

2.7
986



ISSN—0132—1447

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

მოამბე

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

II სერი
პ. 181 ა 1,2

(71)

ტომი 121 ტომ

№ 1

თბილისი 1986 იანვარ

თბილისი * თბილისი * TBILISI



524

1986

№ 1, 2.

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგაბა

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

II ს.

პ. 121. № 1, 2

71

ტომი 121 ტომ

1986

ქართული დაბარსებულია 1940 წელს.
ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1940 ГОДУ

გამოდის თვეში ერთხელ
ВЫХОДИТ ОДИН РАЗ В МЕСЯЦ

გამომცემლობა „მეცნიერება“
Издательство Мецниереба*

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის

გზაგადასახვევები

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 121 ტომ

№ 1

იანვარი 1986 ЯНВАРЬ

ს ა რ ე დ ა ქ ც ი ო კ ო ლ ე გ ი ა

- ქ. ანდრონიკაშვილი, ა. ავაქიძე, ბ. ბალავაძე, ა. ბიწაძე, ლ. გაბუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ. გამყრელიძე, ვ. გომელაური, ა. გუნია (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ს. ღურშიშიძე, ა. თავზელიძე, ჯ. ლომინაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), გ. მელიქიშვილი, თ. ონიანი, ე. სეხნიაშვილი, ა. ფრანგიშვილი, ი. ფრანგიშვილი, ა. ცაგარელი, გ. ციციშვილი, ა. ძიძიგური, შ. ძიძიგური, გ. ხარატიშვილი, ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი, ნ. ჯავახიშვილი, ვ. ჯიბლაძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- ჟ. ლ. ანდრონიკაშვილი, ა. მ. აპაქიძე, ბ. კ. ბალავაძე, ა. ვ. ბიწაძე, ლ. კ. გაბუნია (заместитель главного редактора), თ. ვ. გამყრელიძე, ვ. ი. გამელაური, ა. ლ. გუნია (заместитель главного редактора), ნ. ა. ჯავახიშვილი, გ. ნ. ჯიბლაძე, ა. ვ. ძიძიგური, შ. ვ. ძიძიგური, ს. ვ. დურმიშიძე, დ. გ. ლომინაძე (заместитель главного редактора), გ. ა. მელიქიშვილი, თ. ნ. ონიანი, ა. ს. პრანგიშვილი, ი. ვ. პრანგიშვილი, ე. ა. სეხნიაშვილი, ა. ნ. თავხელიძე, ე. კ. ხარაძე (главный редактор), გ. ვ. ხარატიშვილი, ა. ლ. ცაგარელი, გ. ვ. ციციშვილი

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

გადაეცა ასაწყობად 26.11.1985; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 6.3.1986; შეკვ. № 3781; ანაწყობის ზომა 7×12³/₄; ქაღალდის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 14; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 18,5; ნაბეჭდი ფურცელი 19,6; უკ 02888; ტირაჟი 1450; ფასი 1 მან. 90 კობ.

Сдано в набор 26.11.1985; подписано к печати 6.3.1986; зак. №3781; размер набора 7×12³/₄; размер бумаги 70×108; физический лист 14; уч. издательский лист 18,5; печатный лист 19,6; УЭ 02888; тираж 1450; цена 1 руб. 90 коп.

საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის სტამბა, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Типография АН Груз. ССР, Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19
გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

- *თ. ახობაძე. განზოგადებული შემოსაზღვრული ვარიაციის ფუნქციების უწყვეტობის შესახებ 20
- *ს. რუტკაუცკასი. დირიხლეს ტიპის ამოცანა და ელიფსური განტოლებისათვის სინგულარული კოეფიციენტებით არის შიგა წერტილში 23
- *ს. ბოგატი. ინტერვალის ასახვის პერიოდული წერტილების რაოდენობა იზრდება ექსპონენტურად 28
- *შ. ბახტაძე. ალექსანდროვ — ჩეხის პომოლოგიის თეორიის ერთი სახესხვაობის შესახებ 32
- *გ. ბელთაძე. წონასწორობის სიტუაციები ლექსიკოგრაფიულ ბიმატრიცულ თამაშებში 36
- *მ. გაბიძაშვილი. წონიანი უტოლობები რისის პოტენციალისა და მისი განზოგადებებისათვის 39
- *ბ. ნადირაძე. ფურეე — უოლმის ორჯერადი მწკრივების შეჯამებადობის შესახებ 44
- *ი. აგავევი. მოცემული ორთონორმირებული სისტემიდან ლაკუნარული ქვესისტემების ამორჩევის შესახებ 48

მექანიკა

- *ლ. გავაშელი. არაწრფივი ორმასიანი შიგა ხახუნის მექანიკური სისტემის შემთხვევითი რხევების მოდელირება მბმ-ზე 52
- *ა. თვალჭრელიძე. გარსთა თეორიის ძირითადი განტოლებები დიდი დეფორმაციებისა და ძვრების გათვალისწინებით 56
- *გ. ნოზაძე. ორმაგი საქანის ფარდობით წონასწორობათა ბიფურკაციის შესახებ 59

ფიზიკა

- *ა. გველესიანი, გ. ჯანდიერი, ვ. კირცხალია. კელვინ — ჰელმჰოლცის არამდგრადობის საკითხისათვის 63
- *შ. ბაქრაძე, გ. კუკულაძე, ლ. ბაქრაძე. რადიაციული დეფექტების წარმოქმნისა და გამოწვევის გამოკვლევა GaSb-ში 67

ასტრონომია

- *ლ. გეონჯიანი. დედამიწის ატმოსფეროში სინათლის გაბნევის ვარიაციების გაელენა მზის, როგორც ვარსკვლავის, რხევების დაკვირვებებზე 71

გეოფიზიკა

- *თ. ჩერგოლეიშვილი, პ. მანჯგალაძე, ა. ბალაბუევი. სამგანზომილებიანი ანიზოტროპული გარემოს ფიზიკური მოდელირება 76

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წერილის რეზიუმეს.

- *გ. ლორთქიფანიძე. ლითონფეროს მოდელირების შესაძლებლობის შესახებ დე-
დამიწის მანტიაში განვითარებული კონვექციისას 80

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

- *ნ. მზარეულიშვილი, ვ. ნათიძე. აზოტმჟავა ლანთანის ურთიერთქმედების
შესწავლა ამონიუმისა და ტუტე ლითონების კარბონატებთან 84
- *ა. შველაშვილი, კ. ამირხანაშვილი, ა. სობოლევო, ე. მიმინო-
შვილი, მ. ცქიტიშვილი. სულფადიმეტოქსინთან სამეთილენდიამინ ნი-
კელის (II) კრისტალური სტრუქტურა და ინფრაწითელი სპექტრები 88
- *ნ. კიკვაძე, მ. დემეტრაშვილი, ე. ნანობაშვილი. იშვიათმიწათა
ელემენტების პიროგერმანატების სინთეზი და გამოკვლევა 92

ორგანული ქიმია

- *ნ. ესაკია, ზ. ლომთათიძე, შ. სამსონია, თ. შიუქაშვილი, ნ. სუ-
ცოროვი. ინდოლის ზოგიერთი აცეტილენური ნაწარმის სინთეზი და ბიო-
ციდური თვისებები 95
- *ე. ჩიქოვანი. ფენოლის კატალიზური ალკილირების რეაქციის შესწავლა 1-ბუ-
ტენ-3-ოლით 100

ფიზიკური ქიმია

- *გ. ჩიჩუა, ვ. ერისთავი. „სპილენძშემცველი ხსნარი — ოქსალატ-იონებით მო-
დიფიცირებული ანიონიტის“ სისტემაში სპილენძი (II)-ის კონცენტრაციის წო-
ნასწორული განაწილება 103
- *გ. ჩივაძე, ვ. ხახნელიძე, ლ. ჩხეიძე, ც. ნასყიდაშვილი. ფენოლის
ალკილირება ციკლოოლენფინებით მოდიფიცირებულ ალუმოსილიკატებზე 108
- *შ. საბელაშვილი, კ. ხაჩატურიანი, მ. მერაბიშვილი. CO₂-ის ად-
სორბცია ბუნებრივ და მოდიფიცირებულ კლინობტილოლითებზე 111

ელექტროქიმია

- *რ. აგლაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), გ. მამფორია, გ. მჭე-
დლიშვილი. მანგანუმ-ქრომის სისტემის შენადნობების ქცევა ნატრიუმის
ქლორიდის ხსნარში 115

ქიმიური ტექნოლოგია

- *ლ. ჯაფარიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ნ. მზარე-
ულიშვილი, დ. ოტიაშვილი, ვ. მდივანი, მ. დადუნაშვილი,
ე. ბოჭორაძე. ZnSO₄-NH₄OH-H₂O სისტემის გამოკვლევა 120
- *ა. კანდელაკი, ე. გამყრელიძე, გ. კუჭუხიძე. ნავთობის ზეთების კატა-
ლიზური დემეტალიზაცია მისი შემწვთამცივებელი ემულსიის სახით გამო-
ყენების მიზნით 123
- *ო. მოდებაძე, გ. მეფარიშვილი, თ. ხაჭაპურიძე, ვ. ბაქრაძე,
გ. კაპანაძე, მ. კუპრაძე. კარბონატული ჯიშების რენტგენულფაზური
ანალიზი მათზე ლაზერული გამოხსივებით ზემოქმედებისას 127

გეოლოგია

- *ფ. მაისაძე. ახალი მონაცემები კვაისის რაიონის პალეოგენური ნორმულდანალექი წარმონაქმნების შესახებ 131
- *პ. ჯიჯეიშვილი, რ. შავიშვილი. აღმოსავლეთ კავკასიონის გეოკინემატიკა 135

ლითოლოგია

- *ნ. რჩეულიშვილი, ე. ხუჭუა. მთიანი აფხაზეთის ქვედაიურული ტერიგენული ნალექების თიხის მინერალები 139

საშენებლო მექანიკა

- *გ. ბაზლაძე, რ. გორგაძე, მ. ყალაბეგაშვილი. გრძივი სახსრების მქონე შეკრული ცილინდრული გარსების რადიალური გადაადგილებების განსაზღვრისათვის 144
- *თ. შუკაკიძე. უბან-უბან მუდმივი სისქის ნახევარწრიული რგოლური დისკოს განაგარიშება 148
- *ლ. ყავლაძე. არმირების პროცენტის, ციკლის ასიმეტრიულობის მახასიათებლის და დატვირთვის ციკლა რიცხვის გავლენა რკინაბეტონის კოჭების სიხისტეზე ხანგრძლივი დინამიკური დატვირთვის მოქმედებისას 152

მეტალურგია

- *ვ. რცხილაძე, ი. აგლაძე, ე. თხილავეა, ლ. ჩხიკვაძე, რ. რაშმაძე, თ. ბრეგაძე, თ. შენგელია. დარიშხანისა და მისი ნაერთების თერმოდინამიკური ფუნქციების ექსპერიმენტული განსაზღვრა 156
- *ლ. გუჯასიანი, დ. ნოზაძე, ი. მეზერიშვილი. ბორალუმინის გრძივი სიმტკიცის დამოკიდებულება ბოჭკოთა მთლიანობისაგან 160

მანქანათმშენობლა

- *მ. ხვინგია (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), თ. თელია. ვიბრაციული მანქანების ძირითად რეზონანსულ რხევებზე პისტერეზისის მარყუყვის ფორმის გავლენის შესახებ 163

ჰიდროტექნიკა

- *დ. მირცხულავა, ი. ნონიევი, გ. შაინიანი. ანალიზის სტატისტიკური მეთოდების გამოყენება ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ნატურულ გამოკვლევებში 168
- *გ. გავარდაშვილი. ახალი ნახევარცილინდრული ფორმის ღვარცოფსაწინააღმდეგო ნაგებობების ლაბორატორიული გამოკვლევის შედეგები 171

თბოტექნიკა

- *მ. ყიფიშიძე, თ. ჯიშკარიანი, გ. არაბიძე. ორფაზიანი ნაკადის დისპერსიულობის განსაზღვრა გაუარესებული თბოგადაცემის არეში 176

საქ. სსრ კ. მარქსის

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

- *ვ. ნერსისიანი. არაწრფივ ავტომატურ სისტემებში სიმეტრიულ რხევითი პროცესების ხარისხის გამოკვლევა 180
- *ა. ქუთათელაძე, გ. ძიძიგური. ოპტიმალური მართვის ერთი არაწრფივი ამოცანის შესახებ 184

მასალათა ტექნოლოგია

- *გ. სულაშვილი, ზ. წილოსანი, ხ. ჩიქოვანი. კირის ფუძეზე დამზადებული კოროზიამდევი ნაკეთობები სასოფლო-სამეურნეო ობიექტების კონსტრუქციათა ელემენტებისათვის 188

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

- *ნ. ვაშაკიძე. მხედველობითი დისკრიმინაციის დასწავლა კატებში სუპრასილიუზის ზვეულის შუა ნაწილების მოცილების შემდეგ 192

ბიოქიმია

- *ნ. ნუცუბიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ნ. ლონიაშვილი. *Azotobacter Vinelandii*-ის ნიტროგენაზას კომპონენტების სულფიდრილური ჯგუფების გამოკვლევა 196
- *გ. ბროლაძე, ი. მიქაძე, ც. თურმანიძე, გ. კვესიტაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) *Staphylococcus aureus* 0—15-ის ჰაილურონიდაზას ჰეტეროგენობის შესახებ 200

ფიტოპათოლოგია

- *ც. მამუკაშვილი. *Cylindrocarpon cedri* (Mamuk.) და *Cylindrocarpon obtusisporum* (Cooke et harkness) WR. სოკოების ზოგიერთ ბიოლოგიური თავისებურება 203

საჭარბვილოს სსრ მიცნიერებათა აკადემიის შიგნით

- აკადემიის პრეზიდიუმში 205
- სესიები, კონფერენციები, თათბირები 205
- მეცნიერთა იუბილეები 212
- ქრონიკა, ინფორმაცია 215

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Т. И. Ахобадзе. О непрерывности функций обобщенной ограниченной вариации	17
С. Руткаускас. Задача типа Дирихле для эллиптического уравнения с сингулярностью во внутренней точке области	21
С. А. Богатый. Количество периодических точек отображения отрезка растет экспоненциально	25
Ш. А. Бахтадзе. Об одной разновидности гомологической теории Александрова—Чеха	29
Н. Г. Белтадзе. Ситуация равновесия в лексикографических биматричных играх	33
М. А. Габидзашвили. Весовые неравенства для потенциалов Рисса и их обобщении	37
Б. П. Надирадзе. О суммируемости двойных рядов Фурье—Уолша	41
И. Агаев. О выборе лакунарных подсистем из данной ортонормированной системы	45

МЕХАНИКА

Л. Ш. Гавашели. Моделирование на ЭВМ случайных колебаний нелинейной двухмассовой механической системы с внутренним трением	49
А. К. Твалчрелидзе. Основные управления теории оболочек с учетом больших деформаций и сдвигов	53
Г. Т. Нозадзе. О бифуркации относительных равновесий двойного маятника	57

ФИЗИКА

А. И. Гвелесиани, Г. В. Джандиери, В. Г. Кирцхалия. К вопросу о неустойчивости Кельвина—Гельмгольца	61
Ш. Р. Бакрадзе, Г. В. Кукуладзе, Л. Ш. Бакрадзе. Исследование образования и отжига радиационных дефектов в легированном $GaSb$	65

АСТРОНОМИЯ

Л. А. Геонджян. Влияние вариаций рассеяния света в земной атмосфере на наблюдения колебаний солнца как звезды	69
---	----

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме статьи.

ГЕОФИЗИКА

- Т. Т. Черголеишвили, П. В. Манджгаладзе, А. А. Балабуев.
Физическое моделирование трехмерных анизотропных сред 73
- Г. П. Лордкипанидзе. О возможности моделирования литосферы при раз-
витой конвекции в мантии земли 77

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Н. В. Мзареулишвили, В. П. Натидзе. Изучение взаимодействия азот-
нокислого лантана с карбонатами щелочных металлов и аммония 81
- А. Е. Швелашвили, К. Д. Амирханашвили, А. Н. Соболев,
Э. Б. Миминошвили, М. Г. Цкитишвили. Кристаллическая
структура и ИК-спектры сульфадиметоксината триэтилендиаминнике-
ля (II) 85
- Н. П. Киквадзе, М. М. Деметрашвили, Е. М. Нанобашвили.
Синтез и исследование пирогерманатов РЗМ 89

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Н. А. Эсакия, З. Ш. Ломтатидзе, Ш. А. Самсония, Т. Г. Шиука-
швили, Н. Н. Суворов. Синтез и биоцидные свойства некоторых
ацетиленовых производных индола 93
- Э. Н. Чиковани. Изучение реакции каталитического алкилирования фенола
1-бутен-3-олом 97

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. П. Чичуа, В. Д. Эристави. Равновесное распределение концентрации
меди (II) в системе «медьсодержащий раствор анионит, модифицирован-
ный оксалат-ионами» 101
- Г. О. Чивадзе, В. В. Хахнелидзе, Л. З. Чхеидзе, Ц. И. Наскида-
швили. Алкилирование фенола циклоолефинами на модифицированных
алюмосиликатах 105
- Ш. Д. Сабелашвили, К. К. Хачатурян, М. С. Мерабишвили.
Адсорбция CO_2 на природных и модифицированных клиноптилолитах 109

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- Р. И. Агладзе (академик АН ГССР), Г. Ш. Мампория, Г. Н. Мче-
длишвили. Анодное поведение сплавов системы марганецхром в
растворе хлористого натрия 113

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Л. Н. Джапаридзе (член-корреспондент АН ГССР), Н. В. Мзареули-
швили, Д. Г. Отиашвили, В. М. Мдивани, М. Т. Дадуна-
швили, Э. Н. Бочорадзе. Исследование системы ZnSO_4 -
 $\text{NH}_4\text{OH}-\text{H}_2\text{O}$ 117

- А. Ш. Канделаки, Е. А. Гамкрелидзе, Г. А. Кучухидзе. Катали-
 тическая деме­тал­ли­за­ция нефтяных масел с целью их использования в
 производстве смазочно-охлаждающих эмульсий 121
- О. Е. Модебадзе, Г. В. Мепаришвили, Т. С. Хачапуридзе,
 В. Н. Бакрадзе, Г. Р. Капанадзе, М. А. Куправа. Рентгено-
 фазовый анализ карбонатных пород, подвергнутых воздействию лазер-
 ного излучения 125

ГЕОЛОГИЯ

- Ф. Д. Майсадзе. Новые данные о палеогеновых нормально-осадочных обра-
 зованиях Квайсинского района 129
- П. О. Джиджейшвили, Р. Л. Шавишвили. Геокинематика восточно-
 го Кавказа 133

ЛИТОЛОГИЯ

- Н. Л. Рчеулишвили, Е. А. Хучуа. Глинистые минералы нижнеюрских
 терригенных отложений горной Абхазии 137

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

- Г. Ш. Базгадзе, Р. Д. Гиоргадзе, М. К. Калабегашвили.
 К определению радиальных перемещений замкнутых цилиндрических обо-
 лочек с продольными шарнирами 141
- Т. Д. Шукакидзе. Расчет полукруглого кольцевого диска кусочно-постоян-
 ной толщины 145
- Л. И. Кавладзе. Влияние процента армирования, коэффициента асимметрии
 цикла и числа циклов нагружения на жесткость железобетонных балок
 работающих под воздействием длительных динамических нагрузок 149

МЕТАЛЛУРГИЯ

- В. Г. Рцхиладзе, И. И. Агладзе, Е. Т. Тхилава, Л. А. Чхиквадзе,
 Р. С. Размадзе, Т. С. Брегадзе, О. В. Шенгелия. Экспери-
 ментальное определение термодинамических функций мышьяка и его
 соединений 153
- Л. Е. Гукасян, Д. А. Нозадзе, И. Дж. Мезвришвили. Зависимость
 продольной прочности боралюминия от целостности волокон 157

МАШИНОВЕДЕНИЕ

- М. В. Хвингия (член-корреспондент АН ГССР), Т. Н. Телия. О влиянии
 формы петли гистерезиса на основные резонансные колебания vibra-
 ционных машин 161

ГИДРОТЕХНИКА

- Д. Ц. Мирцхулава, И. К. Нониев, Г. А. Шаинян. Применение статистических методов анализа в натуральных исследованиях гидротехнических сооружений 165
- Г. В. Гавардашвили. Результаты лабораторных исследований нового противоселевого сооружения формы полуцилиндра 169

ТЕПЛОТЕХНИКА

- М. Е. Кипшидзе, Т. С. Джишкариани, Г. О. Арабидзе. Определение дисперсности двухфазного потока в зоне ухудшенного теплообмена 173

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

- В. Н. Нерсисян. Исследование качества симметричных колебательных процессов в нелинейных автоматических системах 177
- А. Р. Кутателадзе, Г. А. Дзидзигури. Об одной нелинейной задаче оптимального управления 181

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

- Г. М. Сулашвили, З. Н. Цилосани, Х. С. Чиковани. Коррозионно-стойкие изделия на основе извести для элементов конструкций сельскохозяйственных объектов 185

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- Н. В. Вашакидзе. Обучение зрительной дискриминации после удалений средних отделов супрасильвиевой извилины у кошек 189

БИОХИМИЯ

- Н. Н. Нуцубидзе (член-корреспондент АН ГССР), Н. О. Гониашвили. Исследование сульфгидрильных групп компонентов нитрогеназы, выделенной из *Azotobacter Vinelandii* 193
- Г. Л. Броладзе, Ю. С. Миканадзе, Ц. С. Турманидзе, Г. И. Квеситадзе (член-корреспондент АН ГССР). О гетерогенности гиалуронидазы *Staphylococcus aureus* 0—15 197

ФИТОПАТОЛОГИЯ

- Ц. И. Мамукашвили. Некоторые биологические особенности грибов *Cylindrocarpon cedri* (Mamuk.) и *Cylindrocarpon obtusisporum* (Cooke et Harkness) WR 201

В АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

- В Президиуме Академии 205
- Сессии, конференции, совещания 205
- Юбилей ученых 212
- Хроника, информация 215

C O N T E N T

MATHEMATICS

T. I. Akhobadze. On the continuity of functions of generalized bounded variation	20
S. Rutkauskas. Dirichlet-type problem for an elliptic equation with a singularity at an inner point of a domain	23
S. A. Bogaty i. The number of periodic points of a mapping of an interval grows exponentially	28
Sh. A. Bakhtadze. Concerning one variant of the Alexandrov-Čech homology theory	32
G. N. Beltadze. Equilibrium situations in lexicographic bimatrix games	36
M. A. Gabidzashvili. Weighted inequalities for Riesz potentials and their extensions	40
B. P. Nadiradze. On the summability of double Fourier-Walsh series	44
I. Agaev. On the choice of lacunary subsystems from a given orthonormal system	48

MECHANICS

L. Sh. Gavasheli. Computer modelling of the random vibrations of a nonlinear two-mass mechanical system with internal friction	52
A. K. Tvalchrelidze. Basic equations of the shell theory with account of large deformations and shears	56
G. T. Nozadze. On the bifurcation of relative equilibria of a double pendulum	60

PHYSICS

A. I. Gvelesiani, G. V. Jandieri, V. G. Kirtskhalia. On Kelvin-Helmholtz instability	64
Sh. R. Bakradze, G. V. Kukuladze, L. Sh. Bakradze. Investigation of the formation of radiation-induced defects and annealing in gallium antimonide	68

ASTRONOMY

L. A. Gheonjian. The influence of sunlight scattering variations in terrestrial atmosphere on observations of solar global oscillations	72
---	----

GEOPHYSICS

T. T. Chergoleishvili, P. V. Manjgaladze, A. A. Balabuev. Physical modelling of three-dimensional anisotropic media	76
---	----

- G. P. Lordkipanidze. On the feasibility of modeling the lithosphere under convection developed in the Earth's mantle 80

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

- N. V. Mzareulishvili, V. P. Natidze. Study of the interaction of lanthanum nitrate with ammonium and alkali metal carbonates 84
- A. E. Shvelashvili, K. D. Amirghanashvili, A. N. Sobolev, E. B. Miminoshvili, M. G. Tskitishvili. Crystal structure and infrared spectra of tris (ethylenediamine) nickel (II) sulfadimethoxinate, $Ni(NH_2CH_2CH_2NH_2)_3\Phi_2$ 88
- N. P. Kikvadze, M. M. Demetrashvili, E. M. Nanobashvili. The synthesis and study of rare-earth metal pyrogermanates 92

ORGANIC CHEMISTRY

- N. A. Esakia, Z. Sh. Lomtadidze, Sh. A. Samsonia, T. G. Shiukashvili, N. N. Suvorov. The synthesis and biocidal characteristics of some acetylene derivatives of indole 96
- E. N. Chikovani. Study of the reaction of catalytic alkylation of phenol with 1-butene-3-ol 100

PHYSICAL CHEMISTRY

- G. P. Chichua, V. D. Eristavi. Equilibrium distribution of copper (II) concentration in the system copper-containing solution-oxalate-ion modified anionite 104
- G. O. Chivadze, V. V. Khakhnelidze, L. Z. Chkheidze, Ts. I. Naskidashvili. Phenol alkylation by cycloolefins on modified aluminosilicates 108
- Sh. D. Sabelashvili, K. K. Khachatryan, M. S. Merabishvili. Adsorption of CO_2 on natural and modified clinoptilolites 111

ELECTROCHEMISTRY

- R. I. Agladze, G. Sh. Mamporia, G. N. Mchedlishvili. Anodic behaviour of manganese-chromium system alloys in sodium chloride solutions 116

CHEMICAL TECHNOLOGY

- L. N. Japaridze, N. V. Mzareulishvili, D. G. Otiashvili, V. M. Mdivani, M. T. Dadunashvili, E. N. Bochoradze. Study of the $ZnSO_4-NH_4OH-H_2O$ system 120
- A. Sh. Kandelaki, E. A. Gamkrelidze, G. A. Kuchukhidze. Catalytic demetallization of petroleum oils with a view to their application in the production of lubricating-cooling emulsions 123
- O. E. Modebadze, G. V. Meparishvili, T. S. Khachapuridze, V. N. Bakradze, G. R. Kapanadze, M. A. Kuprava. Roentgen-phase analysis of carbonate rocks subjected to laser emission 128

GEOLOGY

- F. D. Maisadze. New data on the Paleogene normal-sedimentary formations of the Kvaisa area 132
- P. O. Jijeishvili, R. L. Shavishvili. The geokinematics of the Eastern Caucasus 135

LITHOLOGY

- N. L. Rcheulishvili, E. A. Khuchua. Clay minerals of Lower Jurassic terrigenous deposits of mountain Abkhazia 140

STRUCTURAL MECHANICS

- G. Sh. Bazgadze, R. D. Giorgadze, M. G. Kalabegashvili. Towards the determination of radial displacements of closed cylindrical shells with longitudinal hinges 144
- T. D. Shukakidze. On the analysis of a semicircular annular disk of piecewise thickness 148
- L. I. Kavladze. The effect of reinforcement degree, coefficient of cycle skewness and number of load cycles on concrete beam rigidity under the action of sustained dynamic load 152

METALLURGY

- V. G. Rtskhiladze, I. I. Agladze, E. T. Tkhilava, L. A. Chkhikvadze, R. S. Razmadze, T. S. Bregadze, O. V. Shengelia. Experimental determination of the thermodynamic functions of arsenic and its compounds 156
- L. E. Gukasian, D. A. Nozadze, I. D. Mezvrishvili. Dependence of the longitudinal strength of boral on the intactness of the fibres 160

MACHINE BUILDING SCIENCE

- M. V. Khvingia, T. N. Telia. On the influence of the form of the hysteresis loop on the basic resonance oscillations of a vibration machine 164

HYDRAULIC ENGINEERING

- D. Ts. Mirtskhulava, I. K. Noniev, G. A. Shainyan. Application of statistical analysis methods in landscape studies of hydrotechnical construction 168
- G. V. Gavardashvili. Results of laboratory investigations of newly designed mudflow control structures of semi-cylindrical form 171

HEAT ENGINEERING

- M. E. Kipshidze, T. S. Jishkariani, G. O. Arabidze. Determination of the dispