была обнаружена в середине 60-х гг. В. Л. Ониани и Г. В. Курдованидзе у сс. Церакви и Джанхоши, а в начале 70-х гг. — Г. И. Спандерашвили и Г. Б. Багашвили в районе с. Качаган. В 1979 г. аналогичное оруденение нами было установлено в окрестностях с. Ормашени. Незначительную вкрапленность самородной меди в 1978 г. Г. Ш. Надарейшвили выявил у с. Гантиади, а в 1979 г. аналогичное незначительное проявление нами было обнаружено в урочище Шошилети.

В. Г. Гогишвили и др. [1] указывают, что самородная медь присутствует и в вулканитах среднего эоцена, поэтому постмеловые вулканиты они считают потенциально рудоносными. Однако наши исследования показали, что медная минерализация не выходит за пределы вулканогенной толщи мела. Все указанные проявления пока не имеют практической ценности, однако анализ геологического материала устанавливает возможные перспективы этого нового для Грузии типа оруденения.

Проявления самородной меди приурочены в базальтоидам сеномана, участвующим в сложении толщи обширной субгеосинклинали. Однако минерализация присутствует и на более высоких стратиграфических уровнях в среднеосновных и основных породах (проявления Ормашени и Касумло). Характерна локализация оруденения в туфобрекчиях, туфобрекчия-конгломератах, туфах, т. е. в регрессивных фациях и реже в мандельштайновых лавах в местах, где вулканогенная толща нарушена широтными разрывами или широкими зонами трещиноватости (проявления Качаган, Церакви, Ормашени). Примечательно, что повсеместно, где развиты медные проявления, вулканиты сильно изменены и превращены в пренит-эпидот-карбонат-цоизитовые породы, часто с хлоритом, актинолитом, цеолитом и кварцем. Гидротермальные минералы тесно ассоциируют с самородной медью, халькозиниом и реже борнитом и халькопиритом. Ассоциация минералов во всех проявлениях идентична и соответствует характерным для медно-пренит-эпидотовых оруденений других регионов мира.

Наиболее интенсивное метасоматическое замещение вулканитов отмечается в пирокластолитах. Однако изменения претерпели и андезит-базальты, густо усеянные миндалинами пренита, эпидота, карбоната, кварца и хлорита, часто с крючковатыми и мелкими изометрическими выделениями самородной меди размером до 2—3 мм. Замещается основная масса породы и порфировокристы плагиоклаза, пироксена и оливина, поэтому на всех проявлениях «рудой» является околорудный



гидротермальный метасоматит с вкрапленностью и тончайшими прожилками рудных минералов. Для измененных пород характерно развитие магнетита и более позднего гематита в связи с возрастанием окислительного потенциала растворов. Исключительно слабое развитие сульфидов (таблица) и тесная ассоциация с самородной медью халькозина однозначно указывают на дефицит серы при рудообразовании. Часто в измененных пирокластолитах интенсивно оруденены обломки базальтоидов, размеры которых достигают 25—30 см, а цемент породы содержит лишь единичные тончайшие вкрапленники меди. Нередко наблюдаются небольшие гнезда, линзы и жильобразные тела в основном кальцит-доломитового состава с распыленной медной минерализацией в оруденелых вулканитах.

Минеральный состав медно-пренит-эпидотовых проявлений

| Рудные | | | Нерудные | | Гипергенные | Ксеногенные |
|------------------------------|----------------|--|--|--|--|--|
| главные | второстепенные | редкие | главные | второстепенные | | |
| Медь самородная Халькозин | Ковеллин | Халькопирит | Пренит | Хлорит | Халькозин | Магнетит |
| | Борнит | Пирит Марказит* Блеклая руда* Пирротин* Булажерит* Айкинит* Иорданит*? Козалит*? Эмплектит*? Стефанит*? Неопр. мин.* | Эпидот Цоизит* Кальцит Доломит* Актинолит* | Кварц Цеолиты Серпентин* Гидрослюдистый мин.* Глинистый мин.* Тальк* Серицит* Пумпеллини** Десмин** Томсонит** Анальцит** Ломонит** | Ковеллин Малахит Азурит* Тенорит Хризоколла* Лимониты | Гематит Пироксен Плагиоклаз Барит |

Примечание: минералы с одной звездочкой определены нами, с двумя звездочками — В. Г. Гогинвили и др. [1], минералы с вопросительным знаком — определены условно оптически; в диагностике многих минералов использован рентгеновский анализ.

Классическими представителями медно-пренит-эпидотовых, иногда с цеолитом, оруденений являются: крупное месторождение Верхнего Озера [2], проявления Командорских о-вов [3], Болгарские [4], Тосканские, Фарерских о-вов, Новой Земли, Китайские (Юньнань), Апалачей, Тайметское в Сибири [5] и некоторые другие. Примечательно, что на всех оруденениях наблюдаются сходная геологическая ситуация и полная аналогия в минералогическом составе руд, однако возраст рудо-вмещающих пород варьирует от докембрия до олигоцен-миоцена включительно.

В Юго-Восточной Грузии карбонатный верхний мел является нерудоносным и во многих участках посредством брекчия-конгломератов и конгломератов (с известняковым цементом) налегает на регрессивную фацию вулканогенной толщи. Такая картина наблюдается в Болнисско-Поладаурской зоне. На Ормашенском проявлении наблюдается и угловое несогласие между известняками и вулканитами. Отсутствие минерализации в верхнемеловых известняках и указанные взаимоот-

ношения между вулканогенными и карбонатными отложениями 1103
воляют считать возраст медно-пренит-эпидотового оруденения поздне-
меловыми (до карбонатного литогенеза).

Гидротермальный процесс, видимо, связан с периодом завершения
верхнемелового вулканизма; не исключено, что растворы зарождались
близь очага магмообразования. Некоторую роль играли, вероятно, и
метаморфогенные растворы, представляющие собой активизированные
порыые законсервированные воды морского происхождения. Медь
привносилась из глубины, а также частично заимствовалась из вме-
щающих пород. Процесс минерализации протекал при дефиците в си-
стеме серы, на что указывает минеральный парагенезис руд.

На диаграмме рН—Еh поле устойчивости самородной меди в ще-
лочных растворах (рН≈8—9) соответствует области, где с медью мо-
жет ассоциировать гематит. Это поле находится вблизи участка устой-
чивости $Cu_5FeS_4 + Fe_2O_3$ и минеральных парагенезисов медно-пренит-
эпидотовых проявлений Юго-Восточной Грузии. Увеличение щелочно-
сти системы в связи с гидротермальным метаморфизмом пород и вы-
свобождением щелочноземельных элементов способствовало отложе-
нию самородной меди.

Медно-пренит-эпидотовые проявления являются наиболее поздни-
ми гидротермальными производными вулканогенной толщи верхнего
мела. Они генетически не связаны с медносульфидными и барито-свин-
цово-цинковыми колчеданного типа, золоторудными во вторичных квар-
цитах, марганцевыми, видимо, гематитовыми и другими оруденениями,
связанными с верхнемеловой вулканогенной толщей. Сложный много-
этапный характер формирования вулканогенной толщи обусловил ее
исключительно большое металлогеническое значение.

Приповерхностный характер рудиног процесса, который протекал
вблизи дна неглубокого моря, чаще всего в прибрежных условиях,
вблизи кордильер или, возможно, вулканических аппаратов централь-
ного типа, создавал условия для возникновения этого типа минерали-
зации.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт
— им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 25.6.1981)

გეოლოგია

თ. ივანიშვილი

სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს სპილენძ-პრენიტ-მეპიდოტიანი
გამადნებების გენეტიკური თავისებურებანი

რეზიუმე

განხილულია საქართველოსთვის სპილენძის ახალი ტიპის მინერალიზაციის
გეოლოგიური თავისებურებანი, მინერალური შედგენილობა და სივრცესა და
დროში განაწილების კანონზომიერება. გამოთქმულია მოსაზრება გამადნების
შედაცარცული ასაკისა და მისი ზღვის ფსკერის სიახლოვეში წარმოქმნის შესა-
ხებ. ნაჩვენებია, რომ ხალასი სპილენძის მინერალიზაციასთან გენეტიკურად
დაკავშირებული არაა სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს შედაცარცულ-
ეულკანოგენურ წყებში არსებული მრავალრიცხოვანი გამადნებანი.

T. V. IVANITSKI

GENETIC FEATURES OF COPPER-PREHNITE-EPIDOTE OCCURRENCES
OF SOUTH-EASTERN GEORGIA

Summary

The paper deals with the geology, mineral composition and regularities of the spatio-temporal distribution of a native copper mineralization newly discovered in Georgia. It is suggested that the mineralization originated in the Upper Cretaceous close to the sea-floor. The native copper mineralization is shown to be genetically unrelated to the numerous other types of ore occurrences in the Upper Cretaceous volcanic sequence of south-eastern Georgia.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Г. Гогишвили, Т. Ш. Гогишвили, Д. Ш. Хочолава. Сообщения АН СССР, 96, № 1, 1979.
2. У. С. Уайт. Рудные месторождения США. М., 1972.
3. В. А. Обручев. Рудные месторождения. М., 1934.
4. Ив. Велинов, Т. Родонсва. Сб. «Метасоматизм и рудообразование». М., 1974.
5. Г. Шнейдерхен. Рудные месторождения. М., 1958.



ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Е. Б. ЯКОБИДЗЕ

НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ФЛОРЕ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ БАТСКИХ
 ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 3.3.1981)

В Западной Грузии флороносные батские отложения известны в пределах угольных месторождений р. Бзыби, Ткварчели, р. Магана, Ткибули, Гелати [1—4]. Они обнаружены также на Шаорском месторождении и в с. Мухура. Однако выясняется, что опубликованные данные не исчерпывают всего разнообразия батской флоры исследуемого региона. Нами производились послейные сборы флористического материала из вмещающих отложений отмеченных местонахождений, которые дают возможность восполнить этот пробел.

По новым данным, батская флора Западной Грузии в целом состоит из 89 видов растений, принадлежащих к 38 родам и 11 порядкам: Selaginellales, Astero calamitales, Equisetales, Marattiales, Filicales, Cycadofilicales, Caytoniales, Bennetitales, Cycadales, Ginkgoales, Coniferales.

В данной флоре 29 видов обнаружены впервые: *Neocalamites* aff. *nathorsti* Erdtman, *Coniopteris angustiloba* Brik, *C. georgica* Iakobidze sp. nov., *Dictyophyllum nilssonii* (Brongniart) Geoppert, *Cladophlebis* aff. *kamenkensis* Thomas, *Cl. suluktensis* Brik, *Cl. whitbiensis* (Brongniart) Brongniart, *Sagenopteris heterophylla* Doludenko et Svanidze, *S. latus* Iakobidze sp. nov., *Anomozamites variabilis* (Prynada) Iakobidze comb. nov., *Nilssoniopteris angustifolia* Doludenko, *N. muhlensis* Doludenko, *N. tkibulensis* Iakobidze sp. nov., *N. vitata* (Brongniart) Florin, *N. vulgaris* Doludenko, *Otozamites caucasica* Iakobidze sp. nov., *O. latior* Saporta, *Otozamites* sp. A., *Otozamites* sp. B., *Pterophyllum djanelidzei* Svanidze, *Zamites* sp., *Cycadolepis gracilis* Iakobidze sp. nov., *C. insignis* Iakobidze sp. nov., *C. ovalis* Doludenko, *Nilssonia* sp., *Pseudoctenis* aff. *latus* Doludenko, *P. aff. magnifolius* Doludenko, *Czekanowskia latifolia* Turutanova-Ketova, *Podozamites einwaldii* Schimper.

Из них 7 видов: *Coniopteris georgica*, *Sagenopteris latus*, *Nilssoniopteris tkibulensis*, *Otozamites caucasica*, *Pterophyllum djanelidzei*, *Cycadolepis gracilis*, *C. insignis* являются новыми и в настоящее время за пределами Грузии неизвестны. Несколько растений данной флоры, а именно *Sagenopteris heterophylla*, *Nilssoniopteris angustifolia*, *N. muhlensis*, *N. vitata*, *N. vulgaris*, *Cycadolepis ovalis*, *Pseudoctenis* aff. *latus*, *P. aff. magnifolius*, являются основными компонентами и для позднеюрской флоры Грузии [5]. *Anomozamites variabilis* впервые был установлен в среднеюрской флоре Ткварчели [6] под названием *Nilssonia variabilis* Prynada. Четыре предста-

вители: *Otozamites* sp. A., *Otozamites* sp. B., *Zamites* sp., *Nilssonia* sp. не доведены до вида из-за плохой сохранности флористического материала. Широко распространенные в юрских флорах Индо-Европейской области [7] *Neocalamites* aff. *nathorsti*, *Coniopteris* *angustiloba*, *Dictyophyllum* *nilssonii*, *Cladophlebis* aff. *kamenkensis*, *Cl. suluktensis*, *Cl. whiibiensis*, *Otozamites latior*, *Czekanowskia latifolia*, *Rodozanites eichwaldii* до настоящего времени в среднеюрской флоре Грузии не были обнаружены.

Растительные остатки в полосе угольных месторождений Западной Грузии приурочены к двум различным фациям свиты листоватых сланцев и угленосной свиты бата:

1. К мелкозернистым сланцеватым глинам и углистым сланцам. В состав этой группы входят плауновые (*Selaginellites*), членистостебельные (*Neocalamites*, *Equisetum*), папоротники (*Osmundopsis*, *Todites*, *Coniopteris*, *Gonatosorus*, *Lobifolia*, *Matonidium*, *Phlebopteris*, *Clathropteris*, *Dictyophyllum*, *Weichselia*, *Cladophlebis*), птеридоспермы (*Pachypteris*, *Ctenozamites*), кейтоновые (*Sagenopteris*), большинство беннеттитовых (*Williamsonia*, *Anomozamites*, *Nilssoniopteris*, *Pterophyllum*, *Ptilophyllum*, *Cycadolepis*) и цикадовых (*Ctenis*, *Nilssonia*), гинкговые (*Baiera*, *Ginkgoites*, *Czekanowskia*, *Pseudoorellia*, *Sphenobaiera*) и некоторые хвойные (*Podozamites*). При этом большие скопления создают представители родов *Osmundopsis*, *Coniopteris*, *Cladophlebis*, *Nilssoniopteris*, *Pterophyllum*. Сохранность их хорошая, без следов переноса, причем листья обычно наложены друг на друга и расположены параллельно плоскости напластования. Членистостебельные не являются наиболее часто встречаемыми растениями данной флоры, но их стебли в осадках обычно расположены перпендикулярно напластованию. По-видимому, эти растения захоронились на месте произрастания, в условиях спокойного, заболоченного бассейна. Реже встречается остатки представителей родов *Selaginellites*, *Neocalamites*, *Equisetum*, *Todites*, *Klukia*, *Gonatosorus*, *Lobifolia*, *Matonidium*, *Phlebopteris*, *Dictyophyllum*, *Weichselia*, *Pachypteris*, *Ctenozamites*, *Sagenopteris*, *Anomozamites*, *Otozamites*, *Pterophyllum*, *Pseudocycas*, *Zamites*, *Cycadolepis*, *Ctenis*, *Nilssonia*, *Paracycas*, *Pseudoctenis*, *Cycadites*, *Ginkgoites*, *Sphenobaiera*, *Czekanowskia*, *Podozamites*, *Pagiophyllum*, *Brachyphyllum*, *Elatides*. Возможно, остатки этих растений приносились в бассейн осадконакопления из несколько более отдаленных мест обитания.

2. К мелкозернистым и среднезернистым песчаникам. В этих осадках встречаются некоторые беннеттитовые (*Otozamites*, *Pseudocycas*, *Zamites*), цикадовые (*Paracycas*, *Pseudoctenis*, *Cycadites*) и хвойные (*Pagiophyllum*, *Brachyphyllum*, *Elatides*). По количеству и сохранности отпечатки этих растений намного уступают первой группе. Остатки их обычно встречаются среди большого количества растительного детрита с явными следами переноса. Все это позволяет допустить, что остатки данных растений приносились в бассейн из отдаленного местообитания.

Из вышесказанного следует, что флора батских отложений Западной Грузии состояла из различных экологических групп растений:

ა) растения заболоченных низменностей: членистостебельные — *Neocalamites*, *Equisetum*, папоротники—*Osmundopsis*, *Coniopteris*, *Cladophlebis*, беннеттитовые—*Nilssoniopteris*, *Ptilophyllum*, (автохтонные элементы первой фазы);

б) растения влажных незаболоченных низменностей или тенистых речных долин: плауновые — *Selaginellites*, папоротники — *Todites*, *Klukia*, *Gonatosorus*, *Lobifolia*, *Matonidium*, *Phlebopteris*, *Clathropteris*, *Dictyophyllum*, *Weichselia*, птеридоспермы — *Pachypteris*, *Ctenozamites*, кейтоновые—*Sagenopteris*, беннеттитовые — *Williamsonia*, *Anomozamites*, *Pterophyllum*, *Cycadolepis*, цикадовые—*Ctenis*, *Nilssonia*, *Paracycas*, *Pseudoclenis* (аллохтонные элементы первой фазы);

в) растения увлажненных склонов возвышенностей, возможно северной экспозиции: беннеттитовые — *Otozamites*, *Pseudocycas*, *Zamites*, цикадовые—*Cycadites*, гинкговые—*Baiera*, *Ginkgoites*, *Pseudoforellia*, *Sphenobaiera*, *Czekanowskia*, некоторые хвойные—*Podozamites* (общие для обеих фаз);

г) растения пересыхающих склонов возвышенностей, по-видимому южной экспозиции: хвойные—*Pagiophyllum*, *Brachyophyllum*, *Elatides*, *Pitiophyllum* (аллохтонные растения второй фазы). Относительно условий их произрастания указывается следующее: „характер побегов хейролепидовых (*Brachyophyllum*, *Pagiophyllum*), покрытых мелкими чешуевидными или шиловидными хвоей, напоминающими побеги современных можжевельников, также свидетельствует о приспособленности этих хвойных к потере при испарении минимального количества влаги“ [7].

Естественно, что установленные в батской флоре Западной Грузии экологические группы растений имеют неодинаковое распространение: доминирующими являются растения первой группы, реже встречаются представители влажных незаболоченных низменностей и увлажненных склонов, а наименьшим распространением пользуются растения пересыхающих склонов.

Существование разных экологических групп растений обусловлено тем, что рельеф Западной Грузии в батское время был, по-видимому, расчлененным, а климат влажным и жарким (приближенным к тропическому). Растения составляли лесной массив, который характеризовался вертикальной поясностью растительного покрова. Подобные выводы уже делались [3, 8]. Важно то, что наши новые данные целиком их подтверждают.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 6.3.1981)

პალეობოტანიკა

მ. იაკობიძე

სახლი ცნობები საქართველოს ბათური ნალექების ფლორისა და მცენარეულობის შესახებ

რეზიუმე

ცნობილია მდ. ბზიფის, ტყვარჩელის, მდ. მაგანის, ტყიბულის, გელათის, და სოფ. ხრეთის შუაიურული (ბათური) ფლორა. ამჟამად დასავლეთ საქართველოს იურულ ნახშირიან ნალექებში (ფურცელა ფიქლებისა და ნახშირიანი

წყებების) ნამარხი ფლორის კიდევ ორი ადგილსამყოფელია დადგენილი სოფ. მუხურასა და შაორის მიდამოებში. დასავლეთ საქართველოს ბათურ ფლორაში სადღეისოდ დადგენილია 89 წარმომადგენელი, რომლებიც შეიცავენ 29 მანამდე უცნობ მცენარეს, აქედან შვიდი ახალი სახეა, ოთხი არაა განსაზღვრული ბოლომდე, რვა ცნობილი იყო აგრეთვე საქართველოს ზედაიურულ ფლორაში, ხოლო დანარჩენი 10, რომლებიც ფართოდ ვრცელდებიან ინდოევროპულ ფიტოგეოგრაფიულ ოლქში, პირველადაა ნაპოვნი შესასწავლ ფლორაში. ფლორაში ოთხი განსხვავებული ეკოლოგიური ჯგუფის არსებობით დასტურდება, რომ მცენარეული საფარი ხასიათდებოდა ვერტიკალური ზონალობით.

PALAEONTOLOGY

E. B. IAKOBIDZE

NEW DATA ON THE FLORA AND VEGETATION OF BATHONIAN DEPOSITS OF GEORGIA

Summary

Middle Jurassic (Bathonian) flora of the river Bzyb, Tkvarcheli, r. Magana, Tkibuli, Gelati and Khreiti is well known (1, 2, 3). At present in the Jurassic coal-bearing deposits (foliaceous slates and coal-measures) two new localities of fossil flora have been discovered in the vicinities of the villages of Mukhura and Shaori (4). Thus, to date in the Bathonian flora of West Georgia 89 representatives have been established, including 29 hitherto unknown finds. Among the latter there are 7 new species, 4 unidentified species, 8 known in the Upper Jurassic flora of Georgia, and 10 recorded for the first time in the flora under study, though widely distributed in the Indo-European phytogeographical region. The existence of four different ecological groups in the flora confirms the vertical zonation of the vegetation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Делле. Труды Бот. ин-та АН СССР, сер. III, Палеоботаника, вып. I, 1967.
2. Ц. И. Сванидзе. Сообщения АН ГССР, 60, № 3, 1970.
3. Ц. И. Сванидзе, Ф. К. Шенгелия. Сообщения АН ГССР, 93, № 3, 1979.
4. Е. Б. Якобидзе. Сообщения АН ГССР, 99, № 2, 1980.
5. М. П. Долуденко, Ц. И. Сванидзе. Труды ГИН АН СССР, вып. 178, 1969.
6. В. А. Вахрамеев. Труды ГИН АН СССР, вып. 192, 1964.
7. В. А. Вахрамеев. Палеонт. ж., № 1, 1970.
8. Ц. И. Сванидзе. Сообщения АН ГССР, 77, № 1, 1975.



Р. Г. КАХАДЗЕ

ТЕМПЕРАТУРА ФОРМИРОВАНИЯ И ПАРАГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕТАПЕЛИТОВ ВЕРХНЕЙ СВАНЕТИИ (БОЛЬШОЙ КАВКАЗ)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 15.6.1981)

Кристаллическое ядро Главного хребта Большого Кавказа в пределах Верхней Сванетии расчленено на две зоны — южную и северную [1]. Детальными геолого-петрологическими исследованиями в метаморфитах обеих зон установлена прогрессивная региональная метаморфическая зональность андалузитового типа (метаморфизм низких

Степень и температура метаморфизма насыщенных K_2O метapelитов Верхней Сванетии при прогрессивном региональном метаморфизме

| № обл. | Зона метаморфизма | Парагенезисы | M | T °C | |
|--------|-------------------------|--|------|-------|-----|
| | | | | Гр-Би | Грф |
| 30—9 | Биотита | Кв+Му+Хл+Би ₅₅ +Пл | — | — | — |
| 39—9 | " | Кв+Му+Би ₆₀ +Хл+Пл | — | — | — |
| 9—9 | Граната | Кз+Му+Би+Пл | — | — | — |
| 17—8 | " | Кв+Графит | — | — | 455 |
| 19—8 | " | — | — | — | 455 |
| 80—9 | " | Кв+Му+Би ₇₅ +Хл+Гр ₈₈ +Пл | — | — | — |
| 63—9 | " | Кв+Му+Гр ₈₀ +Би+Пл+Хл | — | — | — |
| 64—9 | " | Кв+Му+Би ₈₀ +Гр ₉₃ +Пл | — | — | — |
| 74—9 | " | Кв+Му+Би ₈₅ +Хл+Пл | — | — | — |
| 34—8 | " | Кв+Графит | — | — | 500 |
| 15—9 | Силлиманита | Би ₃₅ +Сил+Му+Гр ₆₂ +Пл+Кв | 4,77 | 635 | — |
| 24—9 | " | Би ₃₆ +Сил+Гр ₈₉ +Му+Пл+Кв | 4,74 | 625 | — |
| 60—9 | " | Сил+Би ₅₅ +Гр ₈₁ +Му+Пл+Кв | 4,78 | 640 | — |
| 79—8 | " | Сил+Би ₅₇ +Гр ₈₄ +Пл+Кв+Му | 4,66 | 610 | — |
| 254—8 | " | Сил+Би+Гр+Пл+Кв+Му+Грф | — | — | 630 |
| 22—7 | " | Би ₃₅ +Сил+Гр ₈₅ +Пл+Кв | 4,60 | 615 | — |
| 133—8 | Силлиманита и калишпата | Сил+Би ₅₇ +Гр ₇₈ +Пл+Кпш+Кв | 4,93 | 675 | — |
| 134—8 | " | Би ₅₇ +Сил+Гр ₈₄ +Пл+Кпш+Кв | 4,65 | 640 | — |
| 129—8 | " | Би ₅₉ +Сил+Гр ₈₂ +Кпш+Пл+Кв | 4,77 | 655 | — |
| 141—8 | " | Сил+Би+Гр ₈₂ +Пл+Кпш+Кв+Грф | — | — | 685 |
| 143—8 | " | Би ₅₈ +Сил+Гр ₈₀ +Кпш+Кв+Грф | 4,89 | 680 | 685 |
| 157—8 | " | Сил+Би ₅₇ +Гр ₈₂ +Кпш+Пл+Кв | 4,77 | 655 | — |
| 153—4 | " | Сил+Би ₅₉ +Гр ₈₀ +Пл+Кпш+Кв | 4,89 | 680 | — |
| 72—4 | " | Би ₅₅ +Сил+Пл+Кпш+Кв | — | — | 700 |
| 70—4 | " | Кв+Графит | — | — | 700 |
| 73—5 | " | Сил+Би ₆₀ +Гр ₇₉ +Кпш+Кв | 5,02 | 690 | — |
| 51—5 | " | Би ₅₅ +Сил+Кпш+Пл+Кв+Грф | — | — | 700 |
| 84—4 | " | Би ₄₈ +Кор ₂₀ +Сил+Пл+Кпш+Кв | — | — | — |

давлений). Нами выделено пять зон прогрессивного регионального метаморфизма: I — биотита, II — граната, III — андалузита и кордиерита, IV — силлиманита и V — силлиманита и калишпата [2].



Для определения степени метаморфизма с помощью коэффициентов распределения железа и магния в сосуществующих железо-магnezиальных минералах нами использована формула М. Дж. Фроста [3]. Температуры минералообразования метаморфитов определены при помощи гранат-биотитового [4] и графитового [5] геотермометров.

В таблице приведены минеральные парагенезисы и температуры формирования зон прогрессивного регионального метаморфизма. Температуры I, II, IV и V зон соответственно лежат в пределах <455, 455—500, 610—640 и 640—700°C⁽¹⁾. Эти данные свидетельствуют о том, что зоны прогрессивного регионального метаморфизма Верхней Сванетии четко отличаются по температуре формирования.

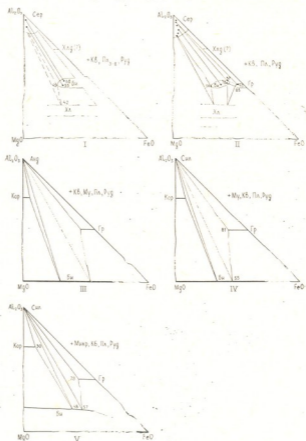


Рис. 1. Изменения минеральных парагенезисов в насыщенных K_2O метапелитах Верхней Сванетии при прогрессивном региональном метаморфизме. Зоны метаморфизма: I — биотита, II — граната, III — андалузита и кордиерита, IV — силлиманита, V — силлиманита и калишпата

Изменения минеральных парагенезисов в насыщенных K_2O метапелитах с нарастанием степени метаморфизма приведены на диаграмме (рис. 1).

⁽¹⁾ Отсутствие мономинеральных анализов в зоне андалузита и кордиерита из-за широкого развития процессов диафтореза, катаклаза и милонитизации [2, 6] не позволяет судить о температуре формирования этой зоны.



В зоне биотита, соответствующей высокой ступени биотитовой субфации зеленосланцевой фации [7], имеется по два анализа сосуществующих биотита и мусковита. В зоне устойчивы биотиты с железистостью $F > 50\%$ (55—60%), но не выше 80%. В этой зоне хлорит всегда на 1—10% более магнезиален, чем биотит. Поэтому в ассоциации с серицитом неустойчивы биотиты с железистостью ниже 45%, так как их устойчивость ограничена хлоритом с железистостью 40—42% [8—10].

В зоне граната, соответствующей алмадин-хлорит-хлоритоидной субфации зеленосланцевой фации [7], хлоритоид не был встречен из-за отсутствия особо железистых пород, богатых глиноземом. В зоне устойчивы гранаты с железистостью $F = 88—93\%$. Железистость биотита варьирует от 68 до 80%. Более железистые биотиты ассоциируют с гранатом и хлоритом, но она не опускается ниже 50%. Гранат максимальную железистость имеет в парагенезисе с биотитом и серицитом, а минимальную — с биотитом и хлоритом. В зоне биотита и в зоне граната серициты сильно обогащены фенгитовой молекулой. С понижением железистости биотитов в обеих зонах наблюдается возрастание фенгитовости серицитов.

С нарастанием степени метаморфизма предельная железистость граната уменьшается до $F = 81\%$ в зоне силлиманита и до $F = 78\%$ в зоне силлиманита и калишпата. При этом поле устойчивости парагенезиса Би+Сил+Гр сужается и перемещается в сторону поля устойчивости Би+Сил+Кор. К тому же предельная железистость кордиерита и ассоциирующегося с ним биотита увеличивается [11, 12], что, в свою очередь, сужает поле устойчивости парагенезиса Сил+Би до полного его исчезновения и образования парагенезиса Гр+Кор в более высокотемпературной зоне, соответствующей гранат-кордиерит-оргоклазовой фации [7]. В насыщенных K_2O метapelитах Верхней Сванетии парагенетический гранат и кордиерит не были обнаружены, что дает возможность считать зону силлиманита и калишпата, соответствующую биотит-силлиманит-ортоклазовой фации [7], максимумом прогрессивного регионального метаморфизма рассмотренных пород Верхней Сванетии.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 19.6.1981)

კატეგორია

რ. კახაძე

ზემო სვანეთის მეტაპელიტების ფორმირების ტემპერატურული პირობები და პარაგენეტიკული ანალიზი

რეზიუმე

ავტორის მიერ ზემო სვანეთის მეტამორფიტებში გამოყოფილია პროგრესული რეგიონალური მეტამორფიზმის ხუთი ზონა, რომლებიც მინერალთა წარმოქმნის ტემპერატურით მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. წერილში მოყვანილია მინერალური პარაგენეზისებისა და რკინა-მაგნეზიალური მინერალების რკინიანობის ცვალებადობა მეტამორფიზმის ხარისხის ზრდასთან ერთად.

R. G. KAKHADZE

 TEMPERATURE CONDITIONS AND PARAGENETIC ANALYSIS
 OF THE FORMATION OF METAPELITES IN UPPER SVANETI

Summary

Five zones of progressive regional metamorphism, developed in the metamorphites of Upper Svaneti, sharply differ from each other according to the temperature of mineral formation. The variation of the perriferousness of mineral parageneses and ferromagnesian minerals with an increase of the degree of metamorphism has been investigated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Д. Гамкрелидзе. Сб. «Глубинное строение Кавказа». М., 1966.
2. Р. Г. Кахадзе. Сообщения АН ГССР, 104, № 1, 1981.
3. M. J. Frost. *Geol. Mag.*, V.XCIX, № 5, 1962.
4. Л. Л. Перчук. Равновесие породообразующих минералов. М., 1970.
5. Д. М. Шенгелиа, Р. А. Ахвледиани, Д. Н. Кецохели. ДАН СССР, 235, № 6, 1977.
6. Ш. И. Джавахишвили. Кристаллические сланцы южного склона Большого Кавказа. Тбилиси, 1970.
7. С. П. Кориковский. Фации метаморфизма метapelитов. М., 1979.
8. J. C. Green. *Am. Min.*, 48, № 9-10, 1963.
9. A. L. Albee. *J. Petrol.*, 6, № 2, 1965.
10. W. C. Phinney. *J. Petrol.*, 4, № 1, 1963.
11. С. П. Кориковский. Метаморфизм, гранитизация и постагматические процессы в докембрии Удокано-Становой зоны. М., 1967.
12. А. Миасиро. Метаморфизм и метаморфические пояса. М., 1976.



И. Д. ЧЕЧЕЛАШВИЛИ

О ВТОРИЧНЫХ МИКРОСТРУКТУРАХ ПОРОД ВЕРХНЕЮРСКО-НИЖНЕМЕЛОВОГО ФЛИША РАЧИ И ЮГО-ОСЕТИИ

(Представлено академиком А. Л. Цагарели 11.3.1981)

При изучении литологии верхнеюрско-нижнемелового флиша Рачи и Юго-Осетии было установлено, что породы этой толщи претерпели значительные постдиагенетические изменения [1]. Проведенные исследования показали, что при этом произошли изменения не только минералогического, но и структурного характера. Мы коснемся эпигенетических микроструктур, представленных в флишевых отложениях исследованного района.

Заметим заранее, что большинство исследователей постседиментационно измененных осадочных пород различных регионов отмечали лишь катагенетические микроструктуры и не выделяли отдельно их ориентированные разновидности, полагая, что все катагенетические структуры, включая и ориентированные, образуются в результате изменения пород под влиянием литостатической нагрузки и связанного с этим повышения температуры и давления [2]. При этом стрессовые — ориентированные микроструктуры принимались характерными для глубинного преобразования пород — стадии метазенеза [3].

В последнее время большинство исследователей [4] пришли к заключению, что интенсивность постседиментационных изменений пород региона в значительной мере обусловлена дифференциальным погружением отдельных участков и неравномерным распределением стрессовых напряжений, т. е. общими тектоническими условиями, в которые попадают эти породы.

В результате дальнейших исследований выделились два ряда эпигенетических микроструктур: катагенетические и стрессовые — ориентированные [5].

Катагенетические микроструктуры образуются в результате воздействия возрастающей при погружении на глубину осадка литостатической нагрузки. При этом с погружением пород на глубину и увеличением давления и температуры изменение микроструктур происходит в определенном порядке: в верхней части осадочной толщи — в зоне начального и слабого глубинного катагенеза — обломочные зерна в бесцементных песчаниках соприкасаются, затем приспосабливаются своими формами друг к другу, создавая конформные сочленения, далее появляются инкорпорационные структуры — структуры внедрения, затем — регенерационные, шиповидные и т. д. Песчаники зоны глубинного катагенеза часто преобразованы настолько, что имеют кварцитовидную структуру. Отмечается [5], что все эти изменения при отсутствии стресса не приводят к образованию ориентированных структур даже при погружении осадка на большие (до 8000 м) глубины.

Стрессовые — ориентированные микроструктуры формируются локально на разных стадиях катагенеза и имеют преимущественно наложенный характер, проявляются на различных уровнях стратиграфиче-

ского разреза, завися не столько от глубины погружения осадка, сколько от тектонических условий, в какие попадают. Среди стрессовых микроструктур различаются направленно-ориентированная, разлизованная и структура дифференциального скольжения.

В осадочной толще верхнеюрско-нижнемелового флиша Рачи и Юго-Осетии нами фиксированы катагенетические и стрессовые — ориентированные микроструктуры.

Катагенетические микроструктуры встречаются во всех разрезах преимущественно в песчаниках терригенного и карбонатного флиша. В плагиоклазово-кварцевых песчаниках с минимальным количеством цемента наблюдаются: конформная структура, инкорпорационная, микро-стилолитовая с шиповидными сочленениями зерен, регенерационная структура, структура растворения и обрастания; последние встречаются в слюдисто-кварцевых песчаниках и иногда в песчаных известняках. В известняках карбонатного флиша местами видны укрупнение зерен и образование бластических или мраморовидных структур. В оолитовых и псевдооолитовых известняках часто наблюдается уплощение оолитов (рис. 1).



Рис. 1. Уплощение оолитов в известняке, ув. 35X, №4, ущ. р. Арагви

Стрессовые микроструктуры наблюдаются в известняках карбонатного флиша и реже в алевролитах и песчаниках некоторых разрезов терригенного флиша.

Направленно-ориентированная структура встречается в тонко- и мелкозернистых известняках, песчаных известняках и алевролитах. Зерна кальцита в известняках, а также обломочные, новообразованные или разросшиеся зерна кварца в песчаных известняках вытянуты в одном направлении, образуя шестоватые формы. Присутствующие в породе пирит и обуглившиеся растительные остатки располагаются субпараллельно в виде линзовидных или нитевидных скоплений, часто обуславливая микрополосчатость.

Разлизованные структуры наблюдаются в основном в пелитоморфных и кластических известняках карбонатного флиша, пользуясь широким развитием в пятнистых породах ущ. р. Лухунисцкали (правый приток р. Риони). Обломки или участки в известняке ограничиваются сходящимися трещинками, образуя линзовидные структуры. В центре таких лиз иногда отмечаются обломочные зерна известняка (реже кварца), обросшие шестоватой или волокнистой на периферии разновидностью кальцита, а кое-где линзовидными пучками гидрослюдистых минералов (рис. 2).

Структуры дифференциального скольжения наблюдаются преимущественно в разрезе ущ. Лухунисцали — в карбонатном флише и в подстилающей среднеюрской песчаниково-сланцевой толще и изредка



Рис. 2. Разлинованная структура в кластическом известняке, ув. 17 \times , Ni II, ущ. р. Лухунисцали

в песчаниках терригенного флиша. Эти структуры представлены в мелкозернистых кластолитах и возникли за счет глинисто-гидрослюдистого цемента, преобразованного в аутигенные листочки серицита, ориентированы параллельно между собой и нормально или под определенным углом к поверхности кластических зерен (рис. 3).



Рис. 3. Структура дифференциального скольжения в слюдисто-кварцевом песчанике, ув. 70 \times , Ni II, ущ. р. Лухунисцали

Проведенные нами исследования показали, что в верхнеюрско-нижнемеловом флише Рачи и Юго-Осетии стрессовые микроструктуры являются преимущественно наложенными структурами, встречаются в породах на различных уровнях и приурочены к интенсивно дислоцированным участкам. В нашем случае таковыми являются пятнистые — разлинованные породы, представленные в западной части Рачи (ущ. р. Лухунисцали). Здесь большая часть известняков имеет направленно-ориентированную или разлинованную микроструктуру, кластолиты же — структуру дифференциального скольжения.

Образование этих структур представляется нам в следующей последовательности: в период погружения дна бассейна возрастание литостатической нагрузки вызвало возникновение характерных катагенетических микроструктур, в следующий этап — в период складкообра-

зования породы испытали интенсивное давление стресса, что выразилось в образовании в катагенетически измененных породах стрессовых микроструктур.

Как видно из изложенного, отмеченные выше структуры образовались локально в результате воздействия на породы в первую очередь литостатической нагрузки, а затем одностороннего давления — стресса.

Таким образом, процесс возникновения сложных микроструктур является не только проявлением внутрислойных напряжений в толще, но и своеобразным отображением истории геологического развития региона.

Академия наук Грузинской ССР
 Геологический институт
 им. А. И. Джanelidze

(Поступило 13.3.1981)

ლითოლოგია

ი ჩიხლაშვილი

რაჩა-ოსეთის ზედაიურულ-ქვედაცარცული ფლიშის ქანების
 მეორადი მიკროსტრუქტურების შესახებ

რეზიუმე

რაჩა-ოსეთის ზედაიურულ-ქვედაცარცული ფლიშური კომპლექსის ქანებში დადგენილია კატაგენეტიური და ორიენტირებული მიკროსტრუქტურები. ორიენტირებული მიკროსტრუქტურები განვითარებულია ინტენსიურად დისლოცირებულ უბანზე რაქის დასავლეთ ნაწილში მდ. ლუხუნისწყლის აუზში და წარმოსობილია პირველ რიგში ლითოსტატიკური დატვირთვის, ხოლო შემდეგ ცალმხრივი წნევის (სტრესის) მოქმედების შედეგად.

LITHOLOGY

I. D. CHECHELASHVILI

CONCERNING THE SECONDARY MICROSTRUCTURES OF THE
 ROCKS OF THE UPPER JURASSIC-LOWER CRETACEOUS
 FLYSCH OF RACHA-OSETI

Summary

Catagenetic and oriented stress microstructures are identifiable in the rocks of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous flysch complex of Racha-Oseti.

These, oriented stress microstructures are developed in an intensively dislocated section—in the western part of Racha, in the basin of the r. Lukhunis-tsqali, formed primarily under the influence of lithostatic loading and then, under unilateral pressure (stress).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. Д. Чечелашвили, Э. В. Варсимашвили, Г. Ш. Сибашвили. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 1 (202), 1978.
2. А. В. Копелювич. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1960.
3. И. М. Симанович. Труды ГИН АН СССР, вып. 153. М., 1966.
4. А. Г. Коссовская, В. Д. Шутов. Труды ГИН АН СССР, вып. 221. М., 1971.
5. В. Т. Лукьянова, А. В. Лукьянов. Литология и полезные ископаемые, № 2, 1979.



М. В. ГАРУЧАВА, И. Н. КРЫЛОВ

ГЕОХИМИЯ РУБИДИЯ И СТРОНЦИЯ В ПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАНИТАХ И АПЛИТАХ ДЗИРУЛЬСКОГО ВЫСТУПА ЗАКАВКАЗСКОГО СРЕДИННОГО МАССИВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 30.7.1981)

Нами была изучена геохимия рубидия и стронция в широко распространенных гранитах Дзирульского выступа Закавказского среднего массива.

Этот выступ кристаллического субстрата всегда привлекал внимание геологов, что объясняется развитием в его составе разнообразных кристаллических пород от ультрамафитов до графитов, как эффузивных, так и интрузивных, обнаруживающих наложенные процессы метаморфизма, метасоматизма и сложную тектонику. Однако абсолютный возраст всех этих пород еще не определен [1—5].

В геологическом строении Дзирульского выступа граниты занимают 70% всей его территории (1200 км²).

Среди гранитов по минеральному составу и возрасту исследователи выделяют розовые граниты, граниты рквийского типа, гранитовые аплиты и гранитовые пегматиты.

Розовые граниты широко распространены в ущельях рр. Лопанисцкали и Чератхеви. Они встречаются и в других местах массива — в районе среднего течения р. Дзирула, вдоль Тбилиси-Кутанской шоссе-ской дороги. Среди этих пород встречаются как равномернозернистые, так и порфировидные разновидности. Породообразующие минералы гранитов: кварц, калиевый полевой шпат, плагиоклаз, биотит, мусковит, реже роговая обманка. Акцессорные минералы представлены апатитом, цирконом, магнетитом, в редких случаях сфеном, вторичные — хлоридом, серицитом, реже эпидотом и кальцитом, их количественно-минеральный состав: Кв—30/38%, Микр — 18—25%, Пл — 32 — 40%, слюды — 6—9%, акцессоры — 0,2—0,5%.

Граниты Рквийского типа обнажаются в ущелье р. Квирилы. Выход этих гранитов занимает площадь 90 км² и известен под названием Рквийского интрузива [4]. Подобные граниты обнажены также в ущельях рр. Чератхеви и Лопанисцкали. О генезисе гранитов рквийского типа среди исследователей нет единого мнения [4, 5]. Одни считают их магматическими образованиями, другие [2, 3] — метасоматическими, возникшими в результате микроклинизации кварцевых диоритов.

Рквийские граниты представляют собой равномернозернистые либо порфировидные крупнозернистые породы. Порфировидные выделения представелны калиевым полевым шпатом [1]. В западной периферии интрузива выделяются более крупнозернистые и неравномернозернистые породы, в которых, кроме крупных (5—10 мм) выделений калишпата, наблюдаются крупные зерна кварца. Их структура порфировидная или гипидиоморфнозернистая, текстура массивная. Со-

стоят из кварца, плагиоклаза, калиевого полевого шпата, биотита, мусковита и аксессуарных минералов — циркона, сфена, магнетита. Гранитовые аплиты и гранитовые пегматиты встречаются в виде жил и даек, являясь самыми молодыми членами древних гранитов.

Проанализированные нами образцы аплитов были собраны в течение трех полевых сезонов под руководством И. И. Хмаладзе.

Количественные определения Rb и Sr в гранитоидах были проведены в Ленинграде в Институте геологии и геохронологии докембрия АН СССР рентгено-спектральным методом на приборе VRA-1 (Карл Цейс, Иена) [6], а K и Na — в Геологическом институте им. А. И. Джанелидзе АН ГССР атомно-абсорбционным методом.

Таблица содержания Rb, Sr, Na, K в гранитоидах Дзиркульского выступа Закавказского срединного массива

| № | № образца | Rb г/г | Sr г/г | Pb/Sr | K% | Na% | K/Rb |
|----|-----------|--------|--------|-------|-----|-----|------|
| 1 | 90—77 | 116 | 82 | 1,4 | 3,8 | 2,4 | 328 |
| 2 | 69—77 | 128 | 116 | 1,1 | 3,5 | 2,8 | 273 |
| 3 | 82—77 | 173 | 188 | 0,9 | 5,2 | 1,0 | 301 |
| 4 | 88—77 | 166 | 53 | 3,1 | 3,7 | 2,0 | 120 |
| 5 | 6—79 | 192 | 101 | 1,9 | 5,2 | 1,7 | 86 |
| 6 | 7—79 | 177 | 144 | 1,2 | 3,4 | 2,4 | 136 |
| 7 | 27—79 | 185 | 116 | 1,6 | 5,7 | 2,1 | 116 |
| 8 | 28—79 | 150 | 140 | 1,1 | 4,9 | 2,3 | 153 |
| 9 | 41—79 | 150 | 76 | 1,9 | 2,7 | 2,1 | 137 |
| 10 | 42—79 | 131 | 204 | 0,6 | 3,5 | 2,5 | 194 |
| 11 | 43—79 | 142 | 225 | 0,6 | 3,1 | 2,5 | 179 |
| 12 | 45—79 | 130 | 257 | 0,5 | 3,1 | 1,3 | 100 |
| 13 | 48—79 | 148 | 266 | 0,6 | 3,5 | 2,6 | 176 |
| 14 | 60—79 | 123 | 49 | 2,5 | 3,8 | 2,8 | 228 |
| 15 | 61—79 | 151 | 64 | 2,4 | 4,2 | 2,5 | 165 |
| | ср. | 150,8 | 138,7 | 1,1 | | | |
| 16 | 30—79 | 213 | 20 | 10,7 | 4,4 | 2,8 | 131 |
| 17 | 57—79 | 311 | 22 | 14,1 | 3,8 | 4,0 | 129 |
| 18 | 70—79 | 195 | 47 | 4,2 | 4,8 | 2,4 | 123 |
| | ср. | 239,7 | 29,6 | 8,2 | | | |
| 19 | 23—77 | 132 | 196 | 0,7 | 3,5 | 2,6 | 197 |
| 20 | 24—77 | 153 | 147 | 1,1 | 3,3 | 2,6 | 170 |
| 21 | 53—77 | 194 | 62 | 3,1 | 2,5 | 2,1 | 110 |
| 22 | 54—77 | 123 | 284 | 0,4 | 3,2 | 2,5 | 203 |
| 23 | 55—77 | 128 | 260 | 0,5 | 3,4 | 2,6 | 203 |
| | ср. | 146,0 | 189,8 | 0,8 | | | |

Как видно из таблицы, в розовых гранитоидах (обр. 1—15) содержание рубидия и стронция варьирует в широких пределах. Это хорошо видно из значений отношения Rb/Sr. Результаты анализа показали, что в гранитах содержание рубидия в среднем составляет 150,8 г/г, а стронция — 138,7 г/г, средняя величина их соотношения равняется 1,08.

В рквийских гранитах (обр. 19—23) содержание рубидия подобно розовым гранитам, а содержание стронция несколько выше, что вызывает уменьшение их соотношения. Содержание рубидия в этих породах равняется 146 г/г, стронция — 189,8 г/г. Среднее значение их соотношения — 0,77.

Гранитные аплиты, в отличие от обоих типов гранитов, обогащены рубидием. Содержание рубидия в среднем составляет 239,6 г/г, стронция — 29,6 г/г, их соотношение — 8,09.

Надо полагать, что в гранитном остаточном расплаве, давшем аплиты, происходит увеличение концентрации рубидия, что согласуется с

общей закономерностью. Из-за того что жилы гранитных аплитов бедны кальцием, происходит их обеднение и стронцием.

Нанесение данных на диаграмму с координатами $Rb\gamma/r$, $Sr\gamma/r$, как и следовало ожидать, не показало корреляционную связь между этими элементами.

По своим физико-химическим свойствам К и Rb ближе стоят друг к другу. Поэтому на диаграмме выявляется тесная корреляционная связь между ними (рис. 1). Фигуративные точки располагаются на сравнительно ограниченной площади, на которой особняком стоят точки аплитов. Из диаграммы рис. 1 видно, что повышение содержания калия сопровождается повышением количества рубидия.

На рис. 2 представлена зависимость отношения К/Rb от концентрации рубидия. Можно заключить, что К/Rb уменьшается в связи с повышением концентрации рубидия в аплитах.

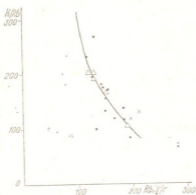


Рис. 1. Корреляция калия и рубидия в гранитах Дзирульского выступа Закавказского срединного массива

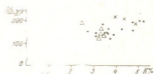


Рис. 2. Зависимость отношения К/Rb от содержания рубидия в гранитах Дзирульского выступа Закавказского срединного массива: ● — розовые граниты, △ — рквийские граниты, × — аплиты

Таким образом, в изученных гранитах содержание Rb и Sr варьирует в широких пределах. В розовых гранитах и гранитах Рквийского интрузива содержание рубидия одинаково. В аплитах содержание рубидия несколько повышается. Содержание стронция самое высокое в гранитах рквийского типа и самое низкое в аплитах. Поэтому значение отношения Rb/Sr самое высокое в аплитах и самое низкое в рквийских гранитах. Отношение К/Rb по группам пород никаких закономерностей не выявляет.

В Дзирульском выступе Закавказского срединного массива в содержании рубидия и стронция подтверждается известная закономерность относительно того, что гранитный остаточный расплав (аплиты) по отношению к гранитам обогащен рубидием и обеднен стронцием.

Академия наук Грузинской ССР
Геологический институт
им. А. И. Джанелидзе

Академия наук СССР
Институт геологии и
геохронологии докембрия

მ. ზარუჩავა, ი. კრილოვი

რუბიდუმიის და სტრონციუმის გეოქიმია ამიერკავკასიის უშალედი
 მასივის ძირულის შვერილის კალეოზოურ გრანიტებში და
 აპლიტებში

რეზიუმე

ძირულის შვერილის ფართოდ გავრცელებულ ვარდისფერ გრანიტებში, რკვიის ინტრუზიისა და გარნიტ-აპლიტებში ავტორის მიერ შესწავლილია K, Bb და Sr-ის შემცველობა. გრანიტ-აპლიტებში სხვა გრანიტებისაგან განსხვავებით, დადგენილია Rb-ის მაღალი შემცველობა, რაც ეთანხმება ცნობილ კანონზომიერებას გრანიტული ნარჩენი მდნარის რუბიდუმიით გამდიდრების შესახებ. ქანთა ტიპების მიხედვით K/Rb-ის თანაფარდობის მნიშვნელობებს შორის კანონზომიერება არ შეინიშნება. შესწავლილი ელემენტების შემცველობათა საფუძველზე დადგენილია ზოგიერთი კორელაციური კავშირი.

GEOCHEMISTRY

M. V. GARUCHAVA, I. N. KRYLOV

GEOCHEMISTRY OF Rb AND Sr IN PALEOZOIC GRANITES AND
 APLITES OF THE DZIRULA MASSIF OF THE TRANSCAUCASIAN
 MEDIAN MASS

Summary

The contents of K, Rb and Sr have been investigated in the widespread pink granites and granite-aplites of the Dzirula massif and in the Rkvia intrusion. Unlike other types of granites, in granite-aplites, a high content of Rb has been established, corresponding to the well-known natural phenomenon of the enrichment of the granitic residual melt by Rb. With respect to rock types, no regularity has been noted between the values of K/Rb ratios. A certain relation has been found between the contents of the investigated elements.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. М. Заридзе, Н. Ф. Татришвили. ДАН СССР, т. 85, № 2, 1952.
2. Г. М. Заридзе. Петрография магматических и метаморфических пород Грузии. М., 1961.
3. П. Ф. Киласония. Труды Геол. ин-та АН ГССР, сер. мин.-петр., 1, II, 1950.
4. П. А. Топурия. Бюлл. Геол. ин-та Грузии, т. III, вып. 4, 1938.
5. С. С. Чихелидзе. Труды Геол. ин-та АН ГССР, сер. геол., IV, 1948.
6. И. Н. Крылов. Сб. «Геохимия радиогенных и радиоактивных изотопов». Л., 1974.



Г. Г. ДАТУАШВИЛИ

РАСЧЕТ НЕРАЗРЕЗНЫХ ЗАМКНУТЫХ КРУГОВЫХ
 ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 9.3.1981)

Рассмотрим ортотропную замкнутую круговую цилиндрическую оболочку с промежуточными жесткими кольцевыми опорами (рис. 1). Конструкция оболочки и действующая нагрузка являются осесимметричными.

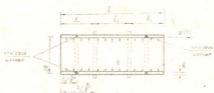


Рис. 1

Уравнение упругого равновесия такой оболочки имеет вид

$$\frac{d^4 W}{dt^4} + 4\beta^4 W = f, \quad \left(t = \frac{x}{l} \right), \quad (1)$$

где

$$\beta^4 = \frac{3(1 - \nu_{12}\nu_{21})l^4 E_2}{R^2 E_1 h^2}; \quad f = \frac{12(1 - \nu_{12}\nu_{21})l^4 q}{E_1 h^3};$$

W — прогиб; q — интенсивность внутреннего давления; h — толщина оболочки; R — ее радиус; l — длина, а E_1 , E_2 , ν_{12} и ν_{21} — значения модулей упругости и коэффициентов Пуассона в осевом и кольцевом направлениях, соответственно.

Очевидно, что возникающие вдоль опор $t = t_i (i = 1, 2, \dots)$ силы реакции A_i обуславливают скачкообразный характер изменения перерезывающей силы

$$N_1(t_i - 0) + A_i = N_1(t_i + 0).$$

Отсюда, с учетом выражения N_1 , определяем скачок третьей производной $\delta_i^{(3)}$ функции W :

$$-\frac{E_1 h^3 W^{(3)}(t_i - 0)}{12(1 - \nu_{12}\nu_{21})} + A_i = -\frac{E_1 h^3 W^{(3)}(t_i + 0)}{12(1 - \nu_{12}\nu_{21})},$$

$$\delta_i^{(3)} = W^{(3)}(t_i + 0) - W^{(3)}(t_i - 0) = -\frac{12(1 - \nu_{12}\nu_{21})A_i}{E_1 h^3}.$$



Как функция W , так и ее производные первого и второго порядков включительно будут непрерывными.

Если труба в пролете имеет дополнительно круговые шарниры, то в местах шарнирного соединения ($t = t_v$, $v = 1, 2, \dots$) первая производная от W будет иметь скачок $\delta_v^{(1)}$.

Решение (1) с помощью нормальных фундаментальных функций [1] запишется следующим образом:

$$W = \sum_{k=0}^3 W^{(k)}(0) Z_{(k+1)}(t) + \sum_{i=1, 2, \dots} \delta_i^{(3)} Z_4(t - t_i) + \sum_{v=1, 2, \dots} \delta_v^{(1)} Z_2(t - t_v) + U(t), \quad (2)$$

где

$$Z_1(t) = \operatorname{ch} \beta t \cos \beta t,$$

$$Z_2(t) = \frac{1}{2\beta} (\operatorname{ch} \beta t \sin \beta t + \operatorname{sh} \beta t \cos \beta t),$$

$$Z_3(t) = \frac{1}{2\beta^2} (\operatorname{sh} \beta t \sin \beta t),$$

$$Z_4(t) = \frac{1}{4\beta^3} (\operatorname{ch} \beta t \sin \beta t - \operatorname{sh} \beta t \cos \beta t),$$

а частное решение $U(t)$ будет иметь вид

$$U(t) = \frac{f}{4\beta^4} (1 - \operatorname{ch} \beta t \cos \beta t).$$

Для определения неизвестных параметров $W_{(0)}$, $W_{(0)}^1$, $W_{(0)}''$, $W_{(0)}'''$ мы располагаем четырьмя граничными условиями, вид которых зависит от характера закрепления краев оболочки:

а) при шарнирном закреплении: $W(0) = 0$, $W(1) = 0$, $W''(0) = 0$, $W''(1) = 0$; б) при жестком заделке: $W(0) = 0$, $W(1) = 0$, $W'(0) = 0$, $W'(1) = 0$; в) в случае свободных краев: $W''(0) = 0$, $W''(1) = 0$, $W'''(0) = 0$, $W'''(1) = 0$.

Скачки $\delta_v^{(1)}$ определяются из условий отсутствия изгибающих моментов в шарнирах, а скачки $\delta_i^{(3)}$ из условий равенства нулю прогиба вдоль опор.

Моменты и усилия вычисляются согласно следующим формулам:

$$M_1 = -\frac{E_1 h^3 W''}{12(1 - \nu_{12} \nu_{21})}, \quad N_1 = -\frac{E_1 h^3 W^{(3)}}{12(1 - \nu_{12} \nu_{21})},$$

$$T_2 = \frac{E_2 h}{R} W.$$

Для численного примера были взяты следующие данные: $\nu_{12} = 0,3$, $\nu_{21} = 0,2$, $E_2/E_1 = 1,5$, $I_1 = I_2 = I_3 = 1 \text{ М}$, $R = 1 \text{ М}$, $l = 3 \text{ М}$, $h = 0,05 \text{ М}$.

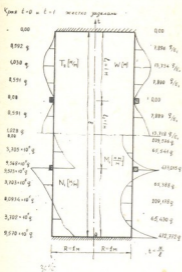


Рис. 2

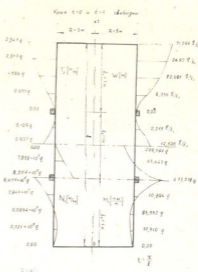


Рис. 3

Результаты расчета приведены на рис. 2—5, где размерность q и E в н/м^2 . При этом в двух последних примерах (см. рис. 4, 5). Рас-

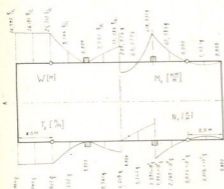


Рис. 4

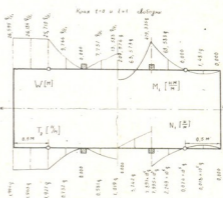


Рис. 5

смотрены неразрезные оболочки, имеющие и круговые поперечные шарниры.

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

(Поступило 13.3.1981)



ბ. მათემატიკა

შეგრუნი წრიული შიკრი ცილინდრული ბარსების ანბარში

რეზიუმე

განხილულია გრძელი ანიზოტროპული მილები, რომლებიც გაძლიერებულია რგოლებით ან დიაფრაგმებით.

დიფერენციალური განტოლების წყვეტილი ამონახსნი აღებულია შ. მიქელაძის მიხედვით [1].

განხილული კონკრეტული მაგალითისათვის აგებულია ჩალუნვის, მომენტებისა და ძალების ეპიურები.

STRUCTURAL MECHANICS

G. G. DATUASHVILI

ANALYSIS OF CONTINUOUS CLOSED CIRCULAR CYLINDRICAL SHELLS

Summary

Long anisotropic tubes stiffened by rigid rings or diaphragms are considered.

Following Sh. E. Mikeladze, the discontinuous solution of the appropriate resulting differential equation is obtained through the normal fundamental functions [1].

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

А. В. САКВАРЕЛИДZE

МЕХАНИЗМ РАЗРУШЕНИЯ ФИБРОБЕТОНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 22.5.1981)

Одним из наиболее важных свойств волокнистых композиционных материалов является их высокое сопротивление распространению трещин [1]. Поэтому применение волокон для армирования бетона привлекает все возрастающее внимание.

В настоящей работе исследуется механизм разрушения фибробетона.

С этой целью были проведены 4 серии экспериментов. Испытывался бетон состава по весу 1:3 (цемент портландский М-400, песок речной, крупность до 3 мм). Для армирования в смесь вводились стальные волокна диаметром 0,4 и длиной 40 мм. В первых 3 сериях было принято 6 уровней армирования: 0; 0,6; 0,8; 1,0; 1,5 и 2% (по объему).

В первых двух сериях экспериментов образцы — призмы 4×4×16 см (при $V/d=0,5$) испытывались на сжатие и изгиб. На каждый уровень армирования испытывалось по 9 образцов-близнецов.

В третьей серии бетон испытывался на растяжение. Плоские образцы-восьмерки толщиной 10 мм и общей длиной 200 мм имели в рабочей части ширину 20 мм. Образцы изготовлялись при $V/d=0,6$.

На каждый уровень армирования испытывалось по 25 образцов-близнецов.

Показатели прочности образцов в зависимости от уровня армирования даны в табл. 1.

Таблица 1

Прочность образцов в зависимости от уровня армирования

| % армирования | Прочность образцов (МПа) | | |
|---------------|--------------------------|-------|------------|
| | Сжатие | Изгиб | Растяжение |
| 0 | 31,0 | 14,6 | 2,1 |
| 0,6 | 31,0 | 16,6 | 2,4 |
| 0,8 | 33,0 | 20,6 | 2,6 |
| 1,0 | 34,0 | 24,1 | 3,0 |
| 1,5 | 36,0 | 27,0 | 3,5 |
| 2,0 | 36,3 | 27,5 | 3,8 |

Проведенные эксперименты (табл. 1) показали, что армирование бетона стальными волокнами увеличило его прочность. В нашем случае прочность при сжатии увеличилась до 15%, при изгибе — до 190% и при растяжении — до 170%.

Следует отметить, что, в отличие от обычного бетона, разрушение армированных образцов носит вязкий, продолжающийся во времени характер.

В четвертой серии экспериментов исследовались вопросы влияния структурных нарушений на уровень разрушающего напряжения обычного и армированного бетона [2].

Процент армирования равнялся 1 (по объему). Внутренние дефекты в теле бетона моделировались нанесением в образцах сквозных трещин с помощью специального приспособления. Трещины шириной 1,0 мм наносились в средней части образцов и имели различную длину — 4, 8, 16 и 20 мм. Трещины наносились под углом $\varphi=0, 30$ и 60° к направлению оси нагрузки.

Были проведены 2 серии. В каждой серии испытывалось по 78 образцов. При сжатии 6 образцов-близнецов испытывались без нанесенных трещин. Для каждого угла φ имелись 4 варианта длины трещины, т. е. 12 позиций. Для каждой позиции испытывалось по 6 образцов-близнецов.

В первой серии испытывались неармированные образцы прочностью $R_{пр}=21,0$ МПа. Во второй серии армированные образцы имели прочность $R_{пр}=25,2$ МПа.

Усредненные прочностные характеристики образцов обеих серий в зависимости от длины трещины l и угла наклона φ даны в табл. 2.

Таблица 2
Прочностные характеристики образцов в зависимости от φ и l

| Угол наклона φ° | Длина трещины l , см | Прочность образцов (МПа) | |
|------------------------------|------------------------|--------------------------|----------|
| | | I серия | II серия |
| 0 | 0,4 | 21,0 | 25,2 |
| | 0,8 | 20,5 | 25,2 |
| | 1,6 | 19,1 | 24,2 |
| | 2,0 | 17,2 | 22,4 |
| 30 | 0,4 | 20,6 | 25,2 |
| | 0,8 | 19,9 | 24,9 |
| | 1,6 | 17,1 | 22,7 |
| | 2,0 | 13,5 | 19,5 |
| 60 | 0,4 | 20,4 | 25,2 |
| | 0,8 | 18,5 | 24,6 |
| | 1,6 | 15,8 | 20,5 |
| | 2,0 | 11,6 | 16,6 |

Моделирование структурных нарушений в теле бетона показало, что уровень разрушающего напряжения образцов уменьшается пропорционально увеличению размера и угла наклона трещины к оси нагрузки (данные табл. 2). Интенсивность же падения прочности меньше у армированных волокнами образцов.

Анализ проведенных экспериментов показал, что упрочнением бетона путем армирования его волокнами происходит блокирование развития микротрещин. В этом случае требуются более высокие напряже-

ния для образования и роста микротрещины и наступления последующей неустойчивости (данные табл. 1). После того как напряжения достигают уровня, при котором образуется трещина, волокнистая арматура способствует сдерживанию роста образовавшейся трещины (данные IV серии экспериментов). Это сдерживание продолжается вплоть до нарушения сцепления волокна с бетоном.

Процесс нарушения сцепления с увеличением напряжения прогрессирует, и происходит медленное распространение трещин. Разрушение фибробетона наступает вследствие неустойчивого распространения трещины, когда волокна выдергиваются из цементно-песчаной матрицы. На это адекватно указывает также характерный вид разрушения армированных волокнами образцов, который носит вязкий, продолжающийся во времени характер.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт строительной механики
 и сейсмостойкости
 им. К. С. Заврнева

(Поступило 22.5.1981)

საშენიანო მექანიკა

ა. საყვარელიძე

ფიბრობეტონის რღვევის მექანიზმი

რეზიუმე

განხილულია ახალი ბოჭკოვანი კომპოზიციური საშენი მასალის — ფიბრობეტონის — გამოცდის შედეგები სხვადასხვა სახის დატვირთვის დროს, აგრეთვე განსხვავებული ზომისა და ორიენტაციის ბზარების გავლენა ნიმუშების სიმტკიცეზე კუმულის დროს.

ნაჩვენებია, რომ ფოლადის ბოჭკოები ბეტონში ახდენენ მიკრობზარების განვითარების ბლოკირებას, რის შედეგადაც მნიშვნელოვნად იზრდება იმ ძაბვათა სიდიდე, რომლის დროსაც ხდება მათი მაგისტრალურ ბზარებში გადაზრდა და საბოლოო რღვევა.

STRUCTURAL MECHANICS

A. V. SAKVARELIDZE

MECHANISM OF FIBROUS CONCRETE FAILURE

Summary

The results of testing fibrous concrete—a new composite building material—under different types of loading, as well as the influence of cracks of various sizes and orientation on the strength of samples under compression, are considered.

It is shown that the presence of fibres in concrete checks the development of microcracks; as a result the number of stresses under which microcracks turn into major cracks considerably increases, leading to an ultimate failure.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Композиционные материалы, т. 4. Под ред. К. Крейзера. М., 1978.
2. А. В. Сакварелидзе, Г. Ш. Татарашвили. Сб. «Механика и технология композиционных материалов». София, 1979.

МЕТАЛЛУРГИЯ

А. С. ВАШАКИДЗЕ, Г. С. БЕГЛАРИШВИЛИ, О. В. МАХАРАДЗЕ

КОНТАКТНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ПРОКАТКЕ
 В ШЕСТИУГОЛЬНОМ КАЛИБРЕ С НАТЯЖЕНИЕМ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 14.5.1981)

Распределение контактных нормальных и касательных напряжений по длине и ширине очага деформации изучалось для случаев прокатки круглых и шестиугольных заготовок в шестиугольном калибре с применением точечных месдоз, расположенных в середине (сечение 1) и на крае (сечение 2) дна калибра и на боковой стенке (сечение 3) [1].

Натяжение полосы осуществлялось с помощью специального натяжного устройства [2].

Некоторые параметры прокатки кованных свинцовых заготовок представлены в таблице. Опережение по периметру шестиугольного калибра устанавливалось с помощью метода кернов.

| Натяжение | Исходная заготовка, мм | Размеры полосы после прокатки, мм | | Высотная утяжка, мм | | γ/z | | i/h _{ср} с учетом утяжки, мм | | Опережение, % | | |
|--------------------------|------------------------|-----------------------------------|--------|---------------------|--------|------------|--------|---------------------------------------|--------|---------------|--------|--------|
| | | Высота | Ширина | Сеч. 1 | Сеч. 2 | Сеч. 1 | Сеч. 2 | Сеч. 1 | Сеч. 2 | Сеч. 1 | Сеч. 2 | Сеч. 3 |
| $\sigma_0=0$ | Ø37 | 17,4 | 44,4 | — | — | 0,13 | 0,15 | 1,6 | 1,3 | 10,6 | 10,8 | 5,0 |
| $\sigma_1=0,95 \sigma_B$ | | 17,4 | 43,0 | — | 1,3 | 0,17 | 0,21 | 1,6 | 1,1 | 12,1 | 13,8 | 8,2 |
| $\sigma_0=0,53 \sigma_B$ | | 17,3 | 38,2 | — | 4,1 | — | — | 1,6 | 0,9 | —2,0 | —2,6 | — |
| $\sigma_0=0$ | 35,0×40,0 | 17,1 | 43,7 | 2,9 | 1,4 | 0,10 | 0,14 | 1,5 | 1,2 | 6,0 | 7,1 | 3,5 |
| $\sigma_1=0,95 \sigma_B$ | | 17,1 | 42,7 | 5,0 | 4,1 | 0,14 | 0,19 | 1,5 | 1,0 | 10,0 | 10,0 | 7,5 |
| $\sigma_0=0,25 \sigma_B$ | | 17,0 | 40,8 | 5,8 | 5,2 | 0,04 | 0,07 | 1,5 | 0,8 | 2,4 | 6,2 | — |

Из проведенных опытов следует, что при свободной прокатке круглой заготовки в шестиугольном калибре эпюры контактных нормальных напряжений имеют седловиннообразный характер (рис. 1). В сечении 1 максимум контактного нормального напряжения находится вблизи плоскости входа металла в валки. В остальных двух рассматриваемых сечениях очага деформации вершины у входа и выхода почти одинаковы. Внеконтактная утяжка по высоте полосы при свободной прокатке по системе круг-шестиугольник не обнаружена.

При прокатке как с передним, так и с задним натяжением в середине дна шестиугольного калибра среднее контактное давление уменьшается. Заднее натяжение (σ_0) более существенно влияет на снижение контактного давления, нежели переднее (σ_1).

Рассматривая эпюры контактных касательных напряжений, следует отметить, что переднее натяжение снижает $\tau_{ср}$, а заднее натяжение увеличивает. Кроме того, при прокатке с передним натяжением нейтральное сечение смещается в сторону входа металла в валки, а при прокатке с задним натяжением резерв сил трения не исчерпывается при достижении критическим углом γ нулевого значения и опережение имеет отрицательное значение ($S = -2\%$).

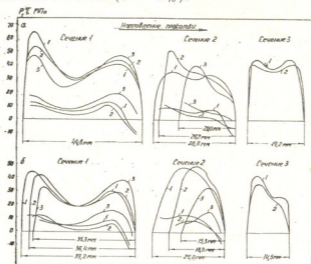


Рис. 1. Эпюры контактных нормальных и касательных напряжений при прокатке круглой (а) и шестиугольной (б) заготовок в шестиугольном калибре без натяжения (кривая 1), с передним натяжением (кривая 2) и задним натяжением (кривая 3)

В сечении 2 при прокатке как с передним, так и с задним натяжением круглая заготовка получает высотную утяжку, что приводит к уменьшению факторов формы очага деформации ($l/h_{ср} = 0,9$). Следовательно, изменение характера распределения контактного нормального напряжения и появление максимума вблизи плоскости входа металла в валки вполне объяснимо ($l/h_{ср} < 1$).

В сечении 3 имеем только две эпюры распределения контактного нормального напряжения, которые относятся к свободной прокатке и прокатке с передним натяжением. Из анализа эпюр распределения контактного нормального напряжения следует, что переднее натяжение несколько снижает величину среднего контактного давления.

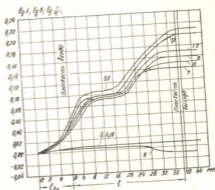
Прокатка с задним натяжением настолько увеличивает поперечную утяжку круглой заготовки, что измерительный штифт месдозы, расположенной в сечении 3, не соприкасается с металлом.

По ширине дна калибра величины опережения примерно одинаковы. На боковой поверхности опережение вдвое меньше, чем на дне калибра. Переднее натяжение увеличивает опережение металла на дне калибра примерно на 20%, а на боковой поверхности — на 40%.

При прокатке с задним натяжением на дне шестиугольного калибра обнаружено полное отставание металла.

На рис. 1 приведены эпюры распределения контактных нормальных и касательных напряжений при прокатке шестигранной полосы в шестиугольном калибре. Во всех рассмотренных случаях прокатки обнаружена высотная утяжка шестигранной полосы до входа металла в валки. Высотное относительное обжатие ($\lg 1/h$) в момент входа металла в валки при прокатке с натяжением увеличивается (рис. 2). Внешние продольные силы увеличивают поперечную утяжку профиля. Из анализа распределения коэффициентов деформации следует, что при

Рис. 2. Кривые нарастающих коэффициентов вытяжки (1, 2, 7 и 8), уширения (3, 4, 9 и 10) и обжатия (5, 6, 11 и 12) для элементарных полосок, расположенных на контактной поверхности шестигульной заготовки при свободной прокатке (1—6) и прокатке с передним натяжением (7—12)



прокатке с натяжением в середине дна шестигульного калибра заготовка имеет отрицательное уширение (рис. 2, кривая 9). Неоднородное воздействие сил натяжения на распределение деформации вызывает, как следствие, неодинаковое влияние их на распределение контактных напряжений. Заднее натяжение снижает контактное нормальное напряжение в зоне отставания, уменьшает критический угол (γ) и опережение, а контактные касательные напряжения увеличиваются. Переднее натяжение незначительно снижает среднее контактное давление и в большей степени τ_{cp} . Опережение увеличивается в сечении 1 на 40%, в сечении 2 на 30% и в сечении 3 на 55%. Нейтральное сечение проходит вблизи выхода металла из валков.

Проведенные исследования показывают, что на контактные напряжения, кроме натяжения, влияют также высотная и поперечная утяжки заготовки, форма поперечного сечения и фактор формы очага деформации.

Академия наук Грузинской ССР
Институт металлургии
им. 50-летия СССР

(Поступило 15.5.1981)

გეგმვა

ა. ვაშაკიძე, ბ. ბაგლაჩივილი, ო. მახარაძე
საკონტაქტო ძაბვები ექვსკუთხე კალიბრში
დავიგულობით გლინვისას

რეზიუმე

შესწავლილია საკონტაქტო ნორმალური და მხები ძაბვების განაწილების ხასიათი ექვსკუთხე კალიბრში წრის და ექვსკუთხედის წინა და უკანა დაჭიმვით გლინვისას. დადგენილია, რომ დაჭიმულობის გარდა საკონტაქტო ძაბვებზე

მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს დეფორმაციის არასაკონტაქტო კერაში ზოლის მაღლივი შეჭიმვა, ვაფართობა (შევიწროება) და ვასაგლინი ნამზადის ფორმა.

METALLURGY

A. S. VASHAKIDZE, G. S. BEGLARISHVILI, O. V. MAKHARADZE

CONTACT STRESSES DURING ROLLING IN HEXAGONAL CALIBERS WITH PULLING

Summary

The character of distribution of normal and shear contact stresses during rolling of oval and hexagonal pieces in hexagonal calibers with back and front tension was investigated. Apart from pulling, the contact stresses were found to be affected also by the height shear drag of the piece in the out-of-contact area of the deformation, as well as by the lateral spread and the configuration of the initial piece.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. S. Vashakidze, V. I. Zhgenti. Сообщения АН ГССР, 60, № 1, 1970.
2. A. V. Gobronidze, A. S. Vashakidze, G. S. Beglarishvili. Материалы докладов III Республиканской научно-технической конференции молодых ученых. Тбилиси, 1977.



И. Б. ШЕНГЕЛАЯ, В. Н. КОСТЯКОВ, А. В. ИВАНЧЕНКО,
А. Г. ГАБИСИАНИ, Т. К. НОДИЯ, Б. Р. ЦЕРЕТЕЛИ

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ В ЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ, ВЫПЛАВЛЕННОЙ В ПЛАЗМЕННОЙ ПЕЧИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Гвелесиани 4.6.1981)

Развитие новых и совершенствование существующих отраслей промышленности предъявляют повышенные требования к качеству металла и металлоизделий, что, в свою очередь, вызывает необходимость разработки и внедрения новых способов выплавки и внепечной обработки стали и сплавов.

Одним из прогрессивных направлений является плазменно-дуговой переплав литейных сплавов. Однако в литературе нет однозначного мнения о влиянии данной обработки на морфологию, качественную и количественную характеристики неметаллических частиц в легированной стали.

Для исследования выбрана хромоникелевая сталь марки ЭИ-417 (С—0,2%; Si—1,0%; Mn—2,0%; S—0,02%; P—0,035%; Cr—22÷25%; Ni—17÷20%).

Проведен сравнительный анализ влияния способа выплавки и температуры заливки металла на его загрязненность неметаллическими включениями. Характеристика опытных плавов представлена в таблице.

От полученных отливок отбирались образцы для комплексного изучения неметаллических частиц с привлечением микрохимического, металлографического, петрографического, спектрального и микрорентгеноспектрального методов анализа.

Экстракция неметаллических включений осуществлялась в электролите, представляющем собой водный раствор аммония сернистого и винной кислоты по 0,85%, при плотности тока $\rho=0,03-0,04$ а/см² в течение 3 часов. Разрушение карбидов осуществлялось перманганатно-сернистым методом и 10%-ным раствором соляной кислоты.

При сравнении загрязненности стали ЭИ-417 различными способами выплавки установлено, что наиболее чистым по кислородсодержащим включениям является металл, выплавленный в открытой дуговой печи (0,023%). Максимальной загрязненностью отличается сталь плазменного переплава (0,085%). При этом преобладающим компонентом этих частиц является кремнезем.

В промышленной серии плавов плазменного переплава отмечается некоторая зависимость загрязненности стали оксидами от температуры металла перед заливкой. Так, повышение температуры от 1585 до 1610°C обуславливает снижение загрязненности на 33%. При этом основными компонентами составляющими оксидов являются двуокись кремния SiO₂ и окись алюминия Al₂O₃.

Сравнение лабораторных плавов показало, что, очевидно, небольшой вес плавки (2 кг) обуславливает отсутствие влияния температуры



заливки металла на его загрязненность неметаллическими включениями, но при этом обнаруживается значительное (в среднем на 80%) повышение содержания оксидов в опытном металле по сравнению с металлом промышленной серии плавок.

Установлено, что металл плазменного переплава характеризуется повышенным содержанием нитридных частиц. При этом загрязненность металла серийных плавок нитридами не зависит от температуры заливки. Основной составляющей фазой нитридов является нитрид хрома Cr_2N .

Качественный анализ неметаллических включений в анодновыделенных осадках и на металлографических шлифах выявил наличие частиц следующего вида.

Металл, выплавленный в индукционной или дуговой печи, характеризуется наличием железомарганцевых силикатных глобул $m(FeO, MnO) \cdot nSiO_2$ различного состава и с различными оптическими свойствами; корунда $\alpha-Al_2O_3$ в виде дисперсных обособленных частиц и их конгломератов; глиноземистой шпинели $AlO \cdot Al_2O_3$ в виде плоских прозрачных частиц в форме квадратов и шестиграников; а также овальной формы сульфидов $FeS \cdot MnS$ и окисульфидов, оксидной составляющей которых является окись алюминия Al_2O_3 .

Характеристика опытных плавок

| № плавки | Способ выплавки металла | Характеристика плавки | Емкость печи, кг | Температура металла перед заливкой, °С |
|----------|-------------------------|-----------------------|------------------|--|
| 1 | Индукционный | Промышленная | 160 | 1570 |
| 2 | Плазменный | " | 13 | 1570 |
| 3 | Дуговой | " | 5000 | 1570 |
| 44 | Плазменный | " | 13 | 1585 |
| 45 | " | " | 13 | 1590 |
| 46 | " | " | 13 | 1590 |
| 47 | " | " | 13 | 1610 |
| 48 | " | " | 13 | 1590 |
| 49 | " | " | 13 | 1590 |
| 50 | " | " | 13 | 1585 |
| 51 | " | " | 13 | 1590 |
| 53 | " | Лабораторная | 2 | 1680 |
| 54 | " | " | 2 | 1570 |
| 55 | " | " | 2 | 1590 |
| 56 | " | " | 2 | 1680 |
| 57 | " | " | 2 | 1570 |
| 58 | " | " | 2 | 1620 |
| 59 | " | " | 2 | 1680 |
| 60 | " | " | 2 | 1630 |

Плазменный переплав обуславливает образование в металле значительного количества нитридов хрома в виде остроугольных частиц и их конгломератов, непрозрачных в проходящем свете, а также отдельных октаэдров хромшпинелидов $(Fe, Mn)O \cdot (Cr, Al)_2O_3$. Следует отметить, что указанная обработка стали способствует снижению загрязненности металла обособленными остроугольными зернами корунда, очевидно, за счет образования хромшпинелидов.

Проведенные исследования позволили установить, что металл промышленных плавок характеризуется в основном наличием значительного количества нитридов хрома и с повышением температуры разли-

ки, т. е. с сокращением времени пребывания металла в двухфазном состоянии, размеры нитридов несколько уменьшаются и распределение их в матрице металла принимает более равномерный характер.

В анодном осадке опытного металла в заметном количестве обнаруживаются хромомарганцевые силикатные глобулы и хромшпинелиды. Сульфиды и окисульфиды в основном имеют глобулярный или овальный вид.

Изучение неметаллических включений в образцах лабораторных плавок показало наличие в них в основном колоний нитридов хрома и хромшпинелидов в виде обособленных дисперсных частиц остроугольной формы.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно заключить, что плазменный переплав хромоникелевой стали марки ЭИ-417 не только не обеспечивает снижение в ней оксидных и нитридных включений, а наоборот, резко увеличивает загрязненность металла подобными частицами, что обусловлено резким возрастанием активности кислорода и азота при температурах плазменной дуги.

С целью снижения загрязненности неметаллическими включениями и повышения качества литейных хромоникелевых сталей и сплавов следует рекомендовать вакуумно-плазменный переплав металла, который позволит заметно снизить содержание кислорода и азота в плазменной дуге.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт металлургии
 им. 50-летия СССР

(Поступило 5.6.1981)

მიტალურგია

ნ. შანგალაია, ვ. კოსტიაკოვი, ა. ივანჩენკო, ა. ბაბინიანი,
 თ. ნოღია, ზ. ჯიბოთელი

არალითონური ჩანართები პლაზმურ ლუმელში გამოდნობილ
 ლეგირებულ ფოლადში

რეზიუმე

ჩატარებულია ინდუქციურ, რკალურ და პლაზმურ ლუმელში გამოდნობილი ქრომნიკელიანი ფოლადებს არალითონური ჩანართებით გაქუქციანების შედარებითი ანალიზი.

შესწავლილია ოქსიდების და ნიტრიდების მორფოლოგია, ბუნება და რაოდენობითი შედგენილობა. დადგენილია, რომ პლაზმურ ლუმელში ЭИ-417 მარკის ფოლადის დნობა განაპირობებს არალითონური ჩანართებით ფოლადის გაქუქციანების ზრდას.

უკეთესი შედეგების მიღების მიზნით უმჯობესია ფოლადის დნობისათვის გამოყენებულ იქნეს პლაზმურ-ვაკუუმური ლუმელი.

I. B. SHENGELAIA, V. N. KOSTYAKOV, A. V. IVANCHENKO, A. G. GABISIANI,
T. K. NODIA, B. R. TSERETELI

NONMETALLIC INCLUSIONS IN ALLOYED STEEL SMELTED IN PLASMA FURNACE

Summary

A comparative investigation of nonmetallic inclusions in chrome-nickel steel, smelted by different methods, including induction, arc and plasma melting, has been carried out.

The morphology, nature and quantitative composition of the oxides and nitrides have been studied. It is established that plasma remelting of the chrome-nickel steel ЭИ-417 leads to an increase of nonmetallic inclusions. It is advisable to combine plasma smelting of the metal and vacuum treatment.

Г. В. БОКУЧАВА, Э. Р. КУТЕЛИЯ, Р. С. ТУРМАНИДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ИЗНОСА МОНОКРИСТАЛЛА АЛМАЗА ПРИ ШЛИФОВАНИИ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

(Представлено академиком Т. Н. Лоладзе 28.2.1981)

Изучение поверхностей износа при алмазном шлифовании как однокарбидных, так и двухкарбидных твердых сплавов различных марок показывает, что со стороны входа в контакт на задней поверхности кристалла алмаза появляются следы интенсивного абразивного пропахивания. В качестве примера на рис. 1, а, б представлены микрофотографии изношенной поверхности природного единичного монокристалла алмаза после шлифования сплавов ВК8 и Т15К6, которые являются типичными представителями однокарбидных и двухкарбидных твердых сплавов. Микрофотографии получены на металлографическом микроскопе ММР-2Р.

При большом увеличении четко видно, что следы абразивного пропахивания, вызванные твердыми включениями (предполагается в данном случае, карбидами титана и вольфрама) обрабатываемого материала, имеют форму канавок, глубина которых, начиная с входа в контакт, постепенно уменьшается (рис. 2). Указанное предположение подтверждается тем, что ширина канавок соизмерима с величиной карбидов, входящих в твердые сплавы и составляет 3-4 мкм. Примечательным фактом является то, что во впадинах канавок прослеживаются следы пластического течения поверхностных слоев кристалла алмаза.

В работах советских и зарубежных исследователей [1-3] также высказываются предположения о возможности протекания подобных явлений, но прямых доказательств пластической деформации поверхностных слоев алмаза не приводятся.

Как известно, метод дифракции электронов, ввиду их малой проникающей способности в вещество, является эффективным методом изучения структуры и свойств тончайших поверхностных слоев [4, 5]. Поэтому с целью изучения высказанных предположений был проведен подробный анализ изношенной поверхности алмазного монокристалла после шлифования твердого сплава ВК8, микрофотография которого показана на рис. 1, а.

Электроннографическое исследование было проведено с помощью электронного микроскопа УЭМВ-100К с гониометрической приставкой ДО-2 при ускоряющих напряжениях 75 и 100 кв.

Топография поверхности изучалась без нанесения токоотводящих покрытий на сканирующем электронном микроскопе «Nanolab-7» фирмы «Ortop».

Электроннограммы получены методом отражения от исследуемой площадки алмазного монокристалла. Падение электронного пучка производилось вдоль обозначенных линий в зонах А, Б и В (рис. 1). Зо-

на А — это та часть площадки износа, со стороны которой происходит вход кристалла алмаза в контакт и следы абразивного пропахивания наблюдаются с большой интенсивностью. Зона В является средней частью площадки, где следы абразивного пропахивания уже не замечаются и поверхность износа сравнительно гладкая, а зона В — та часть площадки со стороны которой происходит выход кристалла алмаза из контакта.

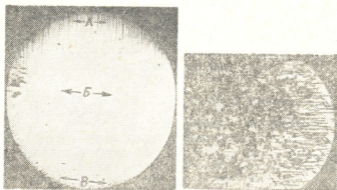


Рис. 1. Микрофотографии площадки износа алмазного зерна после шлифования образцов из твердых сплавов: а — ВК8×100; б — Т15К6×300

Заранее следует отметить, что ввиду относительно большой протяженности площадки износа распределение температуры и эпюры нормальных и касательных напряжений вдоль контакта неравномерно. Максимальные значения температуры контакта, а также величины нормальных и касательных напряжений максимальны у входа алмазного зерна в контакт и затем постепенно снижаются. Это обстоятельство должно внести соответствующие изменения в характер износа монокристалла алмаза вдоль дуги контакта, что и подтверждается дифракционными картинками, показанными на рис. 3.



Рис. 2. Микрофотография площадки износа алмазного зерна после шлифования образца из твердого сплава ВК8×800

На рис. 3.а приведена дифракционная картина, полученная при падении первичного электронного пучка вдоль указанного направления в зоне А. Из рисунка видно, что в данном случае выведенной оказалась ось зоны $\langle 125 \rangle$ алмазной решетки. При этом все рефлексы, наряду с растяжением вдоль нормали к геометрической тени, имеют сильное диффузное расширение, увеличивающееся по мере повышения порядка отражения. Это свидетельствует о наличии в указанной области кристалла алмаза сильных упругих напряжений, приводящих к диффузному расширению дифракционных максимумов, тогда как рас-

тяжение рефлексов вдоль нормали к тени возникает вследствие эффекта преломления электронов [4].

При смещении точки падения электронного пучка в зону Б получаются дифракционные картины с Кикучи-линиями (рис. 3,б), что свидетельствует об относительном совершенстве и отсутствии напряжений в данной зоне.

При переходе в зону В на дифракционных картинах исчезают Кикучи-линии и электронограммы получают точечные, типичные для монокристаллов с мозаично-блочным строением (рис. 3,в). Очевидно, что такое строение сформировалось вследствие релаксации напряжений в зоне выхода из контакта посредством образования микротрещин и сдвига отдельных микроблоков относительно друг друга, приводящих к мозаичному строению. Такое заключение, вытекающее из анализа дифракционной картины, было подтверждено микрофотографией исследуемого монокристалла, полученной на сканирующем электронном микроскопе (рис. 3,г).

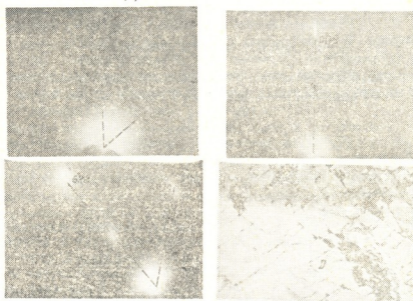


Рис. 3. Электронные микрофотографии площадки износа монокристалла алмаза. Электронограммы: а — от края входа в контакт, ось зоны $\langle 125 \rangle$; б — от средней части площадки, плоскость площадки (001); в — от зоны выхода из контакта, ось зоны $\langle 110 \rangle$; г — монокристалла со стороны зоны выхода, полученная в отраженных и вторичных электронах; $E_0 = 15$ кв, площадь сканирования 150×100 мкм; $\times 3000$; С — площадка износа; D — поверхность конуса

Исследования структуры и свойств изношенной поверхности монокристалла алмаза после шлифования твердых сплавов свидетельствует о том, что в зависимости от температуры и напряжений, возникающих в контакте, разрушение в различных зонах контакта существенно различается. В зоне А ввиду нагрева и размягчения алмаза происходит абразивное пропахивание — резание относительно твердыми карбидами титана и вольфрама и на поверхности канавок отчетливо прослеживаются последовательные пластические сдвиги.

В зоне Б, где следы абразивного пропахивания практически отсутствуют, упруго-напряженное состояние поверхностного слоя кри-

стала алмаза, по сравнению с зоной А, значительно ослаблено. Наличие гладкой отполированной поверхности свидетельствует о возможности протекания диффузионного переноса углерода алмаза в твердый сплав. И наконец, зона В, где в основном наблюдается мозаично-блочное строение, характерна для адгезионно-усталостного разрушения.

Шлифование единичным зерном не в полной мере воспроизводит условия, характерные для шлифования алмазным кругом, поэтому необходимо уточнение характера износа и разрушения алмазных зерен произвести непосредственно при обработке твердых сплавов шлифовальным кругом.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 6.3.1981)

მანქანათმშენობლობა

ბ. ბოკუჩავა, ე. კუთელია, რ. თურმანიძე

ალმასის მონოკრისტალის ცვეთის ზედაპირის კვლევა
ლითონაქარამიკული სალი შემადგენი ნივთების ხევის დროს

რეზიუმე

ჩქარი ელექტრონების დიფრაქციის მეთოდით შესწავლილია ალმასის მონოკრისტალის ცვეთის ზედაპირი. სხვადასხვა უბანზე მიღებული დიფრაქციული სურათების საშუალებით ახსნილია ამ უბნებზე ცვეთის სხვადასხვა სახის მიმდინარეობა.

MACHINE BUILDING SCIENCE

G. V. BOKUCHAVA, E. R. KUTELIA, R. S. TURMANIDZE

INVESTIGATION OF THE WEAR SURFACE OF DIAMOND SINGLE CRYSTAL DURING GRINDING CEMENTED CARBIDES

Summary

The results of an investigation of the wear surface of diamond single crystal are presented, using the method of diffraction of fast electrons.

Types of diamond failure are explained on the basis of diffractonal pictures obtained for different zones of the wear surface.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. П. Бодуен, Л. Тейбор. Трение и смазка твердых тел. М., 1968, 543.
2. Т. Н. Лоладзе, Г. В. Бокучава. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 3, 1965, 87—92.
3. Основы алмазного шлифования. Киев, 1978, 35—38.
4. З. Г. Пиикер. Дифракция электрона. М.—Л., 1949, 223.
5. П. Хирш, А. Хови, Р. Никольсон, Д. Пэшли, М. Уэлан. Электронная микроскопия тонких кристаллов. М., 1968, 145.

Л. А. КОБАХИДZE

ОБ АПОМИКТИЧНОМ РАЗВИТИИ ЭНДОСПЕРМА У БАЗИЛИКА ОГОРОДНОГО

(Представлено академиком В. Л. Менабде 26.1.1981)

Явления апомиксиса в семействе губоцветных до последнего времени почти не отмечались [1]. Не имеется сведений и о склонности к апомиксису представителей рода *Ocimum* L. С этой точки зрения нами исследовался хозяйственно ценный вид *Ocimum basilicum* L.

Работа проводилась в направлении скрещивания *O. basilicum* × *O. gratissimum*. Контролем служило скрещивание *O. basilicum* × *O. basilicum*. Материал фиксировался через 4—8 часов после опыления, а также через 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 13 суток. Проводились чужеродные опыления *O. basilicum* пыльцой *Cucurbita pepo* L. и *Malva sp.* L.

Эмбриологический материал был получен от опыления *O. basilicum* пыльцой *Cucurbita pepo* спустя 10 суток после опыления. (В более поздние сроки фиксация не производилась из-за гибели неоплодотворенных завязей). Проводилась также обработка завязей кастрированных цветков активно действующим веществом — диметилсульфоксидом (ДМСО) в концентрации 1 и 6%. Фиксация эмбриологического материала производилась через 6 и 9 суток после обработки. Контролем служили кастрированные и неопыленные цветки, фиксируемые через 10 суток после кастрации.

В эмбриологическом материале, зафиксированном через 3 суток после опыления *O. basilicum* пыльцой *Cucurbita pepo*, обнаружены зародышевые мешки как с дегенерировавшими, так и с сохранившимися элементами, однако полярные ядра всегда сохранялись. В одном из неслившихся полярных ядер нами часто наблюдались скрученные в рыхлые большие и малые клубочки хроматиновые нити (рис. 5—8). Иногда на конце такой нити отмечался поначалу связанный с материнским, как бы дочерний клубок (рис. 6, 7). Затем (рис. 5, 9, 10) он отделялся от основного, создавая самостоятельный маленький клубочек. Далее как материнский, так и дочерние клубочки как бы окаймлялись оболочками, выглядели более компактными и напоминали «ядра» с грубой структурой (рис. 5, 9, 10). Количество таких маленьких «ядер» достигало 4—5. Форма означенных клубковидных телец была округлой или удлинённой. Если такое удлинённое тельце формировалось на месте соприкосновения полярных ядер, то создавалось подобие спермия (рис. 10). Поэтому, во избежание ошибочных мнений и сомнения в чистоте кастрации, мы считаем обязательным сопоставление полученных данных с темпорально зафиксированным контрольным материалом. Так, ранее [2] было установлено, что двойное оплодотворение у базилика огородного происходит через 3—4 часа (рис. 1, 2),

а первое деление эндосперма (рис. 3) — через 7 часов после опыления. Спустя 3 суток после опыления у базилика огородного уже должно наблюдаться наличие хорошо развитого эндосперма, эндоспермальных гаусториев и зародыша (рис. 4). Поэтому столь долгое протекание оплодотворения у базилика в данном случае представляется невероятным. С другой стороны, оплодотворение невозможно упустить благодаря густой окрашиваемости и долгому сохранению содержимого пыльцевой трубки в зародышевом мешке (рис. 11). Итак, остается с уверенностью принять, что описанные тельца не могут быть спермиями.

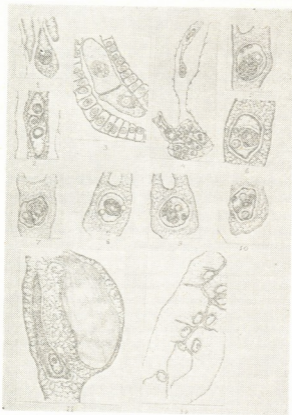


Рис. 1

Скрученная в клубок нить хорошо выявлялась как основным фуксином, так и гемалауном. Однако все-таки трудно судить о ее природе. Пока еще неясно также дальнейшее поведение описанных структур. Возможно, что полярные ядра дают стимул к развитию апомиктического эндосперма, поскольку последний наблюдался нами в материале, зафиксированном в более поздние сроки (рис. 12).

В эмбриологическом материале, зафиксированном через 5 суток после опыления, были выявлены единичные клетки эндосперма с извилистыми контурами. Микропиллярная часть зародышевого мешка, где обычно к этому времени уже сформирован микропиллярный гаусторий, деформировалась. Яйцеклетка не обнаруживалась, большая часть зародышевых мешков дегенерировала.

В эмбриологическом материале, зафиксированном спустя 6 суток после опыления, отмечалась почти полная дегенерация зародышевых мешков. Изредка в некоторых из них выявлялось несколько мелких

бледноокрашенных клеток эндосперма с двумя или тремя мелкими ядрышками (рис. 12). Ядро яйцеклетки выглядело крупнее ядра эндосперма, и, подобно зиготе базилика огородного, содержало одно большое ядрышко. По постепенному расположению плазмы, яйцеклетка также походила на зиготу. Однако она не перемещалась в халазальную часть зародышевого мешка — клеточный эндосперм. В обычных условиях у базилика огородного на 6-й день после опыления уже отмечается хорошо развитый эндосперм, эндоспермальные гаустории и шаровидный зародыш.

В эмбриологическом материале от опыления *O. basilicum* L. пылью *Malva* sp. L., который был зафиксирован спустя 10 суток после опыления, среди многочисленных уже деформированных и дегенерировавших зародышевых мешков изредка попадались зародышевые мешки с отдельными разновеликими клетками эндосперма. В редких случаях они содержали капли эфирных масел. Яйцеклетку и гаустории обнаружить не удалось.

Результаты обработки завязей 1% раствором ДМСО показали, что как через 6, так и через 9 суток после обработки происходила дегенерация зародышевых мешков (во втором случае в большей мере). Очень редко обнаруживались обесцвеченные маленькие ядра эндосперма, отмечалось отсутствие остальных клеток женского гаметофита и гаусториев. Лишь в одной завязи удалось выявить большие эндоспермальные клетки, не содержащие крахмальные зерна. Наибольшее количество таких клеток составляло восемь.

При исследовании кастрированного, но неопыленного материала среди разрушенных отмечались зародышевые мешки с хорошо развитыми клетками эндосперма, заполненные крахмальными зёрнами и включающие большие ядра с многочисленными крупными ядрышками. И в этом случае, нигде не отмечались гаустории и зародыши.

Наиболее упорядоченно протекали первые фазы развития эндосперма в межвидовых скрещиваниях (*O. basilicum* × *O. gratissimum*). Оплодотворение иногда совершалось, но дальнейшее развитие яйцеклетки и эндосперма затягивалось и не завершалось. Получить семена нам не удалось.

Результаты наших опытов во всех вариантах почти сходны: отсутствие двойного оплодотворения, ранняя гибель яйцеклетки, апомиктичного эндосперма, весьма замедленные темпы деления ядер, отсутствие эндоспермальных гаусториев, изменение формы зародышевых мешков, отсутствие интегументального тапетума и завязываемости семян.

Все эти взаимосвязанные нарушения, очевидно, в основном вызваны выпадением спермия из двойного и тройного слияния, благодаря чему нарушается дифференциация эндосперма, снижаются темпы его деления, тормозится переход яйцеклетки в центральную часть зародышевого мешка, обычно заполненную клетками эндосперма, в нашем же случае представленную лишь единичными ее клетками. Округлая форма зародышевого мешка вместо весьма удлиненной вызвана недоразвитостью эндосперма и его гаусториев.

Все перечисленные нарушения в конечном счете приводят к гибели как эндосперма, так и яйцеклетки.

ლ. კობახიძე

 რეპანის ენდოსპერმის აპომიქტური ბანვიტარების შესწავლისათვის
რეზიუმე

რეპანში აპომიქსისის გამოვლენის მიზნით ვახდენდით ყვავილების კასტრირებას, დამტვერვას საკუთარი და უცხო მტვერით, ნასკვების დამუშავებას აპომიქსისის მასტიმულირებელი სითხით — დიმეთილსულფოქსილით.

კვლევის შედეგად გამოვლენილია, რომ ორმაგი განაყოფიერება არ მომხდარა, კვერცხუჯრედი ნაადრევად იღუპება. ენდოსპერმი ვითარდება აპომიქტურად, დაყოფის მეტად შენელებული ტემპითა და ენდოსპერმული ჰაუსტორიუმების ფორმირების გარეშე. აპომიქტური ენდოსპერმი, კვერცხუჯრედის მსგავსად, საბოლოო განვითარებას ვერ აღწევს. ჩანასახის პარკის ფორმა ძლიერ წაგრძელებულის ნაცვლად ოვალურია და პატარა ზომისა. ინტეგუმენტური ტაპეტუმი არ ვითარდება. ზემოჩამოთვლილი მიზეზების გამო თესლი არ წარმოიქმნება.

აღსანიშნავია, რომ ხანდახმულ პოლარულ ბირთვებში მათ აპომიქტურ დაყოფას წინ უსწრებს ქრომატინული ძაფისაგან წარმოქმნილი გორგლის გაჩენა. იგი დასაბამს აძლევს უფრო წვრილ გორგლებს, რომლებიც გარსით შემოფარგვის შემდეგ ბირთვებს მოგვაგონებს.

BOTANY

L. A. KOBAKHIDZE

 CONCERNING THE APOMICTIC DEVELOPMENT OF THE
ENDOSPERM OF *OCIMUM BASILICUM* L.

Summary

Temporally fixed ovaries of castrated and nonpollinated flowers of *O. basilicum* L. as well as of self-pollinated, or pollinated with the pollen of other species but of the same genus (*O. gratissimum*), or with foreign pollen (*Cucurbita pepo*, *Malva* sp.) were investigated embryologically.

Ovaries treated with active substances (dimethylsulfoxide) were also fixed. Absence of double fertilization, development of an apomictical endosperm without endospermal haustoria, and considerably slow rates of nuclei division, as well as early destruction of the egg cell and endosperm were noted in the embryo sacs of viable ovaries.

Attention is drawn to the appearance of a chromatin outgrowth in aged polar nuclei, prior to their apomictic division; it assumes the shape of a chromatin filament twisted into a loose ball; at its end a daughter ball is formed, which is initially connected with the maternal ball; becoming fringed with membranes, such balls create a semblance of nuclei with coarse structure.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. С. Хохлов, М. И. Зайцева. Апомиксис и цитозембриология растений, вып. 3. Саратов, 1975.
2. Г. В. Канделаки, Л. А. Кобахидзе. V Всесоюзное совещание по эмбриологии растений (тез. докл.). Кишинев, 1971.



რ. გოგლიძე, ბ. გიგოლაშვილი, დ. ჯოხაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის
 წევრ-კორესპონდენტი)

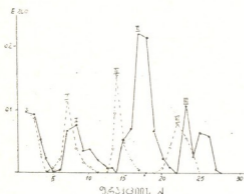
რნმ-პოლიმერაზის ძირითადი ფორმების განაწილების ცვლილება
 ჰიბრიდის მშავას გავლენით ბარდას ფოთლების უჯრედთა
 ბირთვებში

სადღესოდ დადგენილია, რომ როგორც პრო-, ისე ეუკარიოტებში გენო-
 მის ტრანსკრიპციის ერთ-ერთი მარეგულირებელი ფაქტორია გენეტიკური სის-
 ტემის ერთ-ერთი უმთავრესი ფერმენტი RNm-საგან დამოკიდებული რნმ-პო-
 ლიმერაზა (E. 2.7.7.6). ეუკარიოტებში ფერმენტის სამი ძირითადი ფორმაა,
 რომლებიც შესატყვის გენებს ტრანსკრიბირებენ: A (I) ლოკალიზებულია
 ბირთვაკში და წარმოქმნის r რნმ-ს, B (II) კარიოპლაზმაშია და წარმოქმნის
 პეტროგენულ, მათ შორის m რნმ-ს, ხოლო C (III) მონაწილეობს t რნმ-სა
 და 5 S რნმ-ს სინთეზში [1]. კოლმა და სხვებმა [2] აჩვენეს, რომ ბაყაყის
 ემბრიონის განვითარების სხვადასხვა სტადიაზე უჯრედთა ბირთვებში მნიშვნე-
 ლოვნად იცვლება რნმ-პოლიმერაზის ცალკეულ ფორმათა აქტივობის შეფარ-
 დება ამ ფორმების მონაწილეობით სინთეზირებულ რნმ-ს ტიპების ცვლილე-
 ბებთან ერთად.

ჩვენს ლაბორატორიაში სხვადასხვა დროს, როგორც მცენარეებზე, ისე
 ცხოველებზე ცდებით, ნაჩვენებია იყო, რომ ერთი და იგივე ორგანიზმის სხვა-
 დასხვა ქსოვილების უჯრედთა ბირთვების ბირთვაკული და კარიოპლაზმური
 ტრანსკრიპციული აქტივობა და ამ აქტივობათა შეფარდება განსხვავებულია,
 რაც ქსოვილსპეციფიკურობის ერთ-ერთ გამაპირობებელ ფაქტორად მივიჩნით
 [3]. ნაჩვენებია იყო აგრეთვე, რომ სხვადასხვა ჰორმონი, რომლებიც, როგორც
 ირკვევა, გენეტიკური ინფორმაციის დეკოდირების რეგულაციაშიც მონაწი-
 ლეობენ, იწვევენ ბირთვაკული და კარიოპლაზმური ტრანსკრიპციული აქტი-
 ვობის ქსოვილსპეციფიკურ გადანაწილებას როგორც მცენარეულ [4], ისე
 ცხოველურ [5] უჯრედთა ბირთვებში. გამოთქმული იყო მოსაზრება, რომ ეს
 გარემოება გენების შერჩევით მოქმედებაში ჰორმონების მონაწილეობის ერთ-
 ერთ გზად უნდა ჩაითვალოს.

არსებული ექსპერიმენტული მასალების მიხედვით ჰორმონების მოქმედება
 გენეტიკურ სისტემაზე სამ ძირითად მექანიზმს ემყარება: 1. იწვევს ქრომატი-
 ნის ნაწილობრივ დეპროტეინიზაციას (დებლოკირებას, დერეპრესიას), რაც
 ზრდის თავისუფალი ლოკუსების რაოდენობას ტრანსკრიპციისათვის; 2. ააქტი-
 ვებს ბირთვულ რნმ-პოლიმერაზას მისი კომფორმაციული თვისებების შეცვ-
 ლით, ჰორმონისა და რნმ-პოლიმერაზას შორის ალოსტერული ურთიერთობით
 და 3. აღიდებს მატრანსკრიბირებელი ფერმენტის, ან შესაძლოა, ფერმენტის
 სუბერთეულების ან ეფექტორების რაოდენობას მისი დენოვო სინთეზის ინ-
 დუქციით [6].

წინამდებარე ნაშრომში მიზნად დავისახეთ გავკერკვია, ხდება თუ არა მცენარეული ქსოვილის (ფოთლის) უჯრედთა ბირთვებში რნმ-პოლიმერაზის ცალკეული ფორმების რაოდენობისა და აქტივობის ცვლილება-გადანაწილება მცენარეული ჰორმონ-აუქსინის-ჰიბერელინის მკვლევარ გავლენით. ცდები ტარდებოდა ბარდაზე (*Pisum sativum*, ჯიში „პობელიტელი“). მცენარეებს ვზრდიდით ლაბორატორიის პირობებში: ერთ ჯგუფს ჩვეულებრივ წყალზე, ხოლო მეორე ჯგუფს ჰიბერელინის მკვლევარ (2 მგ/ლ; ფირმა Light, ინგლისი) შემცველ წყალზე. 7—10-დღიანი ნაზარდების ფოთლებიდან გამოყოფდით უჯრედთა ბირთვებს [7], ხოლო ბირთვებიდან ფერმენტსა და მის ფორმებს [8]. ფერმენტს გამოყოფდით მხოლოდ ახლად მიღებული ბირთვებიდან [8], მატრიცად ვიყენებდით ჰომოლოგიურ, სათანადოდ გასუფთავებულ დნმ-ს.



სურ. 1. რნმ-პოლიმერაზის სამი ფორმის — A (I), B (II) და C (III) რაოდენობრივი განაწილება ბარდას ფოთლის უჯრედთა ბირთვებში: --- ფერმენტის ფორმები საკონტროლო მცენარეებიდან — ფერმენტის ფორმები ჰიბერელინის მკვლევარ შემცველ არეზე გამოზრდილი მცენარეებიდან. ქრომატოგრაფირება დეაე-სეფადექს A 25-ის სვეტზე ფრაქციითა ელუცია $(NH_4)_2SO_4$ -ის 0,11 M (I), 0,22 M (II) და 0,32 M (III) ხსნარებით

სურ. 1-ზე გამოსულია ბარდას საკონტროლო და ჰიბერელინის მკვლევარ შემცველ არეზე გამოზრდილი მცენარეების ფოთლების უჯრედთა ბირთვებიდან ჩვენს მიერ გამოყოფილი რნმ-პოლიმერაზის პრეპარატის დეაე-სეფადექს A 25-ის სვეტზე ქრომატოგრაფიის პროფილი.

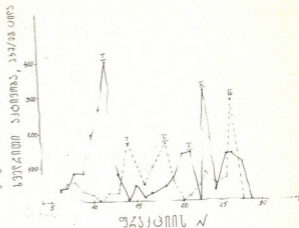
სურათზე უ/ყ შეიმჩნევა, რომ როგორც საკონტროლო, ისე ჰიბერელინის მკვლევარ შემცველ არეზე გამოზრდილი მცენარეების უჯრედთა ბირთვებიდან გამოყოფილი რნმ-პოლიმერაზა სამი ძირითადი ფორმითაა წარმოდგენილი: I (A), II (B) და III (C). ამასთანავე კარგად ჩანს, რომ ფერმენტის სამივე ფორმის ჯამი მეტად ჰიბერელინის მკვლევარ შემცველ არეზე გამოზრდილი მცენარეების ფოთლების უჯრედთა ბირთვებში.

საყურადღებო კანონზომიერება შეიმჩნევა ფერმენტის ცალკეული ფორმების შესატყვისი პიკების განაწილებაში (280 ნმ-ზე შთანთქმის სპექტრის მიხედვით), სახელდობრ:

1. საკონტროლო მცენარეების ფოთლის უჯრედთა ბირთვებიდან გამოყოფილი რნმ-პოლიმერაზის ფორმები უფრო სწრაფად ელუირდება დეაე-სეფადექს A 25-ის სვეტიდან, ვიდრე ჰიბერელინის მკვლევარ შემცველ არეზე გამოზრდილი მცენარეებიდან გამოყოფილი ფერმენტის ფორმები.
2. საკონტროლო მცენარეებიდან გამოყოფილი ფერმენტის ყველა ფორმა წარმოდგენილია თითო ჰომოგენური პიკით, რომელთა რაოდენობრივი განაწილება შემდეგი სახისაა $II > I > III$.
3. ჰიბერელინის მკვლევარ შემცველ არეზე გამოზრდილი მცენარეების ფოთლების უჯრედთა ბირთვებიდან გამოყოფილი ფერმენტის ფორმა I და ფორმა

III ორ-ორი პიკის სახით ელუირდება, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ აღნიშნული ფორმები ჰორმონის ზეგავლენით შემადგენელ სუბერთეულებად (კომპონენტებად) განცალკევების ტენდენციას ამჟღავნებენ (ცნობილია, რომ სამივე ფორმა თავის მხრივ სუბერთეულებისაგან შედგება). რაოდენობრივად განსაკუთრებით მომატებულია ფორმა III. ცალკეულ ფორმათა ურთიერთშეფარდება შემდეგი სახისაა: ფორმა II > ფორმა I \cong ფორმა III.

სურ. 2. ბარდას ფოთლის უჯრედთა ბირთვებიდან გამოყოფილი რწმ-პოლიმერაზის სამი ფორმის A (I), B (II) და C (III) ხვედრითი აქტივობა: --- ფერმენტის ფორმები საკონტროლო მცენარეებიდან; — ფერმენტის ფორმები ჰიბერელინის მკვების შემცველ არეზე გამოზრდილი მცენარეებიდან. ხვედრითი აქტივობა — რადიოაქტივობის ჩართვა C¹⁴-შეფ-დან მკვებაში უსსნად ნალექში, კმ/მგ ცილაზე [8]



აშკარა გადანაწილება გვიჩვენა ფერმენტის სამივე ფორმის ცალკეულ ფრაქციების აქტივობის განსაზღვრამაც (სურ. 2).

როგორც სურ. 2-დან ჩანს, საკონტროლოსთან შედარებით განსაკუთრებით მომატებულია I და III ფორმათა აქტივობა. ამასთან ფორმა III ორ აშკარად გამოხატულ პიკს იძლევა, რაც მის სუბერთეულურ შემადგენლობას უნდა გამოხატავდეს. საყურადღებოა, რომ როგორც საკონტროლოში, ისე ჰიბერელინიანში ფორმა II ორ-ორი პიკითაა წარმოდგენილი.

მიღებული შედეგები მოწმობენ, რომ ჰიბერელინის მკვებას გავლენით ფოთლის უჯრედთა ბირთვებში ხდება რწმ-პოლიმერაზის ცნობილი სამი ფორმის მნიშვნელოვანი გადანაწილება. როგორც ჩანს, მათი დენოვოსინთეზით. ცვლილებები შეიმჩნევა ცალკეულ ფორმათა თვისებებშიც. ვინაიდან ფერმენტის ყოველი ფორმა ემსახურება გენომის შესატყვისი უბნის ტრანსკრიპციას, ხოლო ჰორმონი ცვლის რწმ-პოლიმერაზას ცალკეული ფორმების რაოდენობა-თვისებას და ამასთან განსხვავებულად, საფუძველი გვაქვს დავასკვნათ, რომ ეს გარემოება გენების შერჩევით მოქმედებაში ჰორმონის მოქმედების ერთ-ერთი გზაა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
მცენარეთა ბიოქიმიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 19.3.1981)

Р. И. ГОГЛИДZE, Г. Г. ГИГОЛАШВИЛИ,
 Д. И. ДЖОХАДZE (член-корреспондент АН ГССР)

ИЗМЕНЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ФОРМ РНК-ПОЛИМЕРАЗЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГИББЕРЕЛЛОВОЙ КИСЛОТЫ В КЛЕТОЧНЫХ ЯДРАХ ЛИСТЬЕВ ГОРОХА

Резюме

Изучалось распределение основных форм РНК-полимеразы I (А), II (В) и III (С) в клеточных ядрах, выделенных из листьев нормальных растений и растений, выращенных на среде, содержащей гибберелловую кислоту. Показано, что под влиянием гибберелловой кислоты формы фермента, полученные хроматографированием суммарного препарата на колонке ДЭАЭ-сефадекса А 25 проявляют значительную изменчивость как в количестве, так и по активности. Делается вывод, что одним из путей участия гормонов в специфической транскрипции генома является изменение ими количества и свойств форм РНК-полимеразы.

GENETICS AND SELECTION

R. I. GUGLIDZE, G. G. GIGOLASHVILI, D. I. JOKHADZE

ALTERATION OF THE DISTRIBUTION OF GENERAL FORMS OF RNA POLYMERASE UNDER GIBBERELIC ACID IN CELL NUCLEI OF PEA LEAVES

Summary

The distribution of general forms of RNA polymerase I (A), II (B) and III (C) in cell nuclei of pea leaves of normal plants and plants grown in a medium containing gibberellic acid has been studied. It is shown that with gibberellic acid the forms of enzyme obtained by chromatography of the summary preparation on the DEAE-Sephadex A-25 column revealed considerable variation of both quantity and activity. It is concluded that one of the ways of participation of hormones in the specific transcription of genome is the alteration by them of the amount and activity of general forms of RNA polymerase.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. B. Biswas, A. Ganguly, A. Das. In: Progr. Nucl. Acid. Res. Mol. Biol., 15, 1975, 145.
2. M. Kohl, J. Norman, S. Brooks. Cell Differentiation, 2, 1973, 21.
3. Д. Джохадзе, Р. Гоглидзе. Сб. «Механизмы действия гормонов». Ташкент, 1976, 19.
4. Д. И. Джохадзе, Р. И. Гоглидзе. Физиология растений, 24, 1977, 746.
5. Р. И. Гоглидзе, Д. И. Джохадзе. Проблемы эндокринологии, 24, 1978, 73.
6. R. K. Mishra, L. Feltham. Canad. J. Biochem., 53, 1975, 70.
7. Д. И. Джохадзе, М. Балашвили. Биохимия, 41, 1976, 161.
8. Д. И. Джохадзе, Р. И. Гоглидзе. Сообщения АН ГССР, 99, № 1, 1980, 189.

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

М. Ш. БРЕГВАДЗЕ

ИЗУЧЕНИЕ МУТАГЕННОГО ЭФФЕКТА ГИПЕРБАРИЧЕСКОЙ
 ОКСИГЕНАЦИИ НА КЛЕТКАХ КОСТНОГО МОЗГА
 БЕЛЫХ МЫШЕЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. Д. Рчеулишвили 13.3.1981)

Вопрос об изучении мутационного процесса, вызванного повышенным давлением кислорода, приобретает особое значение в связи с запросом медицинской практики при гипероксии. Токсичность кислорода ставит серьезные преграды для его эффективного применения в оксигенотерапии [1], что вызывает необходимость изучения действия гипербарической оксигенации на генетический фон живых организмов.

Имеются данные, касающиеся повреждения наследственных структур клеток. Было описано [2] мутагенное действие повышенной концентрации кислорода при изобарических условиях на легочных фибробластах китайского хомячка, которые обрабатывались в среде 60, 80 и 95%-ного кислорода в течение 24 и 48 часов. Цитофотометрически

Количество aberrаций, индуцированных гипероксией

| Давление, ата | Время фиксаций, часы | Число иссле- дованных мышей | Число про- анализиро- ванных метафаз | Количествен- ные наруше- ния, % | Типы хромосомных абер- раций, % от числа обследо- ванных метафаз | |
|------------------|----------------------------|-----------------------------------|---|---------------------------------------|--|----------|
| | | | | Полиплоидия | Фрагменты | Пробелы |
| 1 | 6 | 3 | 300 | 3±0,98 | — | — |
| | 24 | 3 | 300 | 3,3±1,03 | 0,3±0,31 | — |
| | 48 | 3 | 300 | 2,0±0,80 | 1,0±0,57 | 0,3±0,31 |
| | 72 | 3 | 300 | — | 1,0±0,57 | — |
| 2 | 6 | 3 | 300 | 5,0±1,25 | 1,0±0,57 | — |
| | 24 | 3 | 300 | 2,0±0,80 | 0,3±0,31 | — |
| | 48 | 3 | 300 | 1,3±0,65 | 1,0±0,57 | — |
| | 72 | 3 | 300 | 1,0±0,57 | 0,7±0,48 | — |
| 3 | 6 | 3 | 300 | 7,3±1,50 | 0,3±0,31 | — |
| | 24 | 3 | 300 | 6,0±1,37 | 0,7±0,48 | — |
| | 48 | 3 | 300 | 4,3±1,17 | 0,3±0,31 | — |
| | 72 | 3 | 300 | 2,7±0,93 | — | 0,3±0,31 |
| Контроль | | 3 | 300 | 22,0±0,80 | 1,0±0,57 | — |

выявлено большое количество тетраплоидных клеток и хромосомных aberrаций в эмбриональных фибробластах цыплят, культивируемых под действием газовой смеси из 80% O₂, 15% азота и 5% CO₂ [3]. При более низкой концентрации кислорода, но продленном воздействии на salmonella typhimurium мутагенность выражается слабее [4].

Данная работа предусматривает выяснение мутагенности повышенного давления кислорода на генетический аппарат белых мышей при давлении 1, 2, 3 и 4 ата.

В работе использовано 39 нелинейных белых лабораторных мышей, проанализировано 3900 метафаз (с каждой мыши по 100 метафаз). Мыши обрабатывались в барокамере в течение 180 минут при давлении 1, 2, 3 и 4 ата. После обработки под давлением 4 ата животные погибали. Материал фиксировался по определенному методу [5] через 6, 24, 48 и 72 часа после обработки в барокамере.

Результаты влияния повышенного давления кислорода на частоту и тип хромосомных aberrаций представлены в таблице. Среди структурных нарушений встречаются в основном одиночные и парные фрагменты, а также пробелы. Как видно из таблицы, при действии гипоксии повышения процента структурных нарушений по сравнению с контролем не наблюдается. Что касается полиплоидии, самый высокий процент отмечается при действии 3 ата, во время фиксации на 6-м ($7,3 \pm 1,50$) и на 24-м ($6,0 \pm 1,37$) часу после обработки животных в барокамере. Достоверно повышается общий процент полиплоидии при действии 3 ата ($5,08 \pm 0,63$) по сравнению с общим процентом полиплоидии при давлении 1 ата ($2,08 \pm 0,41$) и 2 ата ($2,33 \pm 0,42$).

Исходя из вышеизложенного можно заключить, что мутагенность гипербарической оксигенации при 180-минутной экспозиции проявляется при давлении 3 ата.

Тбилисский государственный
 медицинский институт

(Поступило 20.3.1981)

განმარტება და სელექცია

მ. ბრეგვაძე

ჰიპერბარული ოქსიგენაციის მუტაგენური ეფექტის შესწავლა
 თეთრი თაგვების ძვლის ტვინის უჯრედებში

რეზიუმე

გამოკვლევის შედეგების თანახმად, ჟანგბადის მომატებული წნევა 180-წუთიანი ექსპოზიციით მუტაგენურია 3 ატმოსფეროს შემთხვევაში.

GENETICS AND SELECTIONS

M. Sh. BREGVADZE

STUDY OF THE MUTAGENIC EFFECT OF HYPERBARIC
 OXYGENATION IN THE MARROW CELLS OF MICE

Summary

The results of the study indicate that the mutagenic effect of hyperbaric oxygenation during 180 min. exposure develops at 3 atm.

ՀՈՒՅՈՒՆՆԵՐ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Г. Жиронкин. Кислород. Физиологическое и токсическое действие. Л., 1972.
2. J. E. Sturrock, J. F. Nunn. *Mutation Res.*, 57, № 1, 1978, 27-33.
3. G. Vassilis. *Acta Anat.*, 94, № 4, 1976, 520-532.
4. M. Relley, J. M. Baden. *Mutat. Res.*, 77, № 2, 1980, 185-188.
5. C. E. Ford, J. L. Hamerton. *Stain Technol.*, 31, № 6, 1956, 247-251.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

А. Н. БАКУРАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР),
Л. Н. ГУГУШВИЛИ, М. Т. ДЖАФАРЛИ

**ПИЩЕВОЙ ДВИГАТЕЛЬНЫЙ УСЛОВНЫЙ РЕФЛЕКС НА
ЦВЕТОВЫЕ РАЗДРАЖИТЕЛИ У НИЗШИХ ОБЕЗЬЯН РАЗНОГО
ВОЗРАСТА**

Данные литературы указывают на то, что обезьяны, наряду со способностью восприятия различных признаков предметов, обладают способностью к предпочитанию некоторых их свойств (цвета, величины, формы); у них имеются отдельные каналы восприятия цвета и формы [1], сохраняются следы восприятий, запечатлеваются зрительные образы — представления предметов; у них установлено наличие генерализованных представлений. Известно, что обезьяны способны к элементарной абстракции и обобщению; у них можно выработать сложные зрительно-двигательные навыки [2].

Многочисленные эксперименты свидетельствуют, что у обезьян предпочтительный выбор по форме сохраняется при замене объемных предметов плоскими и даже при их схематизации, т. е. при предъявлении схематического изображения данного объемного предмета. Значит, животное может отличить один признак от другого и выделить объекты не тождественные, а только сходные по какому-то признаку. Это говорит о том, что у низших обезьян имеются элементы обобщающей деятельности мозга [3]. Изменение фона окраски, положения фигур, а также схематизация их изображения не влияют на правильность выбора, осуществляемого по методике выбора на образец. Несомненно, это указывает на то, что сигнальное значение формы фигур сохраняется при переходе от стереотипного к видоизмененному предъявлению геометрических фигур [4].

Исходя из того положения, что в формировании рефлекторной деятельности и сложных форм поведения значительная роль принадлежит и цветовым раздражителям, а также учитывая факт наличия цветового зрения у низших обезьян, мы задались целью выяснить предпочитаемый обезьяной цвет предмета, а затем изучить скорость выработки у этих животных пищевого двигательного условного рефлекса на предпочитаемый и не предпочитаемый ими цветовой раздражитель, принимая во внимание возраст животного.

Опыты ставились на 9 обезьянах: павиан-гамадрилах (1 подросток, 2 половозрелых), макак-резусах (1 подросток, 2 половозрелых), макак-лапундерах (1 подросток, 2 половозрелых), находящихся во время эксперимента в условиях двигательного ограничения. Исследование проводилось поэтапно. В первой серии опытов животным давалась возможность свободного выбора из девяти пластмассовых кубов одинакового размера, но отличающихся по цвету (красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый, белый, черный), уложенных в ряд на деревянной площадке перед клеткой. Два-



дцатикратное предъявление кубов, расположенных на доске в случайном порядке, позволило определить предпочитаемый цвет. Оказалось, что павиан-гамадрилы и макак-лапундеры достоверно предпочитают красный цвет, а макак-резусы — зеленый. Лишь для одного макак-резуса предпочитаемым цветом был желтый.

Во второй серии обезьянам предъявлялись в парном сочетании кубы, причем один из кубов был предпочитаемого цвета. Выбор обезьяной куба предпочитаемого цвета считался правильным и сопровождался пищевым подкреплением. Выработка и упрочение пищевого двигательного условного рефлекса в этой серии наиболее быстро происходили у всех обезьян-подростков используемых нами видов. Это происходило у них после 40—63 предъявлений (2—3-й опытные дни), в то время как половозрелые обезьяны начинали прочно дифференцировать цвета только после 127—205 предъявлений (4—7-й опытные дни). По достижении обезьянами на этом этапе 80—85% правильных решений, т. е. когда предпочитаемый цвет приобретал сигнальное значение — становился условным раздражителем, мы переходили к третьему этапу, в котором животным предъявлялась группа кубов в количестве трех, четырех, пяти (например, красный-синий-желтый; фиолетовый-голубой-красный-желтый; белый-красный-черный-зеленый-оранжевый; и т. д.). И на этом этапе мы наблюдали вышеотмеченную закономерность: прочная дифференцировка одного куба из множества предъявленных (т. е. выбор куба с предпочитаемым цветом) начиналась у молодняка быстрее, чем у взрослых обезьян. Если молодняк достигал критерия в 80—85% правильных решений только после 94—132 проб (3—5-й опытные дни), то у половозрелых обезьян прочная дифференцировка начиналась после 265—302 проб (9—12-й опытные дни). После этого обезьянам предъявлялось по шести, семи, восьми, девяти кубов. В этой серии прочная дифференцировка появлялась после 147—168 проб (6—7-й опытные дни) у молодняка и после 369—401 пробы (12—13-й опытные дни) у взрослых обезьян. Отсчет предъявлений велся с начала исследования.

В следующей серии исследования обезьянам одновременно предъявлялись 18 фигур, окрашенных в упомянутые нами цвета, но различных по форме — девять кубов и девять дисков. Несмотря на то что диски были предъявлены обезьянам впервые, животные безошибочно, с первой же пробы отбирали и куб, и диск сигнального цвета. Следовательно, выбор при сопоставлении множества фигур, различных не только по цвету, но и по форме, производился у обезьян по первоначальной установке. Процент правильных решений в этой серии составлял 90—95. Для выработки пищевого двигательного условного рефлекса на непредпочитаемый цвет у тех же обезьян требовалось в среднем в 1,2 раза больше предъявлений.

В данных опытах устанавливается, что выбор по цвету у низших обезьян сохраняется при замене цветных объемных предметов плоскими, но одновременно утверждается, что и выбор по форме сохраняется при замене цветных объемных предметов плоскими. Все это показывает, что низшие обезьяны способны не только отличать один признак от другого, но и выделять общее в объектах [3].

В завершающей серии животным предъявлялись три кормушки, расположенные в горизонтальной плоскости. К крышке каждой кормушки приклеивались фигуры из бумаги разных цветов (красный, синий, зеленый) и разных форм (круг, треугольник, шестиугольник).

От основания каждой кормушки отходили шнуры. При предъявлении кормушек обезьяны, для которых предпочтительным цветом являлся красный, как правило, тянули за шнур, связанный с кормушкой, к крышке которой была приклеена фигура красного цвета, а обезьяны, для которых предпочтительным цветом был зеленый, тянули за шнур, идущий от кормушки с зеленой фигурой. Правильное решение каждый раз подкреплялось пищей. Фигуры чередовались в случайном порядке. И в этой серии выбор одной фигуры из трех производился по установке на цвет независимо от формы.

Таким образом, у низших обезьян условный рефлекс на предпочитаемый цвет вырабатывается быстрее, чем на непродвигаемый, у подростков—значительно быстрее, чем у взрослых. Выбор по цвету сохраняется при замене объемных предметов плоскими. Стало быть, низшие обезьяны, оказываясь в новой экспериментальной ситуации, могут использовать признак (цвет), выделенный ими в процессе первичного изучения. Это можно рассматривать как способность обезьян к обобщению по конкретному признаку, что свидетельствует о наличии у них элементов обобщающей деятельности мозга.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физиологии
 им. И. С. Бериташвили

(Поступило 12.6.1981)

აღაზიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ა. ბაპურაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
 ლ. გუბუშვილი, მ. ჯაფარიძე

სხვადასხვა ასაკის უდაბლესი მაიმუნების კვებითი მამოძრავებელი პირობებით რეფლექსი ფერად გამაღიანებლებზე

რეზიუმე

უდაბლეს მაიმუნებში (მოზარდ და ზრდასრულ): პავიან ჰამადრილებში, მაკაკ რეზუსებში და მაკაკ ლაუნდერებში ვიმუშავებდით კვებით სამოძრაო პირობით რეფლექსებს ფერად გამაღიანებლებზე. გამოიკვია, რომ უდაბლეს მაიმუნებს პირობითი რეფლექსი გამოუმუშავდება უფრო სწრაფად იმ ფერზე, რომელსაც ისინი ანიჭებენ უპირატესობას, მოზარდებს უფრო სწრაფად, ვიდრე ზრდასრულებს. ამასთან ფერის მიხედვით არჩევა შენარჩუნებულია ფერადი მოცულობითი საგნების შეცვლისას ამავე ფერის ბრტყელი ფიგურით.

უდაბლეს მაიმუნს ახალ ექსპერიმენტულ სიტუაციაში მოხვედრისას შეუძლია გამოიყენოს ნიშანი (ფერი), რომელიც მან გამოყო პირველადი დასწავლის პროცესში. ეს შეიძლება განვიხილოთ როგორც მაიმუნის უნარი განზოგადებისა კონკრეტული ნიშნის მიხედვით, რაც მოწმობს მათში ტვინის განმაზოგადებელი მოქმედების ელემენტების არსებობას.

A. N. BAKURADZE, L. N. GUGUSHVILI, M. T. JAFARLI

INSTRUMENTAL ALIMENTARY CONDITIONED REFLEX TO COLOUR STIMULI IN LOWER MONKEYS OF DIFFERENT AGES

Summary

The instrumental alimentary conditioned reflex was elaborated to colour stimuli in lower monkeys: Pavian *Hamadryas*, *Macaca rhesus*, Pig-tailed macaca (adult and mature ones). The experiments showed that in lower monkeys the conditioned reflex was elaborated more rapidly to preferred rather than to unpreferred colour, and more readily in young species than in adults. The colour choice was maintained when three-dimensional coloured objects were replaced by flat ones.

Thus, finding themselves in a new experimental situation, lower monkeys are able to use the sign (colour) preferred by them in the primary learning process. This should be considered as an ability of the monkeys to generalize a concrete sign, pointing to the existence of elements of generalizing activity in the brain of lower monkeys.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. G. W. Beeler, D. H. Fender, P. S. Nobel, C. R. Evans. *Nature*, 32, № 4950, 1954, 1200-1206.
2. Н. Н. Ладыгина-Котс. Послесловие к книге Я. Дембовского «Психология обезьян». М., 1963.
3. Л. А. Фирсов. Материалы XXII совещания по проблемам ВНД. М., 1969.
4. В. С. Никитин. Сб. «Механизмы условнорефлекторного и отсроченного поведения у обезьян». Л., 1979.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Д. Ш. ДАВИТУЛИАНИ, Н. Н. ДЗИДЗИШВИЛИ

ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СТРАХА, ВЫЗЫВАЕМОЕ
РАЗДРАЖЕНИЕМ ЯДЕР МИНДАЛЕВИДНОГО КОМПЛЕКСА
У КОШЕК, ПОСЛЕ УДАЛЕНИЯ НЕОКОРТИКАЛЬНЫХ
АССОЦИАТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ

(Представлено академиком Т. Н. Опшани 10.3.1981)

В одной из предыдущих работ нами было показано существенное значение теменных ассоциативных областей новой коры у кошки в возникновении поведения страха, вызываемого раздражением гиппокампа [1].

Последующее исследование показало, что, несмотря на наличие нервных связей гипоталамических структур с префронтальной корой, она, а также теменная ассоциативная кора не оказывают существенного влияния на вызов и течение эмоциональных ответов страха на гипоталамические раздражения [2].

Известно, что поведение страха возникает при раздражении и ядер миндалевидного комплекса (МК) приматов [3], кошек [4], собак [5] и крыс [6]. Эти ответы настолько похожи на эмоциональные ответы, вызываемые гипоталамическим раздражением, что было высказано мнение о функциональной однородности ядер гипоталамуса и МК в регулировании эмоционального поведения [5].

Важно и то обстоятельство, что, по современным морфологическим исследованиям, МК имеет тесные связи с гипоталамусом и неокортикальными ассоциативными областями, особенно с префронтальной корой [7—9].

Несмотря на наличие морфологических связей префронтальной коры с подкорковыми структурами, особенно с лимбическими, в частности с МК, функциональное значение этих связей еще далеко не выяснено.

В настоящем сообщении описаны исследования, которые были нами проведены по выяснению функционального значения этих связей в проявлении эмоциональных ответов страха на раздражение ядер МК. Такая постановка вопроса казалась нам правомерной, тем более что МК, как и гипоталамус, является филогенетически наиболее древним образованием: по сравнению с более новым филогенетическим приобретением — гиппокампом, МК мог бы оказаться отличной от гиппокампа структурой, в смысле нейрофизиологических механизмов проявления эмоциональных ответов.

Опыты ставились на 14 половозрелых кошках с электродами, вживленными в ядра МК. Из них были отобраны восемь кошек, которые на раздражение ядерной структуры давали реакцию застывания. Если в момент стимуляции животное находилось в центре экспериментальной кабины, оно, вздрогнув, притаясь, с расширенными зрачками отходило в сторону и забивалось в угол. Расширение зрачков бывало максимальным после разового применения стимуляции, и оно сохранялось в те-

чение всего опытного дня. Кошка, забившись в угол, не выходила оттуда: если ее насильно пересаживали в центр кабины, она сразу возвращалась в угол. Такое поведение имело место при раздражении базального, латерального и медиального ядер.

Раздражающие металлические электроды с диаметром изолированного кончика 100—150 мкм вживлялись по стереотаксическим координатам атласа Джаспера и Аймоне-Марсана [10], и их местоположение посмертно верифицировалось морфологически. Стимуляция производилась прямоугольными импульсами тока 0,5 мс, частотой 150/с. В изучаемые ядра вживлялось несколько пар электродов. Индифферентный электрод вживлялся в затылочную кость. Из нескольких раздражающих электродов отбирались лишь те, при раздражении через которые удавалось получить характерный эмоционально окрашенный ответ в виде «притаивания» и убегания. Одним из признаков эмоциональной окраски было то, что, если мозговая стимуляция подавалась во время еды, животное прекращало еду и после этого вообще к ней не прикасалось, даже когда было голодно. Другим признаком считалось длительное последствие от раздражения. И наконец, особенно важным признаком эмоционального характера поведения считался тот факт, что с первых же применений мозговой стимуляции у животного вырабатывалось отрицательное отношение к экспериментальной обстановке: в начале опытного дня кошка активно сопротивлялась попытке водворить ее в экспериментальную кабину. Кроме ситуационного условного отрицательного поведения, характерным признаком выработки условной эмоциональной реакции было то, что через несколько сочетаний условного тона (500 Гц) с безусловным раздражителем структуры мозга на тон с малым скрытым периодом возникла поведенческая реакция вздрагивания и притаивания; если же животное находилось вне излюбленного им угла, за вздрагиванием следовало убегание и животное опять забивалось в угол. Реакция убегания иногда сопровождалась мочеиспусканием. Такая условная реакция вырабатывалась легко (см. таблицу).

Скорость образования условного поведения страха

| Кошка № | Раздражаемое ядро МК | Количество сочетаний |
|---------|----------------------|----------------------|
| 22 | Базальное | 4 |
| 26 | " | 13 |
| 24 | " | 5 |
| 27 | " | 11 |
| 25 | Латеральное | 7 |
| 28 | " | 2 |
| 21 | Медиальное | 7 |
| 23 | " | 2 |

Выработанная раз реакция бывает очень стабильной и возникает каждый раз при предъявлении условного тона. Пороги вызова эмоциональных ответов на стимуляцию ядра были очень малы — в пределах 1—1,5 в.

После образования прочного условного эмоционального поведения у кошек билатерально удалялись неокортикальные ассоциативные структуры. У кошки 26 были удалены прореальные извилины, у кошки № 25 — сперва прореальные извилины, а спустя две недели — и супрасильвиевы извилины, т. е. те области, при поражении которых у кошек нарушается эмоциональное поведение страха в ответ на раздражение гиппокампа [1]. У кошки № 24 сперва были удалены супрасиль-

ვიევი извилины, а спустя 10 дней — прореальные. У двух кошек — № 27 и 28 супрасильвиевые и прореальные извилины были удалены одномоментно. У кошек с электродами, вживленными в медиальное ядро, были удалены только супрасильвиевые извилины. Локализация удаленных корковых областей показана на рис. 1.

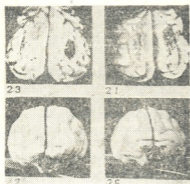


Рис. 1. Области повреждения супрасильвиевых извилин у кошек № 21 и 23 и прореальных извилин у кошек № 22 и 26

После удаления ассоциативных областей ни в одном из изученных нами случаев характер эмоционального ответа ни на прямое раздражение амгдаллярных ядер, ни на условный сигнал не изменился заметным образом.

На основании настоящего исследования можно заключить, что эмоциональные ответы страха, вызываемые раздражением ядер МК — базального, латерального и медиального, в виде притаивания и убегания протекают вне прямого влияния со стороны префронтальной и теменной ассоциативной коры. Так было и в наших предыдущих исследованиях, в которых применялись гипоталамические раздражения [2]. Нужно думать, что теменная ассоциативная кора играет регулирующую роль в отношении эмоционального поведения лишь в том случае, когда оно возникает в результате активации филогенетически более нового и совершенного образования, каким является гиппокамп.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии
им. И. С. Бериташвили

(Поступило 20.3.1981)

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

დ. დავითულიანი, ნ. ძიქოვილი

კატის ნუშისებრი კომპლექსის ბირთვთა ბალისტიკური
გამოწვეული შიშის ძველი ნეოკორტიკალური ასოციაციური
მიდამოების ამოკვეთის შედეგად

რეზიუმე

მორფოლოგიური გამოკვლევების თანახმად თავის ტვინის ქერქის პრეფრონტალურ მიდამოს მქვიდრო კავშირი აქვს ნუშისებრი კომპლექსის ბაზალურ და ლატერალურ ბირთვებთან. მაგრამ გამოირკვა, რომ კატის პრორეალური ხვეულის ორმხრივი ამოკვეთა გავლენას არ ახდენს ამ ბირთვების პირდა-

პირი და პირობითი გზით გამოწვეულ შიშის ქცევაზე. გავლენას არ ახდენს არც სუპრასილვიური ზეულის ორმხრივი ამოკვეთა — არც ამ ბირთვების და არც მედიალური ბირთვის გალიზიანებით გამოწვეულ შიშის ქცევაზე.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

D. Sh. DAVITULIANI, N. N. DZIDZISHVILI

THE FEAR BEHAVIOR ELICITED IN THE CAT BY STIMULATION OF THE AMYGDALOID NUCLEI AFTER REMOVAL OF THE NEOCORTICAL ASSOCIATION AREAS

Summary

According to morphological data the connections of the basal and lateral amygdaloid nuclei with the prefrontal cortex are well developed. Nevertheless, bilateral removal of the preoral gyri in the cat failed to influence the fear behavior elicited by direct stimulation of these nuclei or by a corresponding conditional stimulus. Neither bilateral removal of the suprasylvian gyri influenced the fear elicited by stimulation of these as well as the median amygdaloid nuclei.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. N. Dzidzishvili, D. Davituliani. *Acta Neurobiol. Exp.*, 38, 1978, 271.
2. Д. Ш. Давитулиანი, Н. Н. Дзидзишვილი. *Сообщения АН ГССР*, 101, 1981, 1.
3. P. D. MacLean, J. M. R. Delgado. *EEG Clin. Neurophysiol.*, 5, 1953, 91.
4. H. Ursin, B. R. Kaada. *EEG Clin. Neurophysiol.*, 12, 1960, 1.
5. E. Fonberg. *Physiol. Behav.*, 4, 1969, 739.
6. S. P. Grossman. *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 57, 1964, 29.
7. S. Jacobson, J. Q. Trojanowski. *Brain Res.*, 100, 1975, 132.
8. J. E. Krettek, J. L. Price. *Brain Res.*, 67, 1974, 169.
9. W. J. H. Nauta. *Acta Neurobiol. Exp.*, 32, 1972, 125.
10. H. Jasper, C. Ajmone-Marsan. *A Stereotaxic Atlas of the Diencephalon of the Cat*. Ottawa, Canada, 1954.



М. Ш. СИМОНИДЗЕ, Н. Ш. НАДИРАШВИЛИ,
М. М. ЗААЛИШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР), Ф. О. ШРАЙБМАН

КИНЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ СУЛЬФИДРИЛЬНЫХ ГРУПП α -АКТИНИНА

При структурно-функциональном исследовании белков особое внимание уделяется изучению реакционной способности и роли групп, входящих в состав активного центра и принимающих непосредственное участие во взаимодействии белковых молекул. Для выяснения биологической роли функционально важных групп часто используется химическая модификация. При этом принимается во внимание факт, что реакционная способность этих групп (которые могут быть избирательно модифицированы при помощи химических реагентов) зависит от условий модификации и от применяемого реагента.

Среди функциональных групп белка самыми лабильными являются сульфгидрильные группы, реакционная способность которых изменяется в широких пределах. На основании изучения взаимодействия *SH*-групп α -актинина с парахлормеркурибензоатом [1, 2] высказано предположение, что *SH*-группы α -актина отличаются по реакционной способностью. В данной работе исследована кинетика взаимодействия *SH*-групп α -актинина с реагентом Элмана—ДТНБ (5,5-дитиобис-2-нитробензоат). Указанный тиоловый реагент при взаимодействии с *SH*-группами белка образует смешанный дисульфид и окрашенный анион 2-нитро-5-тиобензоата, который служит мерой числа прореагировавших *SH*-групп (молярная экстинкция 2-нитро-5-тиобензоата при 412 нм равна $1,39 \cdot 10^4$) [3].

В экспериментах по исследованию *SH*-групп к раствору белка добавляли избыточное количество ДТНБ в фосфатном буфере и через определенные промежутки времени регистрировали оптическую плотность при 412 нм на спектрофотометре «Specord UV VIS» (ГДР). Количество *SH*-групп в молекуле белка вычисляли по формуле

$$n = \frac{M \cdot C \cdot V}{m \cdot 10^3},$$

где n — число *SH*-групп, M — молекулярный вес белка в мг, V — объем образца, C — концентрация окрашенного аниона нитротиибензоата, m — количество белка, взятого для анализа, в мг.

Известно, что реакционная способность *SH*-групп в белках неоднозначна. Сульфгидрильные группы, идентифицируемые в нативном белке по скорости взаимодействия с реагентом, можно дифференцировать как «медленные» и «быстрые» [4]. Для определения количества типов *SH*-групп и вычисления константы скорости взаимодействия с реагентом допускается, что при значительном избытке последнего процесс модификации тиоловых групп протекает по псевдопервому порядку и строится график зависимости свободных *SH*-групп от времени в полу-

логарифмических координатах [5, 6]. Линеаризуя конечный участок графика, допуская, что в конце реакции модифицируются только «медленные» SH-группы, и продолжая прямую до пересечения с осью ординат, находим число «медленных» SH-групп. Вычитанием полученной прямой из экспериментальной кривой получаем кривую, характеризующую «быстрые» SH-группы. Константы скорости модификации SH-групп рассчитываем по формуле

$$K = \frac{2.303}{t} \lg \frac{E_{\infty}}{E_{\infty} - E_t},$$

где E_{∞} — максимальная величина оптической плотности при 413 нм, соответствующая общему количеству SH-групп, E_t — значение оптической плотности в момент t , величина $E_{\infty} - E_t$ — количество SH-групп в момент t .

На наличие в нативном α -актине различия SH-групп указывает ход кривой взаимодействия SH-групп белка с реагентом Элмана (рис. 1). Как видно из рисунка, процесс модификации при различных температурах протекает во времени: первые 5—10 мин процесс идет быстро, а затем замедляется и наблюдается небольшое увеличение оптической плотности. При увеличении температуры от 16 до 35°C увеличивается количество определяемых SH-групп в нативном белке; при температуре 16°C в α -актине, доступны 5,7 моль/2 · 10⁶ г белка, а при температуре 35°C — 7,8 моль (таблица). Рис. 2 показы-

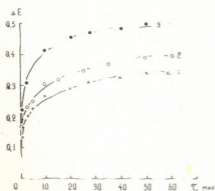


Рис. 1. Взаимодействие SH-групп α -актина с ДТНБ при различных температурах: 1—16°C, 2—25°C, 3—35°C

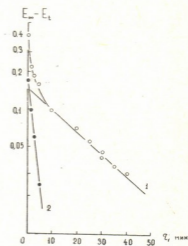


Рис. 2. Изменение числа свободных SH-групп от времени реакции (линии 1 и 2 получены теоретически)

вает характер уменьшения свободных SH-групп в процессе реакции при температуре 25°C. Видно, что зависимость $\lg(E_{\infty} - E_t)$ от времени становится линейной через 10—15 мин после начала реакции. Анали-

зируя экспериментальную кривую так, как описано выше, можно представить ее в виде двух прямых (линия 1 и 2). Каждая из этих прямых отражает взаимодействие ДТНБ с определенным типом SH-групп. Аналогичные картины были получены и при других температурах (рисунки не приводятся). Результаты анализа этих кривых показали, что при температуре 16°C из 6 моль SH-групп / $2 \cdot 10^5$ г белка около 4 являются «быстрыми», а при температуре 35°C из 7,8 моль SH-групп / $2 \cdot 10^5$ г белка — 5,3, т. е. при увеличении температуры в основном увеличивается количество «быстрых» SH-групп, а количество «медленных» остается постоянным (таблица). Константы скоростей модификации обоих типов SH-групп мало изменяются при изменении температуры и составляют $0,51 \text{ мин}^{-1}$ для «быстрых» и $0,072 \text{ мин}^{-1}$ для «медленных» SH-групп при температуре 25°C.

Изменение числа определяемых SH-групп α -актинина в зависимости от температуры

| № | T °C | Общее число SH-групп | Число „быстрых“ SH-групп | Константа скорости модификации „быстрых“ SH-групп, мин^{-1} | Число „медленных“ SH-групп | Константа скорости модификации „медленных“ SH-групп, мин^{-1} |
|---|------|----------------------|--------------------------|--|----------------------------|--|
| 1 | 16 | 5,74 | 3,6 | | 2,1 | |
| 2 | 25 | 6,67 | 4,1 | 0,51 | 2,5 | 0,072 |
| 3 | 35 | 7,80 | 5,3 | 0,55 | 2,5 | 0,092 |

Из температурной зависимости впоследствии были вычислены значения энергии активации обоих типов SH-групп по формуле

$$E = \frac{4,567 \cdot T_2 \cdot T_1}{T_2 - T_1} \lg \frac{K_{T_2}}{K_{T_1}},$$

где E — энергия активации, K_{T_2} и K_{T_1} — константы скорости при двух абсолютных температурах T_{T_2} и T_{T_1} . Энергии активации составляют 1—2 ккал и 5—6 ккал для «быстрых» и «медленных» SH-групп соответственно.

Таким образом, используя ДТНБ в качестве тиолового реагента, в α -актинине обнаружили два типа SH-групп, отличающихся по скорости взаимодействия с реагентом. Константа скорости «быстрых» SH-групп в ~ 7 раз больше, чем этот параметр для «медленных» SH-групп, но сравнительно низкие значения энергии активации указывают на то, что оба типа SH-групп являются весьма реакционноспособными.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физиологии
 им. И. С. Бериташвили

(Поступило 22.5.1981)

მ. სიმონიძე, ნ. ნადირაშვილი, მ. ჯაალიშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის
 წევრ-კორესპონდენტი), ფ. შრაიბმანი

**α -აქტინინის სულფჰიდრილური ჯგუფების რეაქციის უნარიანობის
 კინეტიკური გამოკვლევა**

რეზიუმე

ელმანის რეაგენტის გამოყენებით ჩატარებულია კუნთის ცილა α -აქტინინის სულფჰიდრილური ჯგუფების კინეტიკური გამოკვლევა. ნაჩვენებია, რომ ნატიურ α -აქტინინში გვაქვს ორი ტიპის SH-ჯგუფები: „ჩქარი“ SH-ჯგუფების რეაქციის სიჩქარის მუდმივა ~ 7 -ჯერ მეტია „ნელი“ SH-ჯგუფების რეაქციის სიჩქარის მუდმივასთან შედარებით. აქტივაციის ენერჯის დაბალი მნიშვნელობები (1—2 კკალ და 5—6 კკალ) მიგვანიშნებენ, რომ ორივე ტიპის SH-ჯგუფები ხასიათდებიან მაღალი რეაქციუნარიანობით.

BIOPHYSICS

M. Sh. SIMONIDZE, N. Sh. NADIRASHVILI, M. M. ZAALISHVILI,
 F. O. SHRAIBMAN

**KINETIC INVESTIGATION OF THE REACTION ABILITY OF
 α -ACTININE SULFHYDRYL GROUPS**

Summary

The sulfhydryl groups of native α -actinine have been investigated, using the Ellman reagent. Native α -actinine was found to contain two types of SH-groups; the rate constant of "fast" SH-groups is ~ 7 times higher than that of "slow" ones. The low values of the activation energy of both types of SH-groups (1-2 kkal and 5-6 kkal) point to their very high reaction ability.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Sh. Simonidze, N. Sh. Nadirashvili, M. M. Zaalishvili. Изв. АН ГССР, сер. биол., 6, № 3, 1980.
2. N. Sh. Nadirashvili, M. Sh. Simonidze, M. M. Zaalishvili. Сообщения АН ГССР, 99, № 3, 1980.
3. G. L. Ellman. Arch. Biochem. Biophys. 82, № 1, 1959.
4. Ю. М. Торчинский. Сера в белках. М., 1977.
5. R. V. Freedman, G. K. Radda. Biochem. J., 108, 3, 1968.
6. О. Д. Лопина, А. М. Рубцов, А. А. Болдырев. Биохимия, 44, № 2, 1979.



А. Г. КВИРИКАДЗЕ

К ТЕОРИИ МОЛЕКУЛЯРНОГО ОТБОРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Заалишвили 26.2.1981)

В работе Эйгена [1] на основе модели самовоспроизводящихся макромолекул была предложена теория молекулярного отбора. В данной работе рассматривается модель, отличная от модели Эйгена, которая наряду с возможными ошибками, происходящими при воспроизводстве, учитывает, что время, нужное для появления копии макромолекулы, может быть случайной величиной.

Обозначим через $P(j, t | i) dt$ условную вероятность воспроизведения молекулы типа j в интервале времени $(t, t+dt)$ от молекулы типа i , которая появилась в среде в момент времени $t=0$.

В дальнейшем считается, что $P(j, t | i)$ имеет гауссовый вид

$$P(j, t | i) = P_{ji} \frac{1}{\sqrt{\pi}\Delta_i} \exp \left\{ -\frac{(t - \tau_i)^2}{\Delta_i^2} \right\}. \quad (1)$$

Такой выбор $P(j, t | i)$ связан с допущением, что свойства среды не меняются со временем, а ошибки и время воспроизведения макромолекулы независимы. Кроме того, предполагается, что $p_{ij} \ll 1$ для $j \neq i$, т. е. вероятности ошибок малы. Знание $P(j, t | i)$ позволяет написать уравнения для $\Gamma_j(t, N | i)$ —вероятности найти в среде N молекул типа j в момент времени t , если в момент $t=0$ в среде появилась молекула типа i :

$$\Gamma_j(t, 0 | i) = V_i(t) + \sum_l \int_0^t dt' P(l, t' | i) \Gamma_l(t-t', 0 | i) \Gamma_j(t-t', 0 | l), \quad j \neq i,$$

$$\Gamma_j(t, N | i) = \sum_l \sum_{m=0}^N \int_0^t dt' P(l, t' | i) \Gamma_l(t-t', N-m | i) \Gamma_j(t-t', m | l). \quad (2)$$

При выводе уравнений (2) было использовано добавочное условие $\Gamma_j(t, 0 | j) = 0$. В формулах (2) суммирование по l производится по всем видам молекул, а $V_i(t)$ является вероятностью того, что за время t молекула i не воспроизводится

$$V_i(t) = 1 - \sum_l \int_0^t dt' P(l, t' | i). \quad (3)$$

Из уравнений (2) легко получить уравнение для $N_j(t|i) = \sum_{N=0}^{\infty} N \Gamma_j(t, N|i)$ среднего числа молекул типа j , появившихся в среде за время t , если в $t=0$ в среду поместили молекулу типа i .

Эти уравнения могут быть записаны в матричном виде

$$N(t) = V(t) + \int_0^t dt' N(t-t') \{Z(t') + D(t')\}, \quad (4)$$

где

$$N_{ji}(t) = N_j(t|i), \quad Z_{ji}(t) = (1 + p_{ji}) f_i(t) \delta_{ji}, \quad V_{ji}(t) = V_i(t) \delta_{ji}, \\ D_{ki}(t) = p_{ki} f_i(t) (1 - \delta_{ki}), \quad f_i(t) = \frac{1}{V \pi \Delta_i} \exp \left\{ -\frac{(t - \tau_i)^2}{\Delta_i^2} \right\}, \quad (5)$$

δ_{ji} — символ Кронекера.

Решение уравнения (4) можно выразить посредством матрицы m

$$N(t) = V(t) + V \otimes m(t), \quad (6)$$

которая удовлетворяет уравнению

$$m(t) = Z(t) + D(t) + m \otimes (Z + D)(t). \quad (7)$$

В формулах (6) и (7) использовано обозначение для свертки

$$A \otimes B(t) = \int_0^t dt' A(t-t') B(t').$$

Малость матричных элементов $p_{ji} \ll 1$ дает возможность записать решение уравнения (7) в виде ряда по «возмущению» D

$$m(t) = m_0(t) + \sum_{n=1}^{\infty} (D + m_0 \otimes D)^n(t) + \sum_{n=1}^{\infty} (D + m_0 \otimes D)^n \otimes m_0(t), \quad (8)$$

где «невозмущенная» матрица $m_0(t)$ является решением уравнения

$$m_0(t) = Z(t) + m_0 \otimes Z(t). \quad (9)$$

Используя явный вид диагональной матрицы Z , можно показать, что с точностью до членов, экспоненциально малых по параметру $(\tau_0/\Delta_i)^2 \gg 1$, решение уравнения (9) дается формулой

$$m_{0ij}(t) = \delta_{ji} \frac{1}{V \pi \Delta_i} \sum_{k=1}^{\infty} (1 + p_{ji})^k \frac{1}{V k} \exp \left\{ -\frac{(t - k\tau_i)^2}{k\Delta_i^2} \right\}. \quad (10)$$

В дальнейшем мы будем интересоваться временами $t \gg \max \{\tau_i\}$. Для таких времен вид $m_{0ij}(t)$ упрощается:

$$m_{0ij}(t) \approx \delta_{ji} \frac{1}{\tau_i} \exp \left\{ \frac{t}{\tau_i} \ln(1 + p_{ji}) \right\}, \quad (11)$$

а решение (6) принимает вид

$$N(t) = \int_0^{\infty} dt' V(t') \cdot m(t). \quad (12)$$

Принимая во внимание (10), в формуле (8) легко выделить члены, которые дают наибольший вклад в $m(t)$. Действительно, учитывая что $m_0(t)$ возрастает экспоненциально, можно написать

$$m(t) \approx m_0(t) + \sum_{n=1}^{\infty} (m_0 \otimes D)^n \otimes m_0(t). \quad (13)$$

Легко понять смысл каждого слагаемого в формуле (13). Действительно, n -й член «теории возмущения» для матричного элемента $m_{ji}(t)$ описывает процесс, когда число копии молекулы типа i экспоненциально возрастая с характерным временем τ_i , ошибочно производят молекулу типа l , число которых начинает экспоненциально возрастать с характерным временем τ_l и т. д. и после n -й ошибки появляется молекула типа j , число которых также экспоненциально возрастает с характерным временем τ_j . Кроме того, производится суммирование как по возможным промежуточным молекулам, так и по времени случайного появления.

Количественная оценка для $N_j(t|i)$ существенно зависит от вида матрицы ошибок p_{il} , однако можно сделать ряд качественных заключений, которые не зависят от деталей матрицы p_{il} . Предполагая, что большинство матричных элементов p_{il} равны нулю, так как появляются ошибочные копии, мало отличающиеся от начального, оценим время τ_{ji} , необходимое для достоверного появления молекулы типа j непосредственно от молекулы типа i .

Время τ_{ji} по порядку величины равно времени, за которое $N_i \sim \frac{1}{p_{ji}}$. Учитывая, что для больших времен N_i возрастает экспоненциально, получаем

$$\tau_{ji} \approx -\tau_i \ln p_{ji} / \ln(1 + p_{ji}). \quad (14)$$

Времена T_{ji} , необходимые для достоверного возникновения j -й молекулы от i -й молекулы, и учитывающие промежуточное появление молекул других видов, определяется выражением

$$T_{ji} = \min \{ \tau_{jk} + \tau_{kl} + \dots + \tau_{mi} \}. \quad (15)$$

В формуле (15) минимум берется по всевозможным наборам промежуточных молекул $\{k, l, \dots, m\}$.

Если существует молекула типа α , для которого характерное время воспроизводства $\tau_{\alpha} / \ln(1 + p_{i\alpha})$ гораздо меньше соответствующих времен для других молекул, то независимо от вида молекулы i , синтезированной первоначально, по прошествии достаточно больших времен $t \gg T_{\alpha i}$ в среде будет встречаться только молекулы типа α и его ошибочные копии. Действительно, для больших времен относительные

концентрации $N_i/N_a \sim \exp \left\{ - \left(\frac{1}{\tau_a} - \frac{1}{\tau_i} \right) t \right\}$, экспоненциально малы для всех молекул, кроме молекулы типа α и его ошибочных копий.

Рассмотренная модель показывает возможность осуществления отбора на молекулярном уровне, связанную с разницей во временах воспроизводства макромолекул и наряду с моделями, рассмотренными в работах [1—3], может служить для понимания механизма возникновения единого кода.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физики

(Поступило 27.2.1981)

ბიოფიზიკა

ბ. კვირიკაძე

მოლეკულური შერჩევის თეორიისათვის

რეზიუმე

განხილულია თვითაღწარმოებადი მაკრომოლეკულების მოდელი, რომელშიც გათვალისწინებულია შეცდომები აღწარმოების დროს. ნაჩვენებია, რომ ასეთ სისტემაში შეიძლება განხორციელდეს გარკვეული ტიპის მოლეკულების შერჩევა, რომელიც დაკავშირებულია აღწარმოების დროის განსხვავებასთან სხვადასხვა ტიპის მოლეკულისათვის.

BIOPHYSICS

A. G. KVIRIKADZE

ON THE THEORY OF MOLECULAR SELECTION

Summary

A model of self-reproducing molecules is proposed, taking into account errors during reproduction. The possible selection of molecules of a specific type is shown. Such a selection is due to the difference between characteristic reproduction times for different-type molecules.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. Эйген. Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. М., 1973.
2. Г. Кастлер. Возникновение биологических организаций. М., 1967.
3. Ю. М. Романовский, Н. В. Степанова, Д. С. Чернавский. Математическое моделирование в биофизике. М., 1975.



УДК 547.96

БИОФИЗИКА

Т. М. ЗААЛИШВИЛИ, Г. Т. КОБАХИДЗЕ, Л. М. ВИСОЧЕК

НЕКОТОРЫЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ГЛАВНЫХ СОКРАТИТЕЛЬНЫХ БЕЛКОВ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ ЛЯГУШКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Заалишвили 23.7.1981)

Изучение тепловой денатурации белков позволяет по данным термодинамических параметров плавления оценить особенности структуры биополимера.

Исследование плавления главных сократительных белков кролика было изучено сравнительно хорошо [1—4], что позволило сделать авторам работы ряд выводов о стабильности этих белков в растворах. В то же время термодинамика плавления сократительных мышц лягушки до сих пор не исследована. Поэтому целью данной работы являлось определение термодинамических параметров плавления актина, миозина, актомиозина и системы актомиозин + АТФ лягушки *Rana Ridibunda*.

Исследование плавления используемых в работе белков и комплекса проводили на дифференциальном диатермическом микрокалориметре [5]. Чувствительность калориметрической установки составляла $0,72 \cdot 10^{-6}$ вт/мм. Сканирование по температуре проводили со скоростью 0,33 град/мин.

Миозин А выделяли по методу Плиски и др. [6] с некоторой модификацией. Ацетоновый порошок получали по методу Штрауба [7], а Г-актин — из порошка по методу Спудича и Вота [8]. Чистоту препаратов проверяли электрофорезом в градиенте полиакриламидного геля (5—15%). Электрофорез производили по методу Вебера [9]. Для получения синтетического актомиозина чистые препараты миозина и полимеризованного Ф-актина смешивали в соотношении 3:1 при ионной силе 0,5 и ионную силу раствора снижали диализом против стократного объема 0,05М КСl.

На рис. 1 представлена термограмма плавления Г-актина. Как видно из рисунка, тепловая денатурация Г-актина начинается с 46°C и заканчивается при 64°C ($\Delta T = 18^\circ\text{C}$). Характеристическая температура перехода T_m равна 54°C. Теплота плавления Г-актина $\Delta Q = 5,76$ кал/г-град.

Кривая, характеризующая изменение относительной теплоемкости миозина А лягушки (рис. 2), имеет два максимума и качественно совпадает с аналогичной зависимостью ΔC_p от температуры, полученной для миозина А из скелетных мышц кролика в работе [2]. Температурный интервал, в области которого происходит денатурация миозина А (ΔT), равен 44°C (начинается с 24°C и заканчивается при 68°C). Характеристические температуры перехода равны 38 и 44°C. Полная теплота плавления миозина А $\Delta Q = 6,70$ кал/г-град.

Следует отметить, что явления, происходящие при взаимодействии актомиозина с АТФ при высокой ионной силе ($I \geq 0,3$), не имеют непосредственного отношения к феномену сокращения [10]. Поэтому изучение взаимодействия актомиозина с АТФ при высокой ионной силе ($I=0,5$) может представлять интерес с точки зрения физико-химической характеристики молекулы этого белкового комплекса.

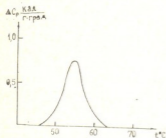


Рис. 1. Термограмма теплового поглощения γ -актина при тепловой денатурации. Концентрация белка 5,6 мг/мл

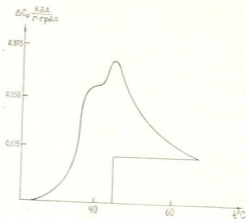


Рис. 2. Термограмма теплового поглощения миозина А при тепловой денатурации. Концентрация белка 12,6 мг/мл, 0,5М КСl, рН 7

На рис. 3 дана термограмма актомиозина ($I=0,5$). Как видно из рисунка, процесс теплоглощения, обусловленный денатурацией актомиозинового комплекса, начинается с 27°C и продолжается до 55°C ($\Delta T=28^\circ\text{C}$). Теплота плавления комплекса $\Delta Q=2,34$ кал/г·град ($T_m=43^\circ\text{C}$).

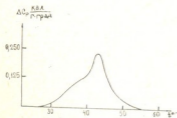


Рис. 3. Термограмма теплового поглощения актомиозина при тепловой денатурации. Концентрация белка 7,0 мг/мл, $I=0,5$ рН 7

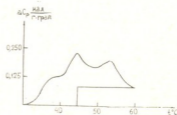


Рис. 4. Термограмма теплового поглощения системы актомиозин+АТФ при тепловой денатурации. Концентрация белка 6,3 мг/мл, $5 \cdot 10^{-4}$ М MgАТФ, $I=0,5$, рН 7

На рис. 4 представлена термограмма плавления комплекса АМ+АТФ ($I=0,5$). Как следует из рисунка, система АМ+АТФ плавится в три стадии. Характеристические температуры перехода $T_1=37^\circ\text{C}$, $T_2=44,15^\circ\text{C}$, $T_3=53^\circ\text{C}$ совпадают с характеристическими температурами перехода легкого меромиозина, тяжелого меромиозина и

Г-актина соответственно. Тепловая денатурация системы AM+ATФ начинается с 31°C и заканчивается при 59°C. Теплота плавления системы $\Delta Q = 3,15$ кал/г·град.

Рис. 5 представляет термограмму плавления суспензии синтетического актомиозина. Процесс теплопоглощения начинается с 34°C и продолжается до 54°C. Температурный интервал плавления составляет 20°C, теплота плавления $\Delta Q = 1,40$ кал/г·град ($T_m = 46^\circ\text{C}$).

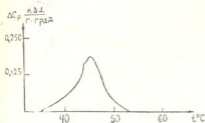


Рис. 5. Термограмма теплового поглощения суспензии синтетического актомиозина при тепловой денатурации. Концентрация белка 7 мг/мл, $I = 0,05$ рН 7

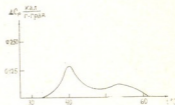


Рис. 6. Термограмма теплового поглощения системы актомиозин+АТФ при тепловой денатурации. Концентрация белка 6,3 мг/мл, $5 \cdot 10^{-4}$ М MgATФ, $I = 0,05$, рН 7

Как видно из рис. 6, температурный интервал плавления системы AM+ATФ при низкой ионной силе шире ($\Delta T = 29^\circ\text{C}$), чем суспензии актомиозина ($\Delta T = 20^\circ\text{C}$). Теплота плавления системы актомиозин+ATФ ($\Delta Q = 1,71$ кал/г·град) превышает теплоту плавления актомиозина ($\Delta Q = 1,40$ кал/г·град), что, видимо, указывает на образование под влиянием АТФ в частицах актомиозиновой суспензии добавочных связей. Вполне вероятно, что стрикция актомиозиновых частиц при действии АТФ обусловлена подобным явлением.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физиологии
 им. И. С. Бериташвили

Тбилисский государственный университет

(Поступило 24.7.1981)

ბიოფიზიკა

თ. ზაალიშვილი, ზ. კობახიძე, ლ. ვისოჩავი

ბაყაყის ჩონჩხის კუნთის ძირითადი უპკუმპვადი ცილების
 ზოგადი თერმოდინამიკური პარამეტრი

რეზიუმე

ბაყაყის ჩონჩხის კუნთის გ-აქტინის სითბური დენატურაცია იწყება 46° -დან და მთავრდება 64°C -ზე, ხოლო გადასვლის მახასიათებელი ტემპერატურა $T_m = 54^\circ\text{C}$. გ-აქტინის ლობის სითბო $\Delta Q = 5,76$ კალ/გ. გრად. მიოზინ A-ს შეფარდებითი სითბოტევადობის ცვლილების მახასიათებელ მრუდს აქვს ორი მაქსიმუმი ($T_{m1} = 38^\circ$, $T_{m2} = 44^\circ$) და ამ ცილის ლობის სითბო $\Delta Q = 6,70$ კალ/გ. გრად. ($I = 0,05$) AM+ატფ სისტემის ლობის ინტერვალი ($\Delta T = 29^\circ$) გაცი-

ლებით დიდია აქტომიოზინის სუსპენზიის ლლობის ინტერვალზე ($\Delta T=20^\circ$). AM+ატფ სისტემის ლლობის სითბო $\Delta Q=1,71$ კალ/გ. გრად.) მეტია აქტომიოზინის ლლობის სითბოზე ($\Delta Q=1,40$ კალ/გ. გრად.), რაც აღბათ ატფ-ის მოქმედებით აქტომიოზინის სუსპენზიის ნაწილაკებში დამატებითი კავშირების წარმოქმნაზე მიუთითებს.

BIOPHYSICS

T. M. ZAALISHVILI, G. T. KOBAKHIDZE, L. M. VISOCHEK

SOME THERMODYNAMIC PARAMETERS OF THE FROG SKELETAL MUSCLE CONTRACTILE PROTEINS

Summary

The thermal denaturation profile of the skeletal muscle G-actin lies in the temperature range of 46°C to 64°C with the characteristic melting temperature and melting heat equalling 54°C and $5,76$ cal/g. deg. respectively. The characteristic curve of myosin A has two maxima ($T_m=38^\circ\text{C}$, $T_m=44^\circ\text{C}$) and the melting heat of this protein is $\Delta Q=6.70$ cal/g. deg. The melting range ($\Delta T=29^\circ\text{C}$) and heat ($\Delta Q=1.71$ cal/g. deg.) of the AM+ATP system ($I=0.05$) exceeds by far the melting range ($\Delta T=20^\circ\text{C}$) and heat ($\Delta Q=1.40$ cal/g. deg.) of the actomyosin suspension. This probably points to the formation of additional linkage in the particles of the actomyosin suspension by the action of ATP.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Т. В. Бурджанадзе, Л. К. Вепхვაдзе, Е. Л. Кизиря, Д. Р. Монаселидзе, П. Л. Привалов, Г. Г. Чарквиани. Сб. «Биофизика мышечного сокращения». М., 1966, 218—223.
2. Т. В. Бурджанадзе, Д. Р. Монаселидзе, Н. Г. Бакрадзе, Е. Л. Кизиря, Г. Г. Чарквиани. Труды Юбилейной сессии Института физики АН ГССР. Тбилиси, 1968, 294—300.
3. Ф. О. Шрайбман. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1972.
4. ბ. ა. გაჩეჩილაძე. საკანდიდატო დისერტაციის რეზიუმე. თბილისი, 1974 წ.
5. В. В. Герасимов, Г. Р. Геташвили, Т. Г. Мелитаури, В. С. Михайлов. Вопросы биохимии неравной и мышечной систем, вып. 2, 1971, 134—145.
6. B. Pliszka, A. Szpacenko & H. Strzelecka-Golaszewska. J. Biol. Chem., 10, 1979, 343-359.
7. А. Сент-Дьёрдьи. Сб. «О мышечной деятельности». М., 1947.
8. Y. A. Spudich, S. J. Watt. J. Biol. Chem., 246, 1971, 4866-4871.
9. K. Weber & M. Osborn. J. Biol. Chem., 242, 1969, 4406-4412.
10. М. М. Заалишвили. Физико-химические основы мышечной деятельности. Тбилиси, 1971, 119.



М. Ш. ГОРДЕЗИАНИ, С. В. ДУРМИШИДЗЕ (академик АН ГССР),
Л. К. КУРАШВИЛИ

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФОСФАТИДИЛХОЛИНОМ ИНГИБИРОВАННЫХ ДЕТЕРГЕНТОМ РЕАКЦИИ ГИДРОКСИЛИРОВАНИЯ В ЦЕЛОЙ РАСТИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

Структурные аспекты биохимии монооксигеназ, осуществляющих гидрокселирование ксенобиотиков в животной ткани, изучены сравнительно детально. Экспериментальные исследования последних лет убедительно указывают на активную роль мембранных структур, в частности их фосфолипидных компонентов, в детоксикации обширного класса чужеродных соединений [1—6]. Установлена прямая корреляция между количественным содержанием в мембранах цитохрома P-450 (К. Ф. 1.14.14.1) и фосфатидилхолином. Липиды могут выступать в качестве эффикторов данного гемопротеида, а также влиять на его субстратную специфичность [7]. Нет сомнения, что свойства липидных компонентов определяют регуляторную функцию мембран, переводя клетки из одного метаболического состояния в другое.

Несмотря на важность вопроса, функциональная роль мембранных структур эндоплазматического ретикулама растительной ткани в процессах биотрансформации ксенобиотиков недостаточна изучена.

Задача настоящего исследования состояла в выяснении изменения реакции *N*-деметилирования и *n*-гидрокселирования в условиях присутствия в инкубационной среде мочевины (нарушающей конформацию белковых молекул [8]), тритона X-100 (неионного детергента, вызывающего солюбилизацию мембранных фосфолипидов [9]) и фосфатидилхолина (основного фосфолипида мембран, способствующего переносу редуцирующих эквивалентов от НАДФН на цитохром P-450 [10]). Для установления индуктивного характера оксигеназ исследуемых растительных объектов нами использован также циклогексимид — специфический ингибитор синтеза цитоплазматических белков [11].

Опыты ставили на набухших семядолях сои (*Glycine hispida*) и кукурузы (*Zea mays*) по ранее описанной методике [12]. О *N*-деметирующей и *n*-гидрокселирующей способности растительной ткани судили по количеству образовавшегося формальдегида (ФА) и *n*-аминофенола, когда в качестве окисляемых субстратов использовали амидопирин, диметиланилин и анилин. Инкубационной средой служили фосфатный буфер рН 6,0, содержащий 25 мМ Mg^{2+} . Концентрации используемых веществ в среде составляли: амидопирин диметиланилин и анилин 10^{-3} М каждый; тритон X-100 и фосфатидилхолин по 0,15%, циклогексимид 0,01 мг·мл⁻¹.

В работе использовали тритон X-100 фирмы «Schuchardt» (ФРГ), циклогексимид фирмы «Serva» (ФРГ), остальные реактивы были отечественного производства, квалификация х.ч. и ч.д.а. Яичный фосфатидилхолин в виде «сырого лецитина» (содержащего лецитин и кефалин) получали по методу [13].

Проведенные исследования показали, что увеличивающиеся концентрации мочевины (от 1 до 5М) не вызывают каких-либо существенных изменений в реакциях *N*-деметилирования или *p*-гидроксилирования (эти данные в статье не приводятся). В отдельных случаях прослеживается незначительная тенденция в сторону стимуляции или ингибирования, что, вероятно, вызвано определенными конформационными сдвигами соответствующих белков—ферментов. Можно полагать, что монооксигеназы исследуемых растительных тканей являются мембраносвязанными (эндогенными) белками, глубоко погруженными в липидный матрикс.

В пользу этого соображения говорят наши результаты, полученные при внесении в инкубационную среду тритона X-100 и фосфатидилхолина (рис. 1).

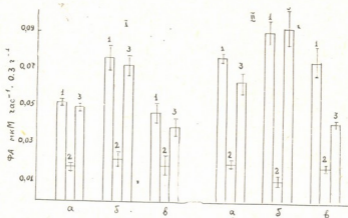


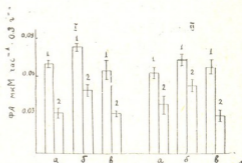
Рис. 1. Влияние тритона X-100 (2) и тритона X-100+фосфатидилхолина (3) на *N*-деметилирование амидопирина (а-1), диметиланилина (б-1) и *p*-гидроксилирования анилина (в-1) в семядолях кукурузы (I) и сои (II)

N-Деметилирование амидопирина и особенно диметиланилина под воздействием детергента резко снижается. Ингибирующий эффект достигает 65—87%. В случае *p*-гидроксилирования анилина выделение *p*-аминофенола вообще прекращается. Ранее нами было обнаружено, что в семядолях сои и кукурузы окислительное превращение анилина включает стадию оксиметилирования с последующим выделением формальдегида [12]. В присутствии детергента параллельно с исчезновением в инкубационной среде *p*-аминофенола значительно подавляется и количество образовавшегося формальдегида. Детергентное ингибирование свидетельствует о неспособности гидроксилирующей системы окислять ксенобиотики первого и второго типа в солюбилизованном состоянии.

Фосфатидилхолин был использован для проверки его способности восстанавливать ингибированные детергентом деметилазные и гидроксилазные активности. Из рис. 1 следует, что под влиянием этого фосфолипида полностью восстанавливаются реакции деметилирования диметиланилина в семядолях обоих растений и деметилирования амидопирина в семядолях кукурузы. В остальных случаях тоже происходит восстановление, но оно не достигает контрольного уровня. Например, в семядолях сои анилингидроксилазная активность восстанавливается лишь на 56%.

Важно отметить, что эффект фосфолипида одинаков независимо от того, вносится он одновременно с детергентом или добавляется после получения детергентного ингибирования. В связи с этим эффект фосфатидилхолина можно представить двояко: при его одновременном внесении вместе с детергентом фосфолипид как бы предотвращает связывание детергента с цитохромом P-450 и создает вокруг гемопротейда фосфолипидзависимое гидрофобное окружение, необходимое для осуществления реакции детоксикации. В условиях детергентного ингибирования фосфатидилхолин, по-видимому, высвобождает активные (гидрофобные) участки фермента от детергента, переводя его в липидную среду. Имеются данные о ведущей роли процесса удаления прочно связанного детергента из молекул гемопротейда в момент белок-липидного взаимодействия в реконструкции способности цитохрома P-450 связывать субстраты первого типа [14].

Рис. 2. Влияние циклогексимида (2) на N-деметилирование амидопиринза (а-1), диметиланилина (б-1) и p- гидроксилрование анилина (в-1) в семенах кукурузы (I) и сои (II)



Циклогексимид в концентрации $0,01 \text{ мг} \cdot \text{мл}^{-1}$ активно, но не полностью ингибирует процесс превращения субстратов как первого, так и второго типа (рис. 2). Можно полагать, что в семенах кукурузы и сои под влиянием исследуемых ксенобиотиков имеет место индукция соответствующих монооксигеназ, хотя не исключено также, что окисление происходит за счет активации уже существующих ферментных систем [15].

Академия наук Грузинской ССР
Институт биохимии растений

(Поступило 31.7.1981)

ბიოქიმიკა

მ. გორდოზიანი, ს. ლუგვიშვილი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი),
ლ. ურუშვილი

მთლიან მცენარეულ ქსოვილში დებრებებით ინჰიბირებადი ჰიდროქსილირების რეაქციების აღდგენა ფოსფატიდილქოლინით

რეზიუმე

სოიასა და სიმინდის გაჯირკვებულ ლეზნებში შარდოენას მზარდი კონცენტრაციები პირველი და მეორე ტიპის ქსენობიოტიკთა ჰიდროქსილირებაზე რაიმე შესამჩნევ გავლენას არ ახდენენ. აღნიშნული პროცესი შეკეთრად ითრგუნება ტრიტონ X—100-ით და სტიმულირდება ფოსფატიდილქოლინით. მი-

ლებული შედეგები იმაზე მიუთითებენ, რომ მცენარეული ჰიდროქსილაზები მემბრანებთან მტკიცედ დაკავშირებულ ფერმენტებს წარმოადგენენ და თავისი ენზიმური აქტივობისათვის საჭიროებენ ფოსფოლიპიდური კომპონენტის თანამყოფობას.

BIOCHEMISTRY

M. Sh. GORDEZIANI, S. V. DURMISHIDZE, L. K. KURASHVILI

 PHOSPHATIDYLCHOLINE REDUCTION OF HYDROXYLATION
 REACTIONS INHIBITED BY DETERGENT IN THE ENTIRE
 PLANT TISSUE

Summary

In swelled soybean and maize, increased concentrations of urea do not cause any considerable changes in the hydroxylation of xenobiotics of the first and second type. The process is drastically inhibited by Triton X-100 and is stimulated by phosphatidylcholine. The results obtained show that plant hydroxylases constitute enzymes closely connected with membranes, and to exhibit their activity they need the presence of a phospholipid component.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. В. Ляхович, И. В. Цырлов. Структурные аспекты биохимии монооксигеназ. Новосибирск, 1978.
2. А. И. Арчаков. Микросомальное окисление. М., 1975.
3. В. Ю. Уваров, Г. И. Бачманов, А. И. Арчаков, А. Г. Сухомудренко, К. Н. Мясоедова. Биохимия, 45, 8, 1980, 1463.
4. В. П. Курченко, С. А. Усанов, Д. И. Метелица. Изв. АН БССР, сер. хим. наук, № 3, 1980, 100.
5. А. Н. Еремин, М. А. Кисель, С. А. Усанов, Д. И. Метелица, А. А. Ахрем. ДАН БССР, 24, 5, 1980, 465.
6. B. R. Safer, V. Walkden, T. Hallinan. Biochem 127, 2, 1972, 37.
7. Е. Б. Бурлакова, Е. М. Молочкина. Сб. «Регуляция биохимических процессов у микроорганизмов». Пущино, 1979, 22.
8. H. S. Mason, J. C. North, M. Vanneste. Federation Proceedings, v. 24, 1965, 1172.
9. A. Helenius, K. Simons. Biochem Biophys. Acta, v 412, 1, 1975, 1.
10. J. Depierre, G. Dallner. Biochem. Biophys. Acta, 415, 4, 1975, 412.
11. А. В. Котельникова. Сб. «Митохондрии (биохимия и ультраструктура)». М., 1973.
12. М. Ш. Гордзიანი, С. В. Дурмишидзе, Л. К. Курашвили. Сообщения АН ГССР, 96, № 3, 1979, 717.
13. А. Ортнер, А. Рейхель. Практикум по органической химии, 1932, 205.
14. Г. И. Бачманова, И. И. Карузина, Д. А. Менгазетдинов, А. И. Арчаков, И. В. Галущенко, В. В. Образцов. Биохимия, 44, 8, 1979, 1361.
15. Г. Ф. Сафина, Л. Х. Гордон, В. Я. Алексеева, А. А. Бичурина. Физиол. раст., 25, 1, 1978, 70.



Т. Д. ЧИГВИНАДЗЕ

ПРЕВРАЩЕНИЕ ^{214}C -ЛИЗИНА В ЗЕРНЕ КУКУРУЗЫ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 4.3.1981)

Изучению метаболизма лизина и некоторых других незаменимых аминокислот злаковых культур уделяется особое внимание [1—4].

В наших предыдущих работах было показано образование лизина и некоторых других аминокислот в зерне кукурузы в процессе созревания [5, 6].

Целью настоящей работы явилось изучение превращения лизина в зерне нормальной кукурузы (Аджаметис тетри) и в ее лизиновом аналоге.

^{214}C -лизин (чистота была проверена хроматографически) вводили в початки опытных растений в фазе молочно-восковой спелости. Для анализа зерна брали периодически до технической спелости. Выделение белковых фракций из эндосперма и зародыша проводили по методике, разработанной для злаковых культур [7]. Для изучения аминокислотного состава отдельных белковых фракций проводили кислотный гидролиз 6N HCl в запаянных ампулах при 110° в течение 24 часов. Фракцию свободных аминокислот выделяли методом хроматографии на бумаге [8]. Идентификацию индивидуальных аминокислот проводили методами хроматографии на бумаге и радиоавтографии [9—11]. Радиоактивность определяли жидкостным сцинтилляционным спектрометром SL-30.

Эксперименты показали, что радиоактивный углерод ^{214}C -лизина включился как в свободные аминокислоты, так и в аминокислоты белковых фракций эндосперма и зародыша кукурузы.

Данные табл. 1 показывают, что в обеих частях зерна, особенно в зародыше, высокой радиоактивностью была представлена фракция свободных аминокислот. По распределению радиоактивного углерода лизина в белковых фракциях опытные растения отличались, в частности, в лизиновом аналоге спустя 24 часа после внесения ^{214}C -лизина в эндосперме радиоактивными оказались все белковые фракции, тогда как в Аджаметис тетри C^{14} включился лишь во фракцию проламинов. По мере созревания зерна включение C^{14} во фракцию проламинов увеличивалось, тогда как в лизиновом аналоге оно значительно уменьшалось. Почти такая же закономерность наблюдалась и в остальных белковых фракциях, что указывает на то, что в лизиновом аналоге превращение лизина происходит в меньшей степени. Это подтверждается также качественным составом и радиоактивностью аминокислот, образованных с участием радиоактивного углерода лизина (табл. 2).

В эндосперме Аджаметис тетри спустя 24 часа после внесения метки среди белковых фракций лизин с высокой радиоактивностью представлен во фракции альбуминов, в глобулинах и глотеллинах его радиоактивность приблизительно одинакова. Спустя 9 дней все еще высокой радиоактивностью отличалась фракция альбуминов, в то же время

увеличивалась радиоактивность лизина во фракции глютелинов. При технической спелости высокой радиоактивностью лизина отличалась фракция глютелинов, во фракциях альбуминов и свободных аминокислот его радиоактивность значительно уменьшалась.

Таблица 1

Включение радиоактивного углерода* ^{214}C -лизина в отдельные фракции веществ зерна кукурузы

| Экспозиция, дни | Части зерна | Суммарная радиоактивность фракций 10^3 имд/мин/г | % от суммарной радиоактивности фракций | | | | |
|------------------------------------|-------------|---|--|------------------|------------|------------|-----------|
| | | | Фракция свободных аминок-т | Белковые фракции | | | |
| | | | | Альбу-мины | Глобу-лины | Прола-мины | Глютелины |
| Аджаметис тегри | | | | | | | |
| 1 | Эндосперм | 22,7 | 84,1 | 0 | 0 | 15,9 | 0 |
| | Зародыш | 16,5 | 94,5 | 0 | 5,5 | — | — |
| 2 | Эндосперм | 11,6 | 57,5 | 1,5 | 0 | 32,8 | 7,9 |
| | Зародыш | 1,5 | 68,8 | 0 | 31,2 | — | — |
| 5 | Эндосперм | 34,1 | 46,2 | 2,2 | 3,2 | 16,6 | 31,5 |
| | Зародыш | 2,1 | 77,3 | 0 | 22,7 | — | — |
| 9 | Эндосперм | 195,3 | 67,0 | 3,5 | 8,8 | 13,9 | 6,6 |
| | Зародыш | 428,9 | 95,5 | 0,6 | 3,7 | — | — |
| 30 | Эндосперм | 36,7 | 25,8 | 1,0 | 2,7 | 61,6 | 8,7 |
| | Зародыш | 41,2 | 68,6 | 31,3 | 0 | — | — |
| Аджаметис тегри (лизиновый аналог) | | | | | | | |
| 1 | Эндосперм | 10,4 | 65,2 | 4,5 | 13,1 | 11,3 | 5,6 |
| | Зародыш | 10,4 | 100 | 0 | 0 | — | — |
| 2 | Эндосперм | 12,6 | 75,4 | 10,8 | 4,8 | 8,2 | 0,8 |
| | Зародыш | 8,6 | 85,4 | 14,8 | 0 | — | — |
| 5 | Эндосперм | 43,2 | 93,9 | 2,7 | 2,8 | 2,5 | 0 |
| | Зародыш | 22,5 | 100 | 0 | 0 | — | — |
| 9 | Эндосперм | 40,6 | 93,3 | 1,5 | 0 | 1,8 | 3,2 |
| | Зародыш | 25,1 | 96,9 | 3,0 | 0 | — | — |
| 30 | Эндосперм | 45,1 | 97,9 | 0,3 | 0 | 0,9 | 0,7 |
| | Зародыш | 11,5 | 100 | 0 | 0 | — | — |

* Приведена радиоактивность, исключая радиоактивность лизина.

В лизиновом аналоге в первой экспозиции лизин с высокой радиоактивностью был представлен во фракции глобулинов, спустя 9 дней его радиоактивность несколько уменьшалась во фракциях глобулинов и альбуминов и значительно увеличивалась во фракции глютелинов. При технической спелости эта закономерность была выявлена ярче.

Качественный состав аминокислот, образованных с участием радиоактивного углерода лизина, шире во фракции проламинов, среди которых в нормальной кукурузе высокой радиоактивностью отличались глутаминовая кислота, аланин, фенилаланин и лейцин. В лизиновом аналоге как во фракции проламинов, так и в других белковых фракциях удельная радиоактивность образованных аминокислот оказалась низкой.

Эксперименты показали, что в образовании глутаминовой кислоты C^{14} -лизин участвует в эндосперме обоих сортов кукурузы, но в нормальной кукурузе образованная глутаминовая кислота активно включилась в белковые фракции, особенно в проламины, тогда как в лизиновом аналоге она осталась в свободном виде.

Таблица 2

Включение радиоактивного углерода ^{214}C -лизина в отдельные аминокислоты эндосперма зерна кукурузы (радиоактивность 10^3 имп/мин на 1 г эндосперма)

| Экспозиция, дни | Свободные аминокислоты | Аминокислоты белковых фракций | | | |
|------------------------------------|--|--|--|--|---|
| | | Альбумины | Глобулины | Проламинны | Глютелины |
| Аджаметис тетра | | | | | |
| 1 | Лизин 19,4 Лейцин 11,1 Метионин 8 | Лизин 5,3 | Лизин 4,6 | Аланин 2,5 Лейцин 0,4 Глут. к-та 0,2 Пролин 0,2 Др. аминок-ты 0,2 | Лизин 3,3 |
| | Лизин 40 Метионин 43,7 Лейцин 26,9 | Лизин 70,4 Глут. к-та 1,5 Пролин 1 | Лизин 8,9 Лейцин 3,2 Пролин 1,5 | Лизин (следы) Аланин 10 Глут. к-та 10 Лейцин 1,7 Пролин 0,3 | Лизин 41,7 Метионин 10 Лейцин 2,2 Пролин 1 |
| 9 | Аланин 8,1 Пролин 3,7 Аргинин 18,1 Глицин 6,2 Валин 11,9 Фенилаланин 6,2 Лизин 2,9 | Лейцин 0,6 Аланин 0,1 Др. аминок-ты 3,6 | Метионин 1,3 Глут. к-та 0,5 Валин 2,9 Фенилаланин 7,6 | Лизин (следы) Глут. к-та 8,6 Аланин 7,3 Лейцин 0,8 Фенилаланин 2,8 Пролин 0,8 | Лизин 31,8 Глут. к-та 3,2 |
| 30 | Метионин 6,7 Лейцин 2,7 | Лизин 1,4 Др. аминок-ты 0,4 | Лизин 4,8 Метионин 0,5 Пролин 0,2 Др. аминок-ты 0,2 | | |
| Аджаметис тетра (лизиновый аналог) | | | | | |
| 1 | Лизин 11,2 Лейцин 4 Метионин 2,8 | Лизин 18 Пролин 0,5 | Лизин 33,5 Лейцин 0,7 Пролин 0,6 | Лейцин 0,3 Глут. к-та 0,3 Аланин 0,2 Пролин 0,1 Фенилаланин 0,1 | Лизин 4,6 Глут. к-та 0,3 Метионин 0,1 |
| | Лизин 23,8 Лейцин 4,3 Глут. к-та 3,5 Асп. к-та 7,4 Треонин 19,1 Валин 3,5 Лизин 28,8 Глут. к-та 4,8 Лейцин 2,4 | Лизин 9,2 Аланин 0,1 Пролин 0,1 Др. аминок-ты 0,4 | Лизин 21,1 | Лизин (следы) Лейцин 0,1 Пролин 0,1 Метионин 0,1 | Лизин 17,1 Метионин 1,3 |
| 9 | Лизин 28,8 Глут. к-та 4,8 Лейцин 2,4 Цистин 5,7 Асп к-та 9 Треонин 22 | Лизин 2,5 Др. аминок-ты 0,1 | Лизин 7,1 | Лизин (следы) Лейцин 0,2 | Лизин 22,5 Метионин 0,3 |
| 30 | | | | | |

Радиоактивный углерод лизина в образовании других соединений участвовал также в зародыше, но с гораздо меньшей интенсивностью, чем в эндосперме. Хотя надо отметить, что спустя 9 дней после внесения метки, особенно в обычной кукурузе, набор свободных аминокислот был довольно широкий. В обоих сортах радиоактивность фракций аль-

буминов и глобулинов зародыша была представлена в основном ли-
 зинном.

Проведенные эксперименты показали, что лизин активнее превра-
 щается в нормальной кукурузе по сравнению с лизиновым аналогом.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт биохимии растений

(Поступило 13.3.1981)

ბიოქიმია

თ. ჩიგვინაძე

2C¹⁴-ლიზინის გარდაქმნა სიმინდის მარცვალში

რეზიუმე

ლიზინის რაოდენობრივი შემცველობით განსხვავებულ სიმინდის ჯიშებ-
 ზე — აჯამეთის თეთრი და მისი ლიზინიანი ანალოგი — ჩატარებულმა გამო-
 კვლევებმა აჩვენა, რომ ლიზინი ნორმალური სიმინდის ენდოსპერმში
 უფრო აქტიურად გარდაიქმნება, ვიდრე მის ლიზინიან ანალოგში.

მარცვლის დამწიფებასთან დაკავშირებით ენდოსპერმის ცილის სხვადა-
 სხვა ფრაქციის შენებაში ლიზინის რადიოაქტიური ნახშირბადი განსხვავებულ
 ინტენსივობით მონაწილეობს.

ჩანასახის ცილის ფრაქციებში ლიზინი ძირითადად ლიზინადვე ჩაირთვება.

BIOCHEMISTRY

T. D. CHIGVINADZE

CONVERSION OF 2 C¹⁴-LYSINE IN MAIZE SEEDS

Summary

Experiments involving two varieties of maize (Ajametis tetri and its ly-
 sine analogue), differing in their quantitative content of lysine, have shown
 that lysine is actively converted in the endosperm of normal maize. With
 the ripening of seeds, lysine is incorporated in the protein fraction of the
 endosperm with varying intensity. In the protein fractions of the embryo of
 both maize varieties lysine is incorporated largely in lysine form.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. S. N. Nigam, W. B. McConnell. Can. J. Biochem. Physiol., 41, № 6, 1963, 1367-1371.
2. L. Sodek, C. M. Wilson. Arch. Biochem. Biophys. 140, № 1, 1970, 29-38.
3. L. Sodek, C. M. Wilson. Biochim. Biophys. Acta, 304, № 2, 1973, 353-362.
4. Brant Anders V. "FEBS Lett", 52, № 2, 1975, 288-291.
5. Т. Д. Чигвинадзе. Тез. докл. Всесоюзного симпозиума «Азотный и белковый обмен растений». Тбилиси, 1978.
6. Т. Д. Чигвинадзе. Сообщения АН ГССР, 98, № 3, 1980.
7. Методы белкового и аминокислотного анализа растений (методические указания). Под ред. В. Г. Конарева. Л., 1973.
8. Р. Я. Школьник, Н. Г. Доман, В. Н. Костылев. Биохимия, 26, 1961, 621.
9. Ж. В. Успенская, В. Л. Кретиович. Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений. М.—Л., 1962, 43.
10. И. М. Хайс. Хроматография на бумаге. М., 1962, 400.
11. С. Аронов. Изотопные методы в биохимии. М., 1959.



К. Н. БЕЖАНИШВИЛИ, Х. А. КАХНИАШВИЛИ

ДЕЙСТВИЕ АТРАЗИНА НА АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ОКСИДОРЕДУКТАЗ ВИНОГРАДА

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 24.3.1981)

При производстве вина ферментативные процессы в основном осуществляются с участием оксидоредуктаз. Поэтому качество вина в значительной степени зависит от активности окислительных ферментных систем винограда [1, 2].

На сегодняшний день в виноградниках Грузии широко применяются сим-триазиновые гербициды [3]. Разные сорта винограда в зависимости от своих биологических особенностей по-разному реагируют на них [4].

Целью настоящей работы являлось выяснение влияния различных гербицидных концентраций атразина на активность о-дифенолоксидазы (1.10.3.1), пероксидазы (1.11.1.7) и каталазы (1.11.1.6) листьев и ягод винограда сортов Ркацители и Саперави.

Опыты проводили в полевых условиях на плодоносящей виноградной лозе. Обработку почвы гербицидными концентрациями атразина проводили ранней весной до всхода сорняков. Применяли 8, 10 и 16 кг/га дозы исследуемого гербицида. Анализы проводили на протяжении всего вегетационного периода.

Для выделения суммарных ферментных препаратов из листьев и ягод винограда образцы гомогенизировали в жидком азоте. Гомогенат многократно промывали охлажденным ацетоном. После полного удаления ацетона измеряли активность изучаемых ферментов.

Активность о-дифенолоксидазы определяли по поглощению O_2 в аппарате Варбурга [5] и спектрофотометрическим методом [6], пероксидазы — по скорости окисления гваякола в тетрагваякохинон [7]. Измерения проводили на спектрофотометре СФ-4. Активность каталазы измеряли манометрическим методом по скорости разложения перекиси водорода [5].

Исследования показали, что гербицидные концентрации атразина заметно влияют на активность о-дифенолоксидазы, пероксидазы и каталазы изучаемых растений. В зависимости от концентрации применяемого гербицида и от вегетационного периода активность исследуемых оксидоредуктаз изменяется по-разному.

Под влиянием гербицидных концентраций атразина (8, 10, 16 кг/га) активность о-дифенолоксидазы сильно возрастает как в листьях, так и в ягодах на протяжении всего вегетационного периода. Максимальная активация этого фермента наблюдается при применении экстремальной дозы гербицида (16 кг/га). Активность о-дифенолоксидазы, по сравнению с контролем, сначала увеличивается, а затем постепенно снижается. В конце вегетационного периода, при низкой концентрации атразина (8 кг/га), активность о-дифенолоксидазы выше уровня контроля лишь на 10—15% (рис. 1, а, б).

Стимулирующее влияние атразина оказывает также на пероксидазную активность листьев и ягод исследуемых сортов винограда. Интенсивность стимуляции пероксидазы зависит от времени действия и от применяемой концентрации гербицида. Процент активации этого фермента, по сравнению с контролем, сравнительно высокий в листьях виноградной лозы сорта Саперави. В июле-августе, при концентрации атразина 16 кг/га, он повышается до 176%. Вместе с этим стимуляция пероксидазной активности во всех исследуемых объектах достигает своего максимума в названном периоде вегетации; потом происходит постепенное понижение активности фермента, но в период сбора урожая она вновь находится на достаточно высоком уровне (рис. 2, а, б).

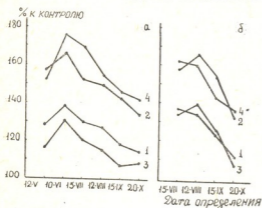


Рис. 1. Влияние атразина на активность о-дифенолоксидазы листьев и ягод (Б) винограда сортов Ркацители (1, 2) и Саперави (3,4): 1,3—8 кг/га, 2, 4 — 16 кг/га

При исследовании влияния атразина на активность каталазы наблюдается довольно сложная картина. Под действием низких гербицидных доз этого препарата (≤ 10 кг/га) имеет место активация названного фермента как в листьях, так и в ягодах обоих исследуемых сортов виноградной лозы. С повышением концентрации гербицида (16 кг/га) каталазная активность исследуемых объектов подавляется. Угнетение каталазной активности более четко выражено в листьях и ягодах винограда сорта Саперави (рис. 3, а, б).

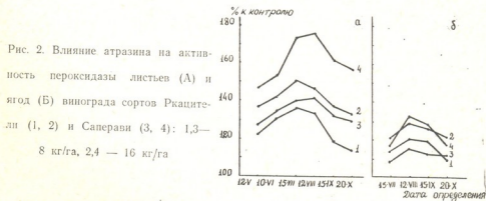


Рис. 2. Влияние атразина на активность пероксидазы листьев (А) и ягод (Б) винограда сортов Ркацители (1, 2) и Саперави (3, 4): 1,3—8 кг/га, 2,4 — 16 кг/га

Следует отметить, что ингибирование каталазной активности исследуемых объектов оказалось обратимым, так как в конце вегетационного периода активность фермента восстанавливалась и в некоторых случаях даже стимулировалась (рис. 3,а,б).

Таким образом, установлено, что под действием гербицидных концентраций атразина в основном наблюдается тенденция повышения активности о-дифенолоксидазы, пероксидазы и каталазы листьев и ягод винограда сортов Ркацители и Саперави.

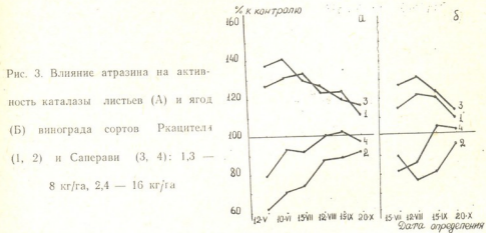


Рис. 3. Влияние атразина на активность каталазы листьев (А) и ягод (Б) винограда сортов Ркацители (1, 2) и Саперави (3, 4): 1,3 — 8 кг/га, 2,4 — 16 кг/га

Известно, что при приготовлении кахетинских вин стараются усилить процессы с участием окислительных ферментов. С этой точки зрения, повышение активности оксидоредуктаз винограда под влиянием гербицидных доз атразина надо рассматривать как положительный эффект.

Академия наук Грузинской ССР
Институт биохимии растений

(Поступило 26.3.1981)

ბიოქიმია

ბ. ბაქანიშვილი, ჯ. კახიანიშვილი

ატრაზინის მოქმედება ვაშის ზოგიერთი ოქსიდორედუქტაზის აქტივობაზე

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ატრაზინის სხვადასხვა ჰერბიციდული კონცენტრაცია მოქმედებს რქაწითელისა და საფერავის ფოთლებზე და ყურძნის ო-დიფენოლოქსიდაზას (1.10.3.1), პეროქსიდაზას (1.11.1.7) და კატალაზას (1.11.1.6) აქტივობაზე. ჰერბიციდების კონცენტრაციისა და სავეგეტაციო პერიოდისაგან დამოკიდებულებით საკვლევი ფერმენტების აქტივობა იცვლება სხვადასხვა-გვარად.

მიუხედავად ამისა, შეიმჩნევა აღნიშნული ფერმენტების გააქტივების ტენდენცია.

K. N. BEZHANISHVILI, Kh. A. KAKHNIASHVILI

THE EFFECT OF ATRAZINE ON THE ACTIVITY OF SOME
GRAPEVINE OXYDOREDUCTASES

Summary

It is shown that different herbicide concentrations of atrazine have an appreciable effect on the o-diphenoloxidase (1. 10. 3. 1), peroxydase (1. 11. 1. 7) and catalase (1. 11. 1. 6) activity of vine leaves and grapes. The activity of the oxydoreductases under study varies according to herbicide concentration and vegetation period; however, a tendency to increased activation is generally observed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. В. Дурмишидзе. Биохимия, т. 15, вып. 1, 1950, 58.
2. ს. დურმიშიძე, თ. ხაჩიძე. ყურძნის შემადგენლობა. თბილისი, 1979, 69.
3. P. A. Хубутия, М. Ш. Супатишвили. Труды Груз. НИИ защиты растений, т. XXII, 1071, 404.
4. P. A. Хубутия. Автореферат докт. дисс. Тбилиси, 1974.
5. В. В. Убрайт. Манометрические методы изучения тканевого дыхания. М., 1951.
6. G. Lanrardini, P. G Pifferi, A. Zamorini. Phytochemistry, 11, 1972, 89.
7. X. И. Починок. Методы биохимического анализа растений. Киев, 1970.



Р. А. ГАХОКИДЗЕ

ОБ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПУТЯХ ОБРАЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 16.7.1981)

Органические кислоты играют исключительно важную роль в обмене веществ животных и растений. Восстановление углекислоты в фотосинтезе и окисление углеводов в дыхании совершаются при участии органических кислот. Общепринято считать, что образование и использование органических кислот в процессе дыхания растений и животных осуществляются двумя химическими путями — гликолитическим с последующим циклом трикарбоновых кислот (циклом Кребса) и пентозофосфатным с участием глюконовой кислоты. Эти два пути дыхания могут функционировать одновременно, иногда с преобладанием одного из них в зависимости от условий [1]. Однако химическое разнообразие содержащихся в растениях органических кислот значительно превосходит набор кислот, участвующих в этих циклах, поэтому маловероятно, что обмен всех органических кислот в растениях ограничивается этими циклами.

Настоящая работа является попыткой выяснить, по каким возможным путям (кроме известных) могут образоваться органические кислоты в природных условиях.

В предыдущих работах [2, 3] показано, что альдозы со свободной полуацетальной и соседней спиртовой группами изомеризуются при воздействии гидроокисей тяжелых металлов переменной валентности в изомерные кислоты вследствие внутримолекулярной окислительно-восстановительной перегруппировки:



Эта перегруппировка имеет аналогию с образованием сахариновых кислот из восстанавливающих углеводов при действии щелочей. Но между этими молекулярными перегруппировками имеется принципиальная разница. В отличие от внутримолекулярной окислительно-восстановительной перегруппировки альдоз, сахариновая перегруппировка протекает межмолекулярно [4]. Продуктами этих перегруппировок являются дезоксиальдоновые кислоты, являющиеся изомерами моносахаридов.

Условия изомеризации моноз с образованием кислот с дезоксигруппой на втором месте близки к физиологическим условиям, поэтому она, возможно, моделирует один из наиболее важных биохимических процессов, а именно синтез 2-дезоксисахаров, необходимых для образования молекул нуклеиновых кислот.

Исследованиями ряда авторов [1] установлена корреляция между поступлением в растения катионов и содержанием органических кислот. Чем больше катионов, тем выше количество органических кислот. Зависимость между катионами и органическими кислотами в расте-

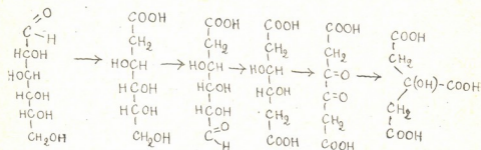


ниях проявляется уже в корневой системе — органе, непосредственно воспринимающем минеральные вещества и обеспечивающем ими все растение. Следовательно, природные почвенные условия (насыщенность основаниями) влияют на содержание в растениях органических кислот.

По мнению С. В. Солдатенкова [1], органические кислоты в процессе поступления в растения катионов выполняют роль химических нейтрализаторов, способствуя поддержанию реакции клеточного сока и протоплазмы в физиологических пределах. Так, например, при кратковременном воздействии необычно высокой для растения щелочности (рН 12) растение устраняет ее влияние, нейтрализуя катионы органической кислотой. Известно, что среды с нейтральной или щелочной реакцией (рН 8) значительно более благоприятны для синтеза жирных кислот и, следовательно, жиров плесневыми грибами. Химический состав жира в этих условиях также значительно меняется [5]. Однако ответ на вопрос о механизме влияния катионов на накопление органических кислот в литературе отсутствует.

Более близким к истине нам кажется предположение, что под действием металлов (щелочных агентов) сахара претерпевают аналогичные упомянутым выше молекулярные перегруппировки с образованием изомерных кислот (которые могут явиться интермедиатами в образовании других кислот), тем самым обеспечивая устойчивую (в физиологических пределах) реакцию внутренней среды клетки.

На основании изученной нами кислотной перегруппировки углеводов даем схему образования лимонной кислоты в растениях:



Согласно этой схеме, глюкоза вследствие внутримолекулярной окислительно-восстановительной перегруппировки переходит в 2-дезоксиглюконовую кислоту, которая через альдегид, претерпевая аналогичное окислительно-восстановительное превращение, образует 3,4-диоксиадипиновую кислоту. Далее при окислении 3,4-диоксиадипиновой кислоты получается 3,4-дикетоадипиновая (кетипиновая) кислота. Затем кетипиновая кислота претерпевает бензильную перегруппировку с образованием лимонной кислоты.

С целью подтверждения приведенной схемы были поставлены специальные химические и биохимические опыты для синтеза лимонной кислоты из вышеупомянутых продуктов. Под влиянием щелочи кетипиновая кислота, синтезированная из эфиров щавелевой и уксусной кислот в присутствии металлического натрия, превращается в лимонную кислоту. Об участии кетипиновой кислоты в схеме образования лимонной кислоты говорит наличие диацетила в растениях, так как часть кетипиновой кислоты с отщеплением углекислоты может превращаться в диацетил.

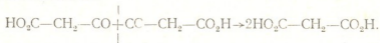
Поставленные опыты с плесневым грибом *Aspergillus niger* показали, что 2-дезоксиглюконовая кислота дает лимонную кислоту. Следу-

ет отметить, что дезоксиглюконовая кислота может служить единственным источником углерода для роста плесневого гриба. Она повышает энергию дыхания листьев тополя (*Populus nigra* L.).

О реальности такого пути образования лимонной кислоты свидетельствуют выделенные из растений дезоксиальдоновые кислоты — звенья этой схемы. Дезоксиальдоновые кислоты найдены в бобовых растениях [6]. Кислота — изомер гексозы выделена также из проростков кукурузы. Недавно в растениях обнаружены разветвленные дезоксиальдоновые кислоты [7, 8]. Эти кислоты, видимо, образуются из моноз в слабощелочных средах, и из них, вероятно, возникают дезоксисахара с прямым и разветвленным углеродным скелетом вследствие восстановления карбоксила. Однако образование дезоксигруппы может идти также из-за восстановительных превращений спиртовых групп.

Естественно возникает вопрос, в каком физиологическом процессе образуются дезоксиальдоновые кислоты и какова их роль в нем. Показано [1], что они принимают активное участие в метаболизме растений. Плесневой гриб *Aspergillus niger* свободно развивается на питательной среде, где единственным источником углерода были как дезокси-моникарбоновые, так и -дикарбоновые кислоты состава $C_5H_{10}O_5$, $C_6H_{12}O_6$ и $C_6H_{10}O_7$, выделенные из бобовых растений — фасоли, бобов и клевера. Дезоксиальдоновые кислоты из листьев фасоли повышают интенсивность их дыхания [1]. В листьях фасоли они образуются из сахаров и используются в дыхании с образованием ди- и трикарбоновых кислот, углекислого газа и аминокислот, как показали опыты с использованием радиоактивного углерода [9]. Заслуживает внимание тот факт, что дезоксиальдоновые кислоты образуют в процессе дыхания бобовых растений яблочную, малоновую и лимонную кислоты, при этом появляются и растворимые сахара (в темноте). В таком процессе дыхания образование ди- и трикарбоновых кислот не может осуществляться по циклу Кребса, так как малоновая кислота, присутствующая в бобовых растениях, оказывает на него ингибирующее действие.

Образование малоновой кислоты можно объяснить расщеплением кетипиновой кислоты:



Нами показано, что ионы кальция катализируют бензильную перегруппировку кетипиновой кислоты в лимонную кислоту, в то время как ионы натрия способствуют расщеплению с образованием малоновой кислоты.

Химизм образования ряда природных кислот по двум известным путям — циклу Кребса и пентозофосфатному не универсален. В пользу существования других путей дыхания, кроме известных, свидетельствует путь превращения глюкозы у бактерий *Pseudomonas* [10]. У *Pseudomonas* гликолитический и пентозофосфатный пути превращения отсутствуют. В случае подавления ингибиторами пентозофосфатного пути дыхания (пара-хлормеркурийбензоатом), гликолиза (фторидом натрия) и цикла Кребса (малоновой кислотой) образование органических кислот в листьях топинамбура не прекращается, что указывает на наличие альтернативного механизма их образования [11, 12]. При одновременном воздействии трех ингибиторов дыхание не прекращается, вопреки ожиданию, а лишь снижается на 37%.

Исследования последних лет позволяют считать, что в растениях существует много вариантов дыхательных систем, которые могут вклю-

чаться для компенсации дыхания, нарушенного по различным причинам [13, 14]. Потенциальные возможности системы дыхания у растений обширны. Включение альтернативных путей дыхания в критические моменты жизни есть проявление саморегуляции растительного организма.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 17.7.1981)

ბიოქიმია

რ. გახოკიძე

ბუნებრივ პირობებში ორგანულ მჟავათა წარმოქმნის
 ალტერნატიული გზების შესახებ

რეზიუმე

ნახშირწყლების შიდამოლეკულური გადაჯგუფების საფუძველზე განსჯილია მცენარეებში ორგანულ მჟავათა წარმოქმნის მექანიზმი. მოცემულია სქემა, რომლის მიხედვით ლიმონმჟავა წარმოიქმნება გლუკოზის შიდამოლეკულური გადაჯგუფების შედეგად. შუალედი პროდუქტებია: 2-დეოქსიგლუკონის მჟავა, 3,4-დიოქსიადიპინის მჟავა და 3,4-დიკეტოადიპინის მჟავა.

BIOCHEMISTRY

R. A. GAKHOKIDZE

ON ALTERNATIVE PATHWAYS OF THE FORMATION OF ORGANIC ACIDS IN NATURAL SYSTEMS

Summary

On the basis of intramolecular rearrangement of carbohydrates a suggestion is made with respect to the formation of organic acids in plants. The formation of citric acid may occur via the intramolecular rearrangement of glucose, involving the intermediates: 2-deoxygluconic acid, 3, 4-dihydroxyadipic acid and 3, 4-diketoadipic acid.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. В. Солдатов. Биохимия органических кислот. Л., 1971.
2. Р. А. Гахокидзе. ЖОХ, 46, 1976, 1620.
3. Р. А. Гахокидзе. Сообщения АН ГССР, 89, № 3, 1978, 601.
4. Р. А. Гахокидзе. Успехи химии, 49, 1980, 420.
5. Д. Фостер. Химическая деятельность грибов. М., 1950, 147.
6. С. В. Солдатов, Т. А. Мазурова. Биохимия, 21, 1956, 652.
7. R. W. Schramm, B. Tomaszewska, G. Petersson. Phytochemistry, 18, 1979, 1393.
8. J. de Pascual Teresa, J. C. Hernandez Aubanel, A. San Feliciano, J. M. Miguel del Corral. Tetrahedron Letters, 21, 1980, 1359.
9. С. В. Солдатов, О. Д. Быков. Физиол. раст., 11, 1964, 515.
10. N. Entner, M. Doudoroff. J. Biol. Chem., 196, 1952, 853.
11. Н. И. Инге-Вечтомова. Физиол. раст., 9, 1973, 95.
12. Н. И. Инге-Вечтомова, С. В. Солдатов. Вестник Ленингр. ун-та, 15, 1975, 77.
13. У. Боннер. Сб. «Биохимия растений». М., 1968, 56.
14. Б. А. Рубин, М. Е. Ладыгина. Физиология и биохимия дыхания растений. М., 1974, 512.



УДК 634.30:632.483+632.952

ფიტოპათოლოგია

ზ. გოგოლიშვილი

ციტრუსების ანთრაქნოზის წინააღმდეგ ბრძოლის ზომიერითი თავისებურება

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ყანჩაველმა 5.8.1981)

ანთრაქნოზი ციტრუსების ერთ-ერთი სერიოზული დაავადებაა, რომლის მავნეობა მისი განვითარებისათვის ხელსაყრელ წლებში საკმაოდ მაღალია.

დაავადების გამომწვევემა სოკომ *Coletotrichum gloeosporioides* penz ქართველი მეცნიერების სათანადო ყურადღება მიიქცია და მისი ბიოეკოლოგიის შესწავლის საფუძველზე შემუშავებულია ბრძოლის ღონისძიებანი [1—4].

უკანასკნელ წლებში ჩვენს მიერ ჩატარებული ცდებისა და დაკვირვებების შედეგად დაზუსტებულია სოკოს ბიოეკოლოგიის ზოგიერთი მომენტი და დაავადების განვითარების თავისებურებანი საქართველოს სუბტროპიკების პირობებში [5]. კერძოდ, დადგენილია, რომ დაავადების შედარებით ინტენსიური განვითარების წლებში ერთ-ერთ ყველაზე კრიტიკულ პერიოდს წარმოადგენს ყვავილობის და ნასკვების განვითარების ფაზები.

გავითვალისწინეთ რა ციტრუსების ანთრაქნოზის ზემოთ აღნიშნული თავისებურებანი, მიზნად დავისახეთ მის წინააღმდეგ ქიმიური ბრძოლის გაუმჯობესება.

საკვლე ცდები მიმდინარეობდა ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო ინსტიტუტის ანასეულის ექსპერიმენტული მეურნეობის მანდარინის, ფორთოხალისა და ლიმონის შერეულ ნარგობაში (0,5 ჰა), აგრეთვე ლიმონის პლანტაციაში (0,25 ჰა). საველე ცდების დროს დაცული იყო ყველა ის პირობა, რაც აუცილებელია სარწმუნო შედეგების მისაღებად.

გამოცვადეთ ცინები, ქომეცინი და ფუნდაზოლი შესაბამისად 0,5, 0,4 და 0,2% კონცენტრაციებში საწარმოო სქემით. გარდა ამისა, ცალკე ვარიანტებს წარმოადგენდა საცდელი ფუნგიციდებით მცენარეთა დამატებითი დამუშავება მასობრივი ყვავილობის ფაზაში საწარმოო შესხურებების ფონზე. ეტალონს წარმოადგენდა ბორდოული სითხე 1%-იანი საწარმოო სქემით. საკონტროლოდ დავტოვეთ ფუნგიციდებით შეუსხურებელი მცენარეები. ყველა ვარიანტში, გარდა ყვავილობის ფაზაში შესხურებისა და ბორდოული სითხის ვარიანტისა, პრეპარატებს ვიყენებდით ინსექტოაკარიციდებთან კომბინირებული ნაზავის სახით ინსტრუქციის თანახმად). ეტალონის ვარიანტში ინსექტოაკარიციდები გამოვიყენეთ ბორდოული სითხით შესხურებიდან 10 დღის შემდეგ. ინსექტოაკარიციდებით დავამუშავეთ საკონტროლო მცენარეებიც.

ქვემოთ მოგვყავს საველე ცდების შედეგები 1977 წლის მაგალითზე (იხ. ცხრილი). აღნიშნული წელი გამოირჩეოდა ანთრაქნოზის ძლიერი განვითარებით.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, საცდელი ფუნგიციდები — ცინები, ქომეცინი და ფუნდაზოლი სამეურნეო სქემით შესხურების შემთხვევაში არ ჩამორ-

ჩებიან ეტალონს ფოთლებზე ანთრაქნოზის მიმართ ტექნიკური ეფექტურობის მიხედვით, ხოლო მოსავლიანობის მატების მაჩვენებლით (სამეურნეო ეფექტურობა) აჭარბებენ კიდევ მას. ეს შეიძლება იმითაც აიხსნას, რომ აღნიშნული ფუნგიციდები, როგორც ცნობილია, საკმაოდ მაღალი აკარიციდული თვისებებითაც ხასიათდებიან. მაგრამ აღნიშნულ ვარიანტებში, ისე როგორც ბორდოული სითხისა და საკონტროლო ვარიანტებში, ძლიერი იყო ყვავილების დაავადება და აღინიშნებოდა ნასკვების მნიშვნელოვანი დაზიანება. რაც შეეხება იმ ვარიანტებს, სადაც მცენარეები დამატებით დამუშავდა ყვავილობის

ფუნგიციდების ტექნიკური და სამეურნეო ეფექტურობა ციტრუსების ანთრაქნოზის წინააღმდეგ

| ცდის ვარიანტები | დაავადების განვითარება | | | | | | მოსავალი | |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| | ფოთლებზე | | ყვავილებზე | | ნასკვებზე | | ერთ ძირზე საშუალოდ | სამეურნეო ეფექტურობა, % |
| | დაავადების განვითარება, %/მ | ტექნიკური ეფექტურობა, %/მ | დაავადება, %/მ | ტექნიკური ეფექტურობა, %/მ | დაავადების განვითარება, %/მ | ტექნიკური ეფექტურობა, %/მ | | |
| კონტროლი (ფუნგიციდებით შეუსურებელი) | 7,4 | — | 32,7 | — | 8,1 | — | 38,5 | — |
| ბორდოული სითხე 1%-იანი, სამეურნეო სქემით | 0,8 | 89,9 | 20,8 | 36,3 | 2,5 | 69,2 | 42,8 | 11,2 |
| ცინები 0,5%-იანი, სამეურნეო სქემით | 1,15 | 84,5 | 23,5 | 28,1 | 5,1 | 38,3 | 43,2 | 12,2 |
| ცინები 0,5%-იანი, ყვავილობის ფაზაში დამატებითი შესურებით | 0,7 | 90,4 | 5,4 | 83,7 | 1,3 | 82,7 | 45,1 | 17,1 |
| ქომეცინი 0,4%-იანი, სამეურნეო სქემით | 0,7 | 90,5 | 22,0 | 32,7 | 5,9 | 27,2 | 43,0 | 11,7 |
| ქომეცინი 0,4%-იანი, ყვავილობის ფაზაში დამატებითი შესურებით | 0,6 | 91,6 | 6,7 | 70,9 | 2,5 | 69,2 | 46,4 | 20,5 |
| ფუნდაზოლი 0,2%-იანი, სამეურნეო სქემით | 0,5 | 93,9 | 16,6 | 49,3 | 0,8 | 90,1 | 44,3 | 15,0 |
| ფუნდაზოლი 0,2%-იანი, ყვავილობის ფაზაში დამატებითი შესურებით | 0,4 | 94,1 | 3,7 | 88,7 | 0,2 | 97,5 | 48,4 | 25,7 |

ფაზაში, ყვავილების დაავადება ძლიერ შემცირდა (ტექნიკური ეფექტურობა უდრიდა 69,2—97,5%-ს), ხოლო ნასკვების დაავადების პროცენტი მინიმუმამდე დავიდა. ასე მაგალითად, საკონტროლო მცენარეებზე ყვავილების დაავადება 32,7%-ს შეადგენდა, მაშინ როდესაც ცინებისა და ფუნდაზოლის ვარიანტებში დამატებითი წამლობის შედეგად ყვავილების დაავადების პროცენტი არ აღემატებოდა შესაბამისად 5,1 და 3,7%-ს. შესამჩნევად გაიზარდა აგრეთვე მოსავლიანობა. კერძოდ, ზემოთ აღნიშნულ ვარიანტებში მიღებულ იქნა შესაბამისად 5,9 და 14,5%-ით მეტი მოსავალი ეტალონთან შედარებით, რაც ძალზე მნიშვნელოვანია ციტრუსოვანი კულტურების მიმართ.

საკვიალური ცდებით დადგინდა, რომ ცინების, ქომეცინისა და ფუნდაზოლის შესურება ციტრუსების ყვავილობის ფაზაში უარყოფითად არ მოქმედებს ყვავილობაზე. პირიქით, აღინიშნება ყვავილების გამონასკვისა და ნაყოფების შერჩენის პროცენტის თვალსაჩინო გაზრდა.

საწარმოო გამოცდამ, რომელიც ტარდებოდა ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო ინსტიტუტის ჩაქვის ექსპერიმენტული მეურნეობის 5 ჰექტარ ფართობზე (მანდარინის 14-წლიანი ხეები), სრულად დაადასტურა სავსე ცდებით მიღებული შედეგები. დაავადების ინტენსიური გავრცელების შემთხვევაში ცინების 0,5%-იანი სუსპენზიით ციტრუსების მასობრივი ყვავილობის ფაზაში დამატებითი შესხურებით მიღებულია 18,5 ცენტნერი დამატებითი მოსავალი 1 ჰა-ზე საშუალოდ სამეურნეო სქემით წამლობასთან შედარებით, რაც შეადგენს 1544,39 მანეთ წმინდა შემოსავალს. დამატებით ღონისძიებაზე დახარჯული ყოველი მანეთი იძლევა 13,96 მანეთ მოგებას.

ამრიგად, ანთრაქნოზის ძლიერი განვითარების წლებში დამატებითი წამლობის ჩატარება ციტრუსების მასობრივი ყვავილობის ფაზაში მიგვაჩნია მიზანშეწონილ ღონისძიებად, რაც წარმოადგენს მოსავლიანობის გაზრდის ერთერთ მნიშვნელოვან რეზერვს.

ჩაისა და სუბტროპიკულ კულტურათა საკავშირო
 სამეცნიერო ინსტიტუტი

(შემოვიდა 5.6.1981)

ФИТОПАТОЛОГИЯ

З. А. ГОГОЛИШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БОРЬБЫ ПРОТИВ АНТРАКНОЗА ЦИТРУСОВЫХ КУЛЬТУР В ГРУЗИИ

Резюме

В результате опытов по уточнению особенностей развития одной из основных болезней цитрусовых — антракноза было установлено, что одним из критических периодов развития болезни является фаза цветения. В годы, благоприятные для развития болезни, отмечается поражение 25—35% цветков, в результате чего существенно снижается урожайность.

Мы поставили целью внести определенные коррективы в производственную схему применения фунгицидов, против комплекса вредителей и болезней цитрусовых, включающую 4 опрыскивания растений в весенне-летний период.

Опыты показали, что дополнительная обработка растений в фазе цветения 0,5%-ным цинебом или 0,4%-ным хомецином или 0,2%-ным фундазолом до минимума снижает пораженность цветков и завязей, вследствие чего повышается урожайность на 8—12% и больше. Фитотоксическое действие вышеуказанных фунгицидов на растение не отмечается. Наоборот, повышается процент завязывания и сохранения плодов.

Z. A. GOGOLISHVILI

SOME SPECIFICITIES OF CITRUS ANTHRACNOSE CONTROL IN
GEORGIA

Summary

In years favourable for the development of anthracnose 25-35 per cent of citrus blossoms are affected, considerably lowering the crops. Additional treatment of plants with 0.5% zineb, 0.4% chometsine, and 0.2% fundazole was found to reduce to minimum the damage of the blossoms and ovaries. As a result the crop yield increases by 8-12% and more.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Чантурия. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1942.
2. Г. А. Кварцхава. Субтропические культуры, № 5, 1971.
3. В. Г. Мкервали, З. А. Гоголишвили. Субтропические культуры, № 6, 1975.
4. Г. С. Гогиберидзе. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1976.
5. З. А. Гоголишвили. Сообщения АН ГССР, 102, № 2, 1981.

3. В. ТРУШИНА

УЛЬТРАСТРУКТУРА ЭРИТРОЦИТОВ И ЛЕЙКОЦИТОВ БОЛЬНЫХ ВРОЖДЕННЫМИ ПОРОКАМИ СЕРДЦА

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 22.7.1981)

Хроническая гипоксемия, возникающая при врожденных пороках сердца, влечет за собой усиление процессов кроветворения, что, естественно, сказывается на общих показателях красной и белой крови. Известно [1, 2], что при этой патологии наблюдаются как количественные изменения красной крови — эритроцитоз, ретикулоцитоз, ускоренное созревание эритроцитов, так и качественные изменения — сокращается продолжительность жизни эритроцитов, усиливается их способность к агрегации, а также анизцитоз эритроцитов. Все эти сдвиги являются компенсаторно-приспособительной реакцией организма на гипоксемию.

Изучению эритроцитов при гипоксемии посвящено много исследований. В то же время недостаточно изучены вопросы изменения белой крови, отсутствуют данные о субклеточной организации форменных элементов крови больных врожденными пороками сердца.

Цель настоящего исследования заключалась в изучении ультраструктуры лейкоцитов и эритроцитов больных различными врожденными пороками сердца (тетрада Фалло, незарашение артериального протока, дефект межпредсердной перегородки). Обследована кровь 12 больных в возрасте от 4 до 16 лет. Кровь брали во время операции на стадии кожного разреза. Выделяли эритроцитарную массу и лейкоцитарную пленку методом центрифугирования при 1500 оборотах в течение 7—10 мин. Полученный материал проводили по общепринятой методике Паладе, несколько модифицированной для кроветворной ткани, и заливали в смесь аралдита. Срезы получали на ультрамикротоме LKB-4, контрастировали методом двойного окрашивания и изучали в электронном микроскопе «Tesla BS-500».

На изученных препаратах, наряду с нормоцитами с четкой контурированной мембраной и равномерно распределенным содержанием умеренной плотности, обнаружены эритроциты с несколько утолщенной мембраной и просветленной внутренней структурой. Наблюдается анизцитоз эритроцитов, который проявляется в увеличении их размера. Выявляются ретикулоциты, в цитоплазме которых обнаруживаются остатки цитоплазматической сети, митохондрий, а также рудименты пластинчатого комплекса в виде вакуолей различной формы и величины с четкой мембраной (рис. 1). Агрегирующая способность эритроцитов повышена, часто встречаются группы, образующие агрегаты.

Отмечаются увеличение числа псевдоподий (цитоплазматических выростов) нейтрофильных лейкоцитов, мозаичность структуры и их митохондрий, в некоторых митохондриях кристы укорочены, фрагментированы, теряют свойственное им параллельное расположение, в других наблюдается деформация внутренней и наружной мембран. Встречаются 2—3-сегментные ядра с неравномерно распределенным хромати-

ном в виде агрегатов по периферии нуклеолеммы. Центральная зона нуклеолеммы в основном просветлена, перинуклеарное пространство расширено. Элементы пластинчатого комплекса в виде хорошо развитых многочисленных везикул располагаются вблизи ядра, площадь их несколько увеличена.

Зернистая цитоплазматическая сеть вакуолизирована. По всей цитоплазме наблюдается увеличение количества и размера вакуолей, некоторые из них с признаками аутофагоцитоза. Наблюдается полиморфизм нейтрофильных гранул — как формы и размера, так и плотности их матрикса. Мембрана нейтрофильных гранул нередко разрыхлена, имеет точечные разрывы что, видимо, способствует выходу содержимого гранул и цитоплазму.

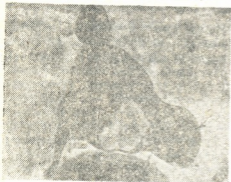


Рис. 1. Ретикулоцит (1) из периферической крови больного тетрадой Фалло. Демонстрируются анизоцитоз клетки и остатки митохондрий (2) в цитоплазме ($\times 9000$)



Рис. 2. Моноцит из периферической крови больного тетрадой Фалло. Демонстрируются многочисленные выросты плазмалеммы (1), ядро бобовидной формы (2) и хорошо развитый пластинчатый комплекс (3) ($\times 9000$)

Мембрана лимфоцитов в некоторых местах имеет небольшие разрывы. В ядрах этих клеток хроматин равномерно распределен. Крысты в митохондриях дезорганизованы. Увеличено количество вакуолей, разбросанных по всей цитоплазме.

Изменена и ультраструктура моноцитов. Плазмалемма этих клеток имеет многочисленные выросты. Ядро бобовидной формы с глубокой инвагинацией. Хроматин равномерно распределен. В выемке ядра часто обнаруживается хорошо развитая система канальцев и мешочков пластинчатого комплекса. Встречаются митохондрии, различные по форме и размеру, с гомогенизированным матриксом (рис. 2).

Результаты проведенного исследования показали, что при различных врожденных пороках сердца в клетках периферической крови — как в эритроцитах, так и в лейкоцитах — развиваются отчетливые нарушения ультраструктуры. Изменения в эритроцитах могут быть расценены как результат понижения кислородоснабжения, что выражается в их анизоцитозе, появлении незрелых форм эритроцитов, уплотнении матрикса.

Вследствие уменьшения интенсивности аэробноза в гранулах развивается внутриклеточный и внутриядерный отек, нарушается структура и функция специфических гранул, что вызывает аутофагоцитоз. Изменения в гранулоцитах хотя и менее резки, но все же позволяют гово-

რითი და რაღაც დეინტეგრაციის თხევანი სტრუქტურის ამი კლიტოკი, ვიდიმო ტაკე ჰიპოქსიკური ხარაქტერი.

ნა ოსოვანიი ვიშესკაზანიი მოქო სდელო ვიუო, ჭო კლიტოკი პერიფერიკური კრივი ბოლნიხ ვროჟენნიხი პოროკაი სერდცა დოსტოტოჩნო ნაგლიდნო რეაგირუოტ ნა ჰიპოქსიუ პოვრეჟდენიემ ულტრასტრუქტურის.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт экспериментальной морфологии
 им. А. Н. Натишвили

(Поступило 24.7.1981)

ციტოლოგია

ზ. ტრუშინა

ერიტროციტების და ლეიკოციტების ულტრასტრუქტურა გულის
 თანდაყოლილი მანკების დროს

რეზიუმე

შესწავლილია გულის თანდაყოლილი მანკებით დაავადებული კაბილარული სისხლიდან გამოყოფილი ერითროციტების და ლეიკოციტების ულტრასტრუქტურა. ერითროციტების ცვლილებები გამოხატულია მათ ანიზოციტოზში, მატრიქსის გამკვრივებასა და ერითროციტების აგრეგაციული უნარის მომატებაში. გვხვდება მოუწიფებელი ფორმები (რეტიკულოციტები).

აღინიშნება თეთრი სისხლის ელემენტების ციტოლაზმური მემბრანის და ორგანელების ცვლილებები, ირღვევა გრანულების სტრუქტურა და ფუნქცია. ყველა ეს ცვლილება წარმოადგენს ორგანიზმის კომპენსატორულ-შემგუებლობითი რეაქციის გამოვლენას თანდაყოლილი გულის მანკების დროს არსებულ ქრონიკულ ჰიპოქსემიაზე.

CYTOLOGY

Z. V. TRUSHINA

THE ULTRASTRUCTURE OF ERYTHROCYTES AND LEUCOCYTES
 OF PATIENTS WITH INBORN HEART DISEASE

Summary

A study of the title problem has shown that the changes in the erythrocyte ultrastructure are expressed in anisocytosis, increase of the erythrocyte aggregating capacity, and in the appearance of immature forms (reticulocytes). Changes are noted in the cytoplasmatic membranes and organelles in the white blood cells, the structure of specific granules being disturbed. All these changes serve as a compensatory-adaptive reaction of the organism to chronic hypoxemia, occurring with the inborn heart disease.

ЛИТЕРАТУРА — LITERATURA — REFERENCES

1. В. А. Дмитриева, Н. Ф. Тетерина, М. Н. Кириченко и др. Сб. «Морфологические и химические изменения в процессе развития клетки». Рига, 1967, 275—282.
2. Г. Н. Окуева, К. Н. Моисеева, Г. Н. Светличная, В. С. Сычева. Кардиология, № 9, 1976, 42—45.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

К. Н. СИСАУРИ

УЛЬТРАСТРУКТУРА СЕЛЕЗЕНКИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
ГИПОКСИИ

(Представлено академиком Н. А. Джавахишвили 12.3.1981)

В настоящем сообщении представлены результаты изучения влияния гипоксической гипоксии на лимфоидную ткань селезенки крыс.

Материалом исследования послужила ткань селезенки 25 крыс массой 120—150 г, находившихся в условиях гипоксической гипоксии. Животных помещали в барокамеру, где создавали атмосферное давление 310—340 мм рт. ст., соответствующее высоте 6800—7000 м н. у. м.; пять контрольных крыс находились в камере с нормальным барометрическим давлением в том же помещении. Температура в камере колебалась в пределах 19—22°. Продолжительность эксперимента составляла 2 часа. Крысы забивали декапитацией на 1, 5, 10, 20 и 30-е сутки после ежедневного воздействия гипоксической гипоксии.

Для электронномикроскопического исследования кусочки селезенки, взятые как из поверхностных, так и из глубже расположенных участков, фиксировали в 2% забуференном растворе осмиевой кислоты в течение 2 часов при $t + 4^{\circ}\text{C}$. Срезы окрашивали методом двойного контрастирования и изучали в электронном микроскопе «Tesla BS-500».

Проведенное исследование показало, что на 1-е сутки опыта имеют место дистрофия малых лимфоцитов, пикноз их ядер. Со стороны ретикулярных клеток наблюдались гипертрофия органелл, увеличение количества лизосом в них. Вокруг синусоидальных капилляров встречались многочисленные макрофаги и нейтрофильные лейкоциты с повышенным содержанием лизосом и фагосом.

Спустя 5 и особенно 10 суток в просвете венозного синусоида отмечались клетки макрофагального ряда — лимфоциты и деструктивно измененные тромбоциты. Плазмалемма эндотелия в целом была разрушена, эндотелий был резко истончен (рис. 1).

Наличие лимфоцитов в просвете синусоидов указывало на их усиленную миграцию.

Выявились дистрофия и деструкция малых лимфоцитов, вакуолизация их цитоплазмы, истончение плазмалеммы клетки с уменьшением пиноцитозной активности. Нарастало количество первичных и особенно вторичных лизосом. Клетки ретикулоэндотелиальной системы были активизированы, размеры клеток и их ядер увеличены, цитоплазма вакуолирована.

На 20-е сутки воздействия гипоксической гипоксии обращало на себя внимание увеличение числа бластов. Возрастание количества плазматических клеток позволяет говорить о наличии «неспецифических» факторов, стимулирующих процессы дифференцировки плазматических [1].

Увеличение числа blastов сопровождалось возрастанием размера ядер и количества ядрышек, полисом и мембран зернистой цитоплазматической сети.

Ультраструктура стенки кровеносного синуса выявила следующие особенности: эндотелиальные клетки соединялись между собой как путем простого прилегания друг к другу, так и посредством образования сложных контактов типа интердигитатных. При этом на протяжении контактов встречались зоны облитерации. Плазмалемма имела складки, обращенные как в сторону просвета синуса, так и в сторону прилежащей соединительной ткани. Органеллы эндотелиоцита были равномерно распределены по всей цитоплазме. Митохондрии чаще всего были округлой или овальной формы, с небольшим количеством крист. В стенке синусов встречались также клетки, которые по отростчатой форме ядер и хорошему развитию органелл можно отнести к активным фагоцитирующим ретикулярным клеткам (рис. 2) [2].

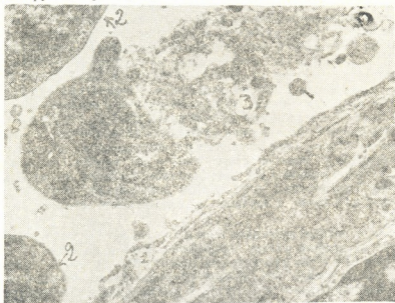


Рис. 1. Резкое истончение эндотелия синусоида селезенки (1), в просвете малые лимфоциты (2) и разрушенные тромбоциты (3) спустя 5 суток воздействия гипоксии (ув. $\times 9000$)

При электронномикроскопическом исследовании обнаруживались также многочисленные лимфоциты с признаками активации ультраструктуры. Они характеризовались наличием в цитоплазме многочисленных рибосом, крупных ядер и осмиофильной цитоплазмы (рис. 2).

Спустя 30 суток воздействия гипоксической гипоксии отмечалась относительная нормализация ультраструктуры селезенки. Однако в некоторых лимфоцитах выявлялись признаки дистрофических изменений.

Анализ полученных данных свидетельствует, что пребывание животного в гипоксической среде приводит к инволюции лимфоидной ткани селезенки. Эта инволюция обратимого характера и спустя 20 и 30 суток гипоксии происходит частичное или полное восстановление структуры селезенки. Первоначально возникают острые дистрофические изменения в ультраструктуре малых лимфоцитов, нейтрофильная инфильтрация красной пульпы, далее атрофия лимфоидных фолликулов селе-

зенки, деструкция малых лимфоцитов и клеток ретикулоэндотелиальной системы. Первые изменения являются морфологическим проявлением острого стресса [3]. Развитие острого стресса связано, вероятно, с действием гипоксии, которая вызывает активацию гипофиз-адреналовой системы, усиленный выброс катехоламинов и глюкокортикоидов. При хронической гипоксии наступает т. н. «стадия резистентности», которая характеризуется превалированием эффекта соматотропного гормона, стимулирующего плазмоцитарную реакцию [1]. Этим можно объяснить гиперплазию лимфоцитов и плазмоцитов не только в селезенке, но и в лимфатических узлах и вилочковой железе [2].

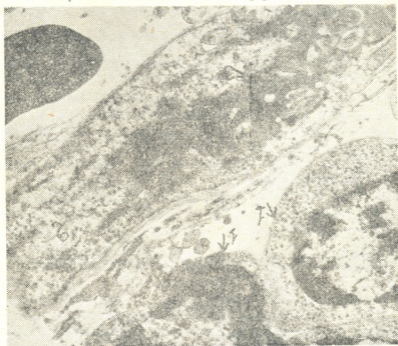


Рис. 2. Лимфоциты (1) с крупным ядром и многочисленными рибосомами в просвете венозного синусоида селезенки крысы спустя 20 суток воздействия гипоксии. Ретикулоцит (2) с ядром отростчатой формы (3) (ув. $\times 9000$)

Результаты проведенного исследования позволяют сделать вывод, что острая гипоксия приводит, с одной стороны, к инволюции малых лимфоцитов селезенки и к активизации макрофагов, с другой.

При продолжительной гипоксии отмечается адаптивная перестройка лимфоидной ткани, выражающаяся в увеличении количества и активации малых лимфоцитов, бластов и клеток ретикулоэндотелиальной системы.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экспериментальной морфологии
им. А. Н. Натишвили

(Поступило 19.3.1981)



ძ. სისაური

ელენთის ულტრასტრუქტურა მასპერიმენტული ჰიპოქსიის დროს

რეზიუმე

ცდები ჩატარებულია 25 ვირთაგვაზე. ჰიპოქსიურ ჰიპოქსიას ვიწვევდით ცხოველების ბაროკამერაში მოთავსებით 310—340 ვწყ. სვ. ატმოსფერული წნევის ქვეშ 2 საათის განმავლობაში ყოველდღე.

მწვავე ჰიპოქსიის დროს (1—5 დღე) აღინიშნება ელენთის ლიმფოიდური ქსოვილის ინვოლუცია — მცირე ლიმფოციტების დისტროფია და დესტრუქცია, ნეიტროფილებისა და მაკროფაგების გააქტივება. ჰიპოქსიური ჰიპოქსიის ხანგრძლივი (5—30 დღე) ზემოქმედებისას ელენთაში აღვილი აქვს მცირე ლიმფოციტების, რეტიკულო-ენდოთელური სისტემის უჯრედებისა და ვენური სინუსების ამომფენი ენდოთელური უჯრედების ულტრასტრუქტურისა და რაოდენობის თანდათანობით ნორმალიზაციას, რაც მიუთითებს პროცესის სტაბილიზაციისა და ლიმფოიდურ ქსოვილში ადაპტაციური რეაქციის განვითარებაზე.

EXPERIMENTAL MORPHOLOGY

K. N. SISAURI

THE STRUCTURE OF THE SPLEEN DURING EXPERIMENTAL HYPOXIA

Summary

Experiments were carried out on 25 rats. Hypoxic hypoxia was evoked by placing the animals in an altitude chamber under 310-340 mmHg atmospheric pressure for 2 hours daily.

During acute hypoxia (1-5 days) involution of the lymphoid tissue of the spleen, dystrophy and destruction of small lymphocytes and activation of neutrophils were observed.

Under the action of prolonged hypoxic hypoxia (5-30 days) there occurs gradual normalization of the ultrastructure and the number of cells of the reticulo-endothelial system of sinus venosus, pointing to the stabilization of the process and development of an adaptive reaction in lymphoid tissue.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Ф. Здродовский. Проблемы инфекции, иммунитета и аллергии. М., 1969.
2. М. Р. Сапин, Н. А. Юрина, А. Е. Этинген. Лимфатический узел. М., 1978.
3. Х. Селье. Очерки об адапционном синдроме. М., 1960.

გ. ნაცვლიშვილი, თ. დეკანოზიძე, თ. ივანიშვილი

ლავსანის პროთეზში მიმდინარე უორეული ცვლილებების შესწავლა აორტის გიფურკაციის პროთეზირების შემდეგ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ო. ლუღუშაურმა 19.6.1981)

მუცლის აორტის ანევრიზმის წარმოქმნის ძირითადი მიზეზია ათეროსკლეროზი. აღნიშნული დაავადება უფრო ხშირად ხანშიშესულ ავადმყოფებში გვხვდება [1]. ანევრიზმა ხშირად განლაგებულია თირკმლის არტერიების დისტალურად, რაც ალბათ, დაკავშირებულია სისხლის მიმოქცევის მოშლასთან ამ მიდამოში [2].

პირველი რადიკალური ოპერაცია პროთეზის გამოყენებით ამ დაავადებისას გააკეთა დუბოსტმა საფრანგეთში 1951 წ., საბჭოთა კავშირში — ქმურმა 1959 წ. [1], ხოლო საქართველოში — გ. ნაცვლიშვილმა 1970 წ.

აბდომინალური ანევრიზმების გამო სულ გაკეთებულია 12 ოპერაცია. აქედან, ერთი ავადმყოფი გარდაიცვალა 9 წლის შემდეგ გულ-სისხლძარღვთა სისტემის უკმარისობით — პულსაცია პერიფერიულ სისხლძარღვებზე შენარჩუნებული იყო. განვიხილავთ შემთხვევას, როდესაც აორტის ბიფურკაციის პროთეზირების შემდეგ 2 წელი და 3 თვე პროთეზი ავადმყოფის გარდაცვალებამდე დარჩა გამავალი.

ავადმყოფს (მამაკაცი, 66 წლის) დიაგნოზით: ათეროსკლეროზის გენერალიზირებული ფორმა, მიოკარდიუმის ინფარქტის შემდგომი პერიოდი, მუცლის აორტის ანევრიზმა, გაუქეთდა ოპერაცია (21.IX.1978 წ.). ოპერაციაზე აღმოჩნდა მუცლის აორტის ანევრიზმა ზომით 12×10 სმ, მდებარეობით — თირკმლის არტერიების ქვემოთ 5 სმ. ანევრიზმა ამოიკვეთა, მუცლის აორტის ბიფურკაციის პროთეზირება გაკეთდა გოფირებული, სინთეზური, საბჭოთა ალოპროთეზით. სისხლის მიმოქცევის ჩართვის შემდეგ პერიფერიულ სისხლძარღვებზე პულსაცია ნორმალურია. ავადმყოფი კლინიკიდან გაეწერა კარგ მდგომარეობაში. გარდაიცვალა თერაპიულ სტაციონარში 23.XII.1980 წ. გულ-სისხლძარღვთა სისტემის მწვავე უკმარისობით.

მასალა მიკრომორფოლოგიური შესწავლისათვის აღებულია პროთეზის პროქსიმალური, ცენტრალური ნაწილის შიდა ზედაპირიდან და დისტალური ნაწილების ინციპიენტთან შერთვის ადგილებიდან 3—3 სმ მანძილზე. ანათომები, გარდა კვლევის ჰისტოლოგიური მეთოდებისა (ჰემატოქსინ-ეოზინი და პიკროფუქსინი), შეღებილია ჰისტოქიმიური მეთოდითაც, რის შესაძლებლობასაც იძლევა ფიქსაცია ფორმალინით.

მიკრომორფოლოგიური გამოკვლევის შედეგად აღმოჩნდა, რომ შესწავლილი უბნების ჰისტოლოგიური და ჰისტოქიმიური თავისებურებები ერთნაირია პროთეზის დისტალურ და პროქსიმალურ ბოლოებში, რაც მიუთითებს ორგანიზმისა და ქსოვილოვანი რეაქციის ერთნაირ ხასიათზე პროთეზის არტერიული სისხლის მილის კედელთან შერთვის მიდამოში.

შერთვის ადგილზე, არტერიის კედელში ათეროსკლეროზი პროგრესირდება, რაც გამოიხატება ლიპოსკლეროზისა და ლიპოსკლეროკალცინოზისათვის (ე. ი. ათეროსკლეროკალცინოზისათვის) დამახასიათებელი მოვლენების არსებობით. ჰისტოქიმიური რეაქციებით ვლინდება, რომ ლიპოსკლეროზის უბნებში ინციპიენტის ინტიმა გაყენთილია გლიკაზამინ-გლიკანებით, რაც იმას მოწმობს, რომ ინტიმა მუკოიდურადაა შესიებული. აღნიშნული აგრეთვე ადასტურებს ათეროსკლეროზის პროგრესს არტერიის შერთვის ადგილებში.



სურ. 1. მიკროფოტო. ნაკერის მიღამო. არტერიის კედელში აღინიშნება ათეროსკლეროზის პროგრესირების დამახასიათებელი სურათი. მოჩანს ნაკერის ხეჯელი

შერთულიდან 5 მმ დაცილებით, პროთეზის შიდა ზედაპირზე, უშუალოდ ლავსანთან აღინიშნება ნაწიბუროვანი ქსოვილი, დაფარული თრომბული მასით. დასახელებული ფიბროზული შემაერთებელი ქსოვილი შეიცავს ნაწიბურისათვის დამახასიათებელ სხვადასხვა ყალიბის სისხლის მილებს და ნერვულ ბოჭკოთა კონებს. ამასთან, ეს ქსოვილი შეშუპებულია და ლავსანთან კონტაქტის მიდამოებში გაყენთილია შეშუპების სითხის უფრო მეტი რაოდენობით, ვიდრე სანათურისაკენ ახლო ფენებში.

11—13 მმ მანძილზე, პროთეზის შიდა ზედაპირზე ფიბროზული შემაერთებელი ქსოვილი აღარ არის და ლავსანი მთლიანად დაფარულია თრომბული მასით. პროთეზის შიდა ზედაპირზე, შერთულიდან 5—10 მმ მანძილზე, ფიბროზულ-შემაერთებელი ქსოვილი შეიცავს ნეიტრალურ მუკოპოლისაქარიდებს, რომელთა რაოდენობაც ზომიერია მე-5 მმ-ზე, შემდეგ თანდათან კლებულობს და მე-11 მმ-ზე, სადაც მხოლოდ თრომბული ნაღებია, აღარ აღინიშნება. მე-7 მმ-დან ვლინდება გლიკაზამინ-გლიკანები, რომლებიც აღარ აღინიშნება მე-11 მმ-ზე. 13 მმ-ის რაოდენობის ვიზუალური განსაზღვრით (5-ბალიანი სისტემა) ვლინდება, რომ ჰიპერდობლოიდური უჯრედები ზომიერი რაოდენობითაა შერთულიდან 5—7 მმ მანძილზე, შემდეგ მათი რაოდენობა თანდათან კლებულობს და მე-9—10 მმ-ზე აღარ აღინიშნება.

პროთეზის ცენტრალურ ნაწილში შიდა ზედაპირი მთლიანად დაფარულია თრომბული მასით, რომელსაც ფენობრივი შენება აქვს. ზოგიერთ ფენაში აღინიშნება ფიბრინის ბოჭკოთა და ლეიკოციტების კონტურები. ზოგიერთ უბანში ფენობრიობა შერჩენილია, მაგრამ თრომბული მასა ჰომოგენიზებულია.

გარედან პროთეზი შერთვის ადგილებიდან საკმაო მანძილზე (11—12 სმ) დაფარულია ფიბროზულ-შემავრთებელი ქსოვილით.



სურ. 2. პროთეზის შიგნითა ზედაპირი. ნაყერს 8 მმ-ით დაშორებული უბანი. თრომბული ნადების ფენა უფრო სქელია. ფიბროზულ-შემავრთებელი ქსოვილის ზოგიერთ უბანში აღინიშნება კიროვანი ინკლუსტაცია

მუცლის ღრუს ორგანოების, რეტროპერიტონეალური სივრცის დათვალიერებისა და პროთეზის მაკრო- და მიკრომორფოლოგიური შესწავლის შედეგად ირკვევა, რომ აღწერილ შემთხვევაში მუცლის აორტის დისტალური ნაწილისა და მისი ბიფურკაციის პროთეზირება ხელოვნური სისხლის მილით საგნებით სწორად არის წარმოებული. შერთვის უბნები მყარია, მიუხედავად ათეროსკლეროზის პროცესის პროგრესირებისა და შერთვის ადგილებში მძიმე ათეროკალცინოზის არსებობისა. პროთეზის შიდა ზედაპირზე ე. წ. ნეონტიმა ჩამოყალიბებულია როგორც პროქსიმალურ, ისე დისტალურ ბოლოებში 11—12 მმ მანძილზე. ამ პირობებში, როგორც ჩანს, სისტემატურად მიმდინარეობს თრომბის შექმნის პროცესი ყველა უბანში, რის გამოც სხვადასხვა რეგიონში სხვადასხვა ხანდაზმულობის თრომბული მასებია. ამასთან, დამახასიათებელია თრომბული მასების ფენობრივი შენება, რომელიც თანდათან ავსებს პროთეზის სანათურს (დროთა განმავლობაში მის სრულ დახშობამდე [3]).

ამრიგად, მუცლის აორტის ანევრიზმების მკურნალობა მხოლოდ ოპერაციას, არტერიის სეგმენტის შეცვლა გოფირებული სინთეზური ალოპროთეზით (ავტორთა მონაცემებით 50—80% მუცლის აორტის ანევრიზმები სკდება ერთი წლის განმავლობაში დიაგნოზის დადგენის შემდეგ [4,5]). ტექნიკურად სწორად ჩატარებული ოპერაციისას პროთეზი წლების განმავლობაში რჩება გა-

მავალი მიუხედავად ნაკერის მიდამოში ათეროსკლეროზის პროგრესირებისა, სანათურში მიმდინარე ნეოინტიმის ჩამოყალიბებისა და შრეობრივი თრომბო-წარმოქმნის პროცესებისა.

თბილისის ექიმთა დახელოვნების
 ინსტიტუტი

თბილისის 1 კლინიკური
 საავადმყოფო

(შემოვიდა 2.7.1981)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Г. А. НАЦВЛИШВИЛИ, Т. И. ДЕКАНОСИДЗЕ, Т. К. ИВАНИШВИЛИ
 ИЗУЧЕНИЕ ОТДАЛЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ЛАВСАНОВЫХ
 ПРОТЕЗАХ ПОСЛЕ ЗАМЕЩЕНИЯ БИФУРКАЦИИ АОРТЫ

Резюме

Проведенные исследования показали, что при правильной технике операции лавсановый протез годами остается проходимым, несмотря на прогрессирование атеросклеротического процесса в области шва между протезом и артерией, а также на образование неинтимы и послынного пристеночного тромба в просвет протеза.

EXPERIMENTAL MEDICINE

G. A. NATSVLISHVILI, T. I. DEKANOSIDZE, T. K. IVANISHVILI
 STUDY OF THE PERIPHERAL CHANGES IN THE LAVSAN
 PROSTHESIS FOLLOWING THE SUBSTITUTION OF THE
 BIFURCATED AORTA

Summary

Investigations have shown that use of a correct operational technique for the lavsan prosthesis renders it well permeable for years, despite a progressive atherosclerotic process in the sutured region—between the prosthesis and the artery—as well as the formation of the neointima and thrombus in the lumen of the prosthesis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Шалимов, Н. Ф. Дрюк. Хирургия аорты и магистральных артерий. Киев, 1979.
2. I. I. Bergan, J. S. T. Yao. Modern management of abdominal aortic aneurysms. "Surg. Clin. N. Amer" 1974, v. 54, p. 175-194.
3. Л. В. Лебедев, Л. Л. Плоткин, А. Д. Смирнов. Протезы кровеносных сосудов. Л., 1975.
4. Р. С. Ермолюк. Автореферат канд. дисс. М., 1968.
5. Л. О. Цакадзе. Автореферат докт. дисс. Л., 1969.



ა. მარბველაშვილი

ერე სუფიქსიანი ერთპირიანი ზმნის III სერიის მჭკრივები მებრულში

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ა. შანიძემ 30.6.1981)

მებრულში, მსგავსად ქართულისა, III სერიის მჭკრივებს განსხვავებულად აწარმოებენ ერთპირიანი და ორპირიანი ზმნები.

ერთპირიანი ზმნები III სერიაში აღწერილი წარმოებისა ძველ ქართულში და მიიღებთან ვნებითი გვარის წარსული დროის მიმღებობისა და დამხმარე „ყოფნა“ ზმნის პირიელი ფორმის შეერთებით.

საშუალო ქართულიდან მოყოლებული ერთპირიანი ზმნის ფორმებთან ფეხს იკიდებს სინთეზური წარმოება, თუმცა მეშველი ზმნა სრულად ჩანს თანამედროვე ქართულშიც I და II პირის ფორმებთან.

მებრულში, მსგავსად ქართულისა, ერთპირიანი ვნებითი გვარის ზმნების გარკვეული ჯგუფი (მეტწილად პრეფიქსიანები) თურმეობითში აღწერთად იწარმოება, რაც შემთხვევითი არ უნდა იყოს.

მაგალითები ტექსტებიდან:

ირფელი ართო დოჭვერე(ნ) (ყიფ. 14,4) 'ყველაფერი ერთად დამწვარა'.

სარხინოლეფი დოშუმერე(ნ) (ყიფ. 133,18) 'სალხინოლეფი დამთვრალან

'(დამთვრალა)'; ვართი წყარს დინურთუმუ, ვართი დინაფერე(ნ) (ყიფ. 5,32) არც წყალი ჩასულა, არც დაკარგულა'.

ტექსტებიდან დამოწმებული თურმეობითის ფორმები ერე>ილე ელე-მენტს შეიცავს, მაგრამ ხშირად ერე-იანი ფორმების გვერდით ე-ს შემცველი ფორმებიც დასტურდება, ოღონდ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან გავრცელებლობით.

ყოფე(ნ) ართი კოჩი (ხუბ. 225,6) 'ყოფილა ერთი კაცი'; ეზმა ხანს გაჯირებე(ნ) ე ოსური (ხუბ. 247,25) 'ამდენ ხანს კარგი გამხდარა (გაკარგებულა) ეს ქალი'.

ყოფე, გაჯირებე... იმავე მნიშვნელობისაა, რაც ყოფერე, გაჯირებერე... ოღონდ პირველი უფრო გავრცელებულია, მეორე კი უფრო იშვიათად გამოიყენება.

რა უნდა იყოს მიზეზი ყოფეს ტიპის ფორმების ხშირი ხმარებისა ყოფერე ტიპის ფორმებთან შედარებით? მიზეზი ალბათ ფორმის ფონეტიკურად გამარტივების ტენდენციაში უნდა დაინახოთ, რაც ერე-ს გაცვეთაში (resp. სიტყვის აბსოლუტურ ბოლოში ბგერათა და მარცვალთა დაკარგვაში) მდგომარეობს: ყოფ-ერ-ე(ნ)—ყოფ-ე[რ-ე(ნ)]. ე. ი. ყოფე ტიპის ზმნებში ე ერე-საგან მომდინარეობს.

ე სუფიქსი ირ. ასათიანს მეშველი ზმნისაგან მომდინარედ მიანჩია ([1], გვ. 149). ერე-ს ბოლო ე მეშველი ზმნის ნაშთია, წინა ერ კი მიმღებობისაა. თუ ერე გამარტივდა რე-ს ჩამოკვეცი, მაშინ უნდა ითქვას, რომ ყოფე-ს ე

მიმღებობის *ერ* სუფიქსის ნაშთია, მოკვეცა ბოლო ნაწილისა უნდა ვივარაუდოთ და არა წინასი.

რ-ს შემცველ ფუძეებში *ერე* > *ილე*:

სია ოშურეთშივე დორთელექ (ხუბ. 111, 34) "შენო საიქიოდან (სასულეთი-დან) დაბრუნებულხარ"; ასე გვალო გორკიპელექ (ყიფ. 171, 28, 'ახლა სულ-გაქიმულა'.

ა. ცაგარლისა და ი. ყიფშიძის მიერ გამოცემულ ტექსტებში *ერე* > *ილე*-ს მხოლოდ *რ*-ს შემცველ ფუძეებში ვხვდებით, ხოლო ხუბუასაში *ილე*-იანი თურმეობითის თითო-ოროლა შემთხვევა დასტურდება, სადაც *ილე* ანალოგიით ჩანს გავრცელებული დისიმილირებული ფორმებიდან, რაც საერთოდ არის დამახასიათებელი მეგრულის მიმღებობისათვის. *ერ* სუფიქსი თანდათან იღვე-ნება *ილე* სუფიქსის მიერ იმ ფუძეებშიც კი, სადაც *რ* არ ურევია.

ერე > *ილე*-ს შემცველი ყველა ფორმა ერთბირიანი გარდაუვალი ზმნის I თურმეობითის მწკრივის ფორმებია. რაც შეეხება ამ სუფიქსის უქონელ და-ნარჩენ ზმნებს, ისინი თურმეობითს განსხვავებულად აწარმოებენ ([2], გვ. 086—091; [3], გვ. 148; [4], გვ. 17—31).

ი. ყიფშიძე *ერე* > *ილე* სუფიქსში მიმღებობის *ერ* > *ილე* სუფიქსსა და მას-ზე დართულ მეშველზმნისეულ *ე* (—*რე*) ელემენტს გამოყოფს ([5]; [2], გვ. 090—091).

ერ-ის მიმღებობის სუფიქსად მიჩნევა ეპვის ქვეშ დააყენა არნ. ჩიქობავამ: „გაუგებარია, როგორ დაერთვის მიმღებობის მაწარმოებელი *ერ* ნამყო უსრუ-ლის ფუძეს; არის აგრეთვე ერთი გარემოება, რომელიც ნააორისტალი თურ-მეობითის წარმოებისას იქცევა ყურადღებას და ხელს გვიშლის *ერ* მიმღებობის მაწარმოებლად ვიცნოთ“ ([3], გვ. 141).

მეორე გარემოება ის არის, რომ ჭანურის *რ*-ს შემცველ ფუძეებში *ერე* სუფიქსის ნაცვლად ჩნდება *ილე-ერე* და „თუ *ერ* მიმღებობის მაწარმოებელი სუფიქსია, რაღაა ეს *ილე*? *ერ*-ის ვარიანტი? მაგრამ რით აიხსნება მათი ერთად ხმარება? ამაზე დამაკმაყოფილებელი პასუხის გაცემა მოითხოვს მეტს ფაქტიურ მასალას ([3], გვ. 145).

ს. ჟღენტის ვარაუდით, *ერე*-ს წინ ნახმარი *ილე* ფონეტიკური ჩანართია და არა მორფოლოგიური ელემენტი. აღნიშული სუფიქსის ჩართვას ავტორი დი-სიმილაციის აცილების გზად მიიჩნევს ([6], გვ. 132—134).

მეგრული თურმეობითის *ერე* ჭანურის *ერე*-ს მოგვაგონებს თითქოს, რო-მელიც უწყვეტლის ფუძეზე დართვით ნაუწყვეტლარ თურმეობითს (ზიმუფტ-ერე-ნ „თურმე ზომავდა“) და წყვეტილის ფუძეზე დართვით ნაწყვეტილარ თურმეობითს (ზიმ-ერენ „უზომია“) აწარმოებს. ასეთი წარმოება არნ. ჩიქო-ბავას მხოლოდ ჭანურის დამახასიათებლად აქვს მიჩნეული ([3], გვ. 141, 144).

გ. როგავამ ჭანურის ეს თურმეობითები წარმოებით სრულიად განსხვავე-ბულად მიიჩნია მეგრულის თურმეობითებისაგან ([4], გვ. 27).

ერე-იანი თურმეობითის ფორმები მეგრულში ირ. ასათიანს მიაჩნია ჭანუ-რის *ერე*-თი ნაწარმოები თურმეობითის მსგავს წარმოებად. ოღონდ იმ გან-სხვავებით, რომ ჭანურში *ერე* თურმეობითს აწარმოებს ყოველგვარი ზმნისა-გან — როგორც გარდამავალი, ისე გარდაუვალისაგან, მეგრულში კი *ერე* ერთბირიან გარდაუვალ ზმნებში ვლინდება ([1], გვ. 147).

მეგრულის *ერე*-იანი წარმოება რომ მეშველ ზმნა-დართულ მიმღებობად გავიგოთ, ამას ქართულის ერთბირიან ზმნათა თურმეობითისა და ჭანურის

ელ-ერე-თი წარმოება უნდა უჭერდეს მხარს. საფიქრებელია, ჭანურის შემცველ ფუძეებს მეგრულისებრი ცვლილება განეცადოთ, რის შედეგადაც ელე-ს(1) მივიღებდით, გვექნებოდა **ქარ-ელე**, რასაც შემდეგ უნდა დართოდა **ერე** (—***ორე(5)**) მეშველი ზმნა.

ნ. ნათაძე იმეორებს ი. ყიფშიძის ვარაუდს, რომ ჭანურის ელ-ერე-იან ფორმებში გამოსკვივის თურმეობითის აგებულება — მიმღობის ფუძე და მასზე დართული **ორე(5)** მეშველი ზმნა: **ელ (<ერ) + ერე (<ორე(5))** (2 ([8], გვ. 34); ([9], გვ. 137).

თურმეობითის **ერე** მართლაც რთული აგებულებისა ჩანს მეგრულის მონაცემების მიხედვით. **ერ > ელ** ვნებითი გვარის წარსული დროის მიმღობის მაწარმოებელია მეგრულ ზმნაში, ოღონდ ნაკლებად გავრცელებული: **ღურ-ელ-ი** 'შეკდარი', **გოჯოგ-ერ-ი** 'მოძულბული', 'შევიდ-ერი' 'დამხრჩვალი' და სხვა. რაც შეეხება ე-ს, იგი **ორე(5)** მეშველი ზმნის ნაშთია, როგორც ეს ი. ყიფშიძემ აღნიშნა ([2], გვ. 090).

ერ (>ელ) სუფიქსთან შედარებით **ირ (>ილ)** სუფიქსი მეგრულში უფრო ხშირი ხმარებისაა: **ქარ-ილ-ი** 'დაწერილი', **ხონ-ირ-ი** 'მოხნული', **თას-ირ-ი** 'დათესილი', **ყვილ-ირ-ი** 'მოკლული'... ამ სუფიქსით ნაწარმოები ზმნები III სერიაში ასევე **ერე > ელე** წარმოებაზე გადადიან: **ქარ-ილ-ი** 'წერილი', მაგრამ: **ქარ-ელ-ე** 'დაწერილა', **თასირი-ი** 'დათესილი', მაგრამ: **თას-ერ-ე** 'თესილა', **შუმ-ირ-ი** 'ნასვამი', მაგრამ: **შუმ-ერ-ე** 'დამთვრალა' და მისთ.

ასახსნელია, რას უნდა გამოეწვია **ირ (>ილ)** მიმღობიანი ფორმების **ერ (>ელ)** წარმოებაზე გადასვლა? რატომ გვაქვს **შუმ-ირ-ი** 'მთვრალი', მაგრამ: **ღურ-შუმ-ერ-ე** 'დამთვრალა'? **გომბარ-ილ-ი** 'გაბერილი', მაგრამ: **გომბარ-ელ-ე** 'გაბერილა'? ამ მოვლენის შესახებ საენათმეცნიერო ლიტერატურაში არაფერია თქმული.

თუ რეგრესულ ასიმილაციას გამოვრიცხავთ (**ირ-ე—ერ-ე**), უნდა ვიფიქროთ, რომ **ერ** სუფიქსის ხმარების არე საყოველთაოდ გაფართოვებულა, გავრცელებულა **ერ** მიმღობიანი ფორმის ანალოგიით.

ერე მაწარმოებელი III სერიის ყველა მწკრივს გასდევს, რადგან თურმ. II იწარმოება თურმეობითი პირველისაგან **დ** სავრცობთან **დ-ი** ნიშნით: **ღო-ღურ-ელ-ე** — **ღოღურ-ელ-ე-ღუ** 'მომკვდარა — მოშვედარიყო'. შესაბამისად II თურმეობითისაგან იწარმოება III კავშირებითი და III პირობითიც. მეტწილად სავრცობიან მწკრივებში **ერე** გამარტივებულა: **ერე—ერ—ე**: II თურმ. კოჩი **ღოშუმერედღუ** ('კაცი **დამთვრალიყო**?').

მითა **ღოსქილადედგ** ცხორცხალო 'არავინ **დარჩენილიყო** ცოცხლად'.

III კავშ. სი ზოჯუნდა, ჯგირო ორდა ღო მა **ბდინაფედა** ხვალე (ხუბ. 326,30) 'შენ ბრძანდებოდე, კარგად იყავი და მე **დაჯკარგულიყო** მხოლოდ'. მარა ვა **ღურედა** იში მეტი (ხუბ. 194,2) მაგრამ 'არ **მომკვდარიყო** იმის მეტად'.

III პირობ. ეზმა ხანს **გაჯგირებედუკონ(5)**... ამდენ ხანს რომ კარგი **გამხლარიყო /გაკარგებულიყო/...**; თე კოჩი გვალო **გაკეთებედუკონ**... 'ეს კაცი რომ

(1) ზოფურ კილოკავში **ერ > ელ**, მსგავსად მეგრულისა და ქართულისა ([7], გვ. 63).

(2) **ერე** რომ რთული აგებულებისაა, ამას არც ირ. ასათიანი გამოიციხავს, ოღონდ მისთვის **ერე-ს** ორივე ნაწილი (როგორც ე, ისე რე) მეშველზმნიეული წარმოშობისაა ([1], გვ. 150).

(3) **ღაღომწმებელი** მაგალითები ჩვენ მიერაა მოყვანილი ცოცალი მეტყველებიდან.



სულ გაკეთებულიყო...; ქოფხვადუნ დო ქომილუდას, ყუდეს ქუღობტარედყო (ხუბ. 325,6) მეკუთენის და მქონდეს, შინ დავტუეულიყავი'.

ამგვარად, *ერე* სუფიქსიანი წარმოება მეგრულსა და ქანურს განსხვავებულ იუნდა ჰქონდეთ. მეგრულში იგი მხოლოდ ერთპირიან გარდაუვალ ზმნებს ახასიათებს, მსგავსად ქართულისა. ქანურმა კი თურმეობითის წარმოებაშიც გამოიჩინა უნიფიკაციის ტენდენცია და გააჩნია ერთმანეთისაგან გარდამავალი და გარდაუვალი ზმნა, მსგავსად მეგრულის IV სერიის მწკრივებისა, რომლებიც ახალი ფორმაციისად არის მიჩნეული [4].

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 2.7.1981)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

М. Г. МАРГВЕЛАШВИЛИ

К ВОПРОСУ О СПРЯЖЕНИИ МЕГРЕЛЬСКИХ ОДНОЛИЧНЫХ ГЛАГОЛОВ С СУФФИКСОМ *ere* В РЯДАХ III СЕРИИ

Резюме

Часть мегрельских одноличных глаголов страдательного залога (в основном префиксальные) в рядах III серии спрягаются посредством причастной формы страдательного залога с суффиксом *er(el)* и вспомогательного глагола. К ним же примыкают и причастные формы с суффиксом *ir(il)*, которые в рядах III серии приравниваются к спряжению вышеуказанных глаголов. Причиной тому, видимо, является или расширение сферы применения суффикса *er(el)* или же употребление его по аналогии.

LINGUISTICS

M. G. MARGVELASHVILI

UNIPERSONAL VERB SUFFIX IN THE 3rd SERIES IN MEGRELIAN

Summary

A definite group of verbs in the passive voice in Megrelian (mainly verbs with prefixes) are formed in the 3rd series descriptively by means of *er(el)* participial forms and the auxiliary verb. The participial forms *ir(il)* in the 3rd series are transformed into *er(el)*.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. ირ. ასათიანი. იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერება, XVII, 1970.
2. И. Кишндзе. Грамматика мегрельского (иверского) языка. СПб., 1914.
3. არნ. ჩიქობავა. ქანურის გრამატიკული ანალიზი, ტფილისი, 1936.
4. გ. როგავა. იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერება, V, 1953.
5. И. Кишндзе. Дополнительные сведения о чанском языке. СПб., 1910.
6. ს. ქუდენტი. ქანურ-მეგრულის ფონეტიკა. თბილისი, 1953.
7. Н. Марр. Грамматика чанского (лазского) языка. СПб., 1910.
8. ნ. ნათაძე. ქართველურ ენათა სტრუქტურის საკითხები, ტ. II. თბილისი, 1961.
9. ქ. ლომთათიძე. იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერება. I, 1946.

Л. Г. НУЦУБИДЗЕ

К ВОПРОСУ О ФРАЗЕОЛОГИЧЕСКОМ СКАЗУЕМОМ

(Представлено академиком Ш. В. Дзидзигури 9.7.1981)

Для того чтобы дать точное определение значения той или иной языковой единицы, т. е. отграничить ее значение от денотата, англисты ввели понятие знаковой информации, которую звуковая цепочка передает о денотате слова или вообще о денотативной ситуации, а не о себе самой [1]. Сформулировав информацию, приписываемую изучаемой языковой единице, исследователь должен прежде всего установить, достаточно ли она однозначна. Проверка ее истинности основана на методике, которая предполагает работу с информантами.

В предлагаемой статье исследуется фразеологическое сказуемое (глагольное сочетание), именной компонент которого выражен существительным, образованным от глаголов речи *have a talk*, в отличие от простого сказуемого *talk*.

В существующих работах по этому вопросу говорится, что общим значением глагольного сочетания является «кратность действия» [2].

На основании же проведенного исследования выяснилось, что «кратность действия» является лишь только одним из признаков рассматриваемого глагольного сочетания, а не его общим значением.

Следует также отметить, что до сих пор не изучались речевые особенности употребления *have a talk* и не рассматривалась разница в условиях его реального употребления, в отличие от простого глагола *talk*. В данной работе делается попытка рассмотреть именно эти особенности употребления выделенных единиц.

Имея в виду предложение типа *I had a talk*, можно вообразить, что с некоторым лицом происходят действия, события, имеющие место в некотором временном отрезке t ,— n . Изобразив эти события графически в виде точек некоторой временной линии t ,— n , можно представить, что предложение *I had a talk with her yesterday* несет информацию о наличии точки, соответствующей событию *talk* в некотором временном отрезке существования X .

В отличие от *have a talk*, глагол *talk* сообщает, что за событие производит X . Например, в предложении *We talked a lot at the meeting* акцентируется само действие говорения.

Согласно выделенной информации, в высказывании *I can't have a talk when he's present (or when he is listening)* сказуемое *have a talk* сообщает, что в тот момент нашего существования, который по времени совпадает с временем присутствия какого-то лица, мы не сможем поговорить.

Здесь невозможность осуществления действия связана с субъектом действия *have a talk*—(X), а не с лицом, которое присутствует в момент разговора, т. е. внимание говорящего акцентируется на том, что субъект не хочет или не может говорить в присутствии другого лица. Заменяв *have a talk* на *talk*, *I can't talk when he's present*, мы просто получаем информацию о том, это действие данного типа не может состояться.

Воспринимаемая предложения с причинной связью *I couldn't have a talk as I was tired*, слушатель получает сведения о том, что событие *was tired*, так же как и *have a talk*, существует в некотором временном отрезке существования X и невозможность поговорить зависит от субъекта X.

Употреблением в данном высказывании глагола *talk*, *I couldn't talk as I was tired*, весь акцент переносится на то, что именно действие *talk* не осуществилось. Ни в первом, ни во втором предложении не имеется в виду физическое состояние субъекта. В обоих высказываниях говорится, что имеет место, когда он (она) уставший.

Интересно отметить разницу, касающуюся временной отнесенности предложений: 1) *I can't talk when I am tired* и *I can't have a talk when I am tired*; 2) *I can't talk as I am tired* и *I can't have a talk as I am tired*.

В обоих предложениях в первом варианте действие может относиться и к настоящему, и к прошедшему времени. Здесь говорящий как бы опирается на предшествующий опыт. Во втором варианте действия относятся только к настоящему времени.

Глагольное сочетание *have a talk*, как и глагол *talk*, встречается и в предложениях с каузативными глаголами. Например: *I got him to have a talk*; *I made him have a talk*. При замене глагольного сочетания простым глаголом *I got him to talk*; *I made him talk*, на основное значение, сообщаемое глаголом *talk*, как бы накладывается сама ситуация, при которой происходит данное действие, т. е. подчеркивается, что автор речи получает какое-то сообщение или ему в чем-то признаются.

Далее, ввиду того что действие, выраженное глагольным сочетанием, носит предметный характер [3], а предметность предполагает определенную конкретность действия, оказывается естественной невстречаемость *have a talk* в тех случаях, в которых глагол *talk* употреблен в общем смысле. Например: *I don't like when you talk like that* (общий смысл). Однако в некоторых речевых условиях глагол *talk* может обозначать и конкретное действие. Например: *Now, she is talking to him on that subject*.

Таким образом, рассмотренные нами некоторые условия речи, в которых могут или не могут быть употреблены исследуемые языковые единицы, помогут изучающему английский язык усвоить смысловую разницу, существующую между *have a talk* и *talk*, и правильно употреблять их в разных условиях речи.

Тбилисский государственный педагогический
институт иностранных языков
им. И. Чавчавадзе

(Поступило 10.7.1981)

ლ. ნუცუბიძე

ფრაზეოლოგიური შემასმენლის საკითხისათვის

რეზიუმე

შრომაში დგინდება ფრაზეოლოგიური შემასმენლის have a talk მნიშვნელობა talk მარტივ შემასმენლთან შედარებით. ირკვევა, რომ have a talk გვატყობინებს წერტილის შესახებ, რომელიც შეესაბამება მოქმედება talk-ს დროის იმ მონაკვეთში, რომელშიც არსებობს X.

have a talk-გან განსხვავებით, შემასმენელი talk გვიჩვენებს, თუ რა მოქმედებას აწარმოებს X.

აღნიშნული განსხვავების დადგენა საშუალებას იძლევა იმ მეტყველებითი პირობების დადგენისა, რომელშიც შეიძლება ან არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მოცემული ენობრივი ერთეულები.

LINGUISTICS

L. G. NUTSUBIDZE

CONCERNING THE PHRASEOLOGICAL PREDICATE "HAVE A TALK"
AND THE SIMPLE PREDICATE "TALK"

Summary

A study of the phraseological predicate "have a talk" and the simple predicate "talk" revealed that the former informs of the point corresponding to the action "talk" in certain temporal span in which X exists, whereas "talk" informs us about the type of action performed by X. Establishment of this difference in meaning between these two linguistic units enables to identify those utterances in which these linguistic units can or cannot be used.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. В. Шерба. История языкознания в очерках и извлечениях. Ч. 2. М., 1965.
2. В. М. Цой. Иностранные языки в школе, № 2, 1965.
3. Л. Г. Нутубидзе. Сообщения АН ГССР, 91, № 3, 1978.

А. А. ЦАЛКАЛАМАНИДЗЕ

О ТИПАХ ГЛАГОЛЬНЫХ ЛЕКСЕМ С ШИРОКОЙ ПОНЯТИЙНОЙ ОСНОВОЙ

(на материале турецкого и узбекского языков)

(Представлено академиком С. С. Джикия 29.1.1981)

В языке функционирует такой тип глаголов, «значение которых основывается на чрезвычайно широкой понятийной основе, на каком-нибудь, а потому общем семантическом признаке, типа to be «быть», to have «иметь», to do «делать» и т. п., ... глаголы этого типа часто называются служебными, вспомогательными, десемантизированными» ([1], стр. 145). Подобные глаголы, т. е. глагольные лексемы с широкой понятийной основой (ГЛШПО), напр. тур. olmak «случаться, быть», «происходить» и т. п., узб. бўлмоқ «быть, происходить», «находиться» и др., — широко распространенное явление в системе тюркских языков.

Сделанная попытка системно-структурного описания вышеуказанных однонаправленных глаголов, которые обладают максимально разветвленной функционально-семантической системой и отличаются активностью употребления, позволила в определенной степени изучить на конкретном материале их природу.

Сохранив самостоятельное значение (лексико-семантические варианты ЛСВ, для реализации которых выступает минимальная словосочетательная модель $N \times V$), ГЛШПО в современном турецком и узбекском языках функционируют и в несамостоятельном, служебном значении. В качестве служебных слов ГЛШПО выступают как аналитические форманты (элементы) формообразования (в аналитических конструкциях глаголы ol-, бўл- и др. либо сообщают дополнительное значение лексико-грамматическим значениям первого компонента, т. е. лексической основе, либо закрепляют, актуализируют одно из его лексико-грамматических значений) и как словообразующие в составе сложных глаголов (происходит полная утрата глаголом в определенных случаях самостоятельного лексического значения: существующее при служебной функции семантическое ослабление завершается и ГЛШПО функционально сближаются со словообразующим аффиксом, т. е. превращаются в деривационный элемент, органически сливающийся с лексической основой).

Разграничение ЛСВ и служебных (грамматических) значений слова, место служебного слова среди частей речи и грамматических



средств языка, взаимосвязь самостоятельных и служебных значений, природа служебных значений слова и связанных с ним явлений составляют актуальную проблему современного языкознания ([2], стр. 20—24), в частности тюркологии [3]. По вопросу о происхождении служебных значений слова мнения большинства лингвистов сходятся в том, что служебные происходят от основных, самостоятельных (лексических) ([4], стр. 320 и др.). Следовательно, служебное значение является развитием по определенным причинам и условиям самостоятельного значения. Если значения самостоятельные и служебные связаны отношениями историчности (развитие последовательности) ([5], стр. 191), то невозможно оторвать их друг от друга и предполагать наличие резкого перехода самостоятельного слова в служебное, поэтому вполне оправданы явления переходной стадии — в языке в любом периоде его существования возможно функционирование слов, обладающих как самостоятельными, так и несамостоятельными значениями.

В качестве основного критерия разграничения самостоятельных и служебных значений ГЛШПО в различных окружениях выдвинут характер синтаксической связи ключевого слова N и глаголов *ol-*, *bül-*, т. е. V. Если N и V в составе предположения относительно независимы и выполняют самостоятельные синтаксические функции (когда имеется N×V), то налично самостоятельное значение, напр. тур. *Dikensiz gül olmaz* (поговорка); *Akşamleyin evde olacağım*; узб. *Тўй бўлади, бу аниқ эди*; *Бу орада катта жанглр бўлиб...*

Если же N и V выступают в неразрывном единстве, как один член, то значения ГЛШПО рассматриваются как служебные (характер и степень служебности различны), напр. тур. *Kemalin gözleri karardı, ince basaklara gövdesini taşıyamaz oldu*; узб. *Бошлари оғриётган бўлса*; тур. *...fakat razi da olmiyacağım*; узб. *Ҳамминг диққати бу янги табибга*; *Аҳмад полвонга жалб бўлди*.

Следовательно, если при самостоятельных значениях ГЛШПО N и V функционируют в разных синтаксических функциях, то в служебных значениях N и V являются слитными и выступают в качестве одного члена, т. е. ключевое слово и глагол не реализуются в качестве самостоятельных членов предложения:

1. $\frac{N \text{ осн. п.}}{\text{подлеж.}} \times \frac{V}{\text{сказ.}}$
2. $\frac{\text{сущ. (мест. осн. п.)}}{\text{подлеж.}} \times \frac{NV}{\text{сказ.}}$
3. $\frac{\text{сущ. ссн. п.}}{\text{подлеж.}} \times \frac{\text{прич. (дееприч.) имя д-я V}}{\text{сказ.}}$

Из вышеизложенного следует, что V=NВ прич. (дееприч.) имя д-я V, т. е. сказуемое, может состоять из: 1) имя × глаголами *ol-*, *bül-* и др. (при словообразовательной функции ГЛШПО); 2) прич. (дееприч.) имя д-я × глаголами *ol-*, *bül-* и др. (при формообразовательной функции ГЛШПО). Если в первом случае имеются конструи-

ცი: имена Xol-, бъл-, то во втором — глагол Xol-, бъл- и другими глагольными лексемами с широкой понятийной основой.

Академия наук Грузинской ССР
Институт востоковедения
им. акад. Г. В. Церетели

(Поступило 20.2.1981)

აზოგადოებრივი მეცნიერებათა

ა. ცალკალამანიძე

ფართო შინაარსობრივი ბაზების ზმნური ფუძეების შესახებ
(თურქული და უზბეკური ენების მასალების მიხედვით)

რეზიუმე

სტატიაში ყურადღება ეთმობა თანამედროვე თურქულსა და უზბეკურ სალიტერატურო ენებში ფართო შინაარსობრივი გაგების ზმნური ფუძეების ძირითადი (ლექსიკურ-სემანტიკური ვარიანტები) და დამხმარე (გრამატიკული: ანალიტიკურ კონსტრუქციებში და რთულ ზმნებში) მნიშვნელობების გამოიყენას; მნიშვნელობების დადგენისას ამოსავლად მიჩნეულია აქტუალიზატორისა და ზმნის სინტაქსური ურთიერთკავშირის ხასიათი.

ORIENTAL STUDIES

A. A. TSALKALAMANIDZE

CONCERNING VERBAL STEMS OF WIDE CONNOTATION
(ACCORDING TO THE MATERIALS OF MODERN TURKISH
AND UZBEK LITERARY LANGUAGES)

Summary

The paper deals with the delimitation of the principal (lexico-semantic variants) and auxiliary (grammatical: in analytic constructions and complex verbs) meanings in Modern Turkish and Uzbek literary languages. The character of the syntactic interrelationship of the agent of actualization and the verb serves as the starting point in ascertaining the meanings.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. А. Уфимцева. Типы словесных знаков. М., 1974.
2. А. И. Смирницкий. Сб. «Вопросы грамматического строя». М., 1955.
3. А. А. Юлдашев. Аналитические формы глагола в тюркских языках. М., 1965.
4. М. М. Гухман. Сб. «Вопросы грамматического строя». М., 1955.
5. Диалектика и логика. Законы мышления. Под ред. Б. М. Кедрова. М., 1962.

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: номер, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта I 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 иная 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 отисков 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.

ავტორთა საყურადღებოდ

1. ჟურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევებათა ჭრე გამოუქვეყნებელ შედეგებს. წერილები ქვეყნდება მხოლოდ იმ სამეცნიერო დარგებიდან, რომელთა ნომენკლატურული სია დამტკიცებულია აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ.

2. „მოამბეში“ არ შეიძლება გამოქვეყნდეს პოლემიკური წერილი, აგრეთვე მიმოხილვითი ან აღწერითი ხასიათის წერილი ცხოველთა, მცენარეთა ან სხვათა სისტემატიკაზე, თუ მასში მოცემული არაა მეცნიერებისათვის განსაკუთრებით საინტერესო შედეგები.

3. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიკოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიკოს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბეჭდად წელიწადში შეუძლია წარმოსადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანავტორებთან 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, თანავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბეჭდად საესკიზით 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 ჟურნალის 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 წარდგინება, თარიღის აღნიშვნით. მასში აღკიდებლად უნდა აღინიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უბასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მშინ 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 ახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს კალკაზე შავი ტუშით. წარწერები ნახაზებს უნდა გაუკეთდეს კალიგრაფიულად და ისეთი ზომისა, რომ შემცირების შემთხვევაშიც კარგად იკითხებოდეს. ილუსტრაციების ქვემო წარწერების ტექსტი წერილის ძირითადი ტექსტის ენაზე წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალკე ფურცელზე. არ შეიძლება ფოტოებისა და

ხაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდებზე ფანქრით უნდა დაწეროს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნას ისეთი ილუსტრაციები, რომელთაც ექვრნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკაფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემალარში; ბერძნულ ასოებს ქვემოთ ყველგან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახეარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მარკებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილი არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაეუღ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საქურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ექვრნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენებია უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებული შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ექვრნალებში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორის წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზედ შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა) თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორის უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1966; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუხოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-93-42.

საფოსტო ინდექსი 380060

ხელმოწერის პირობები: ერთი წლით 12 მან.

№ 1 806.
ЦЕНА 1 РУБ.

6 13/59


ქართული
ბიბლიოთეკა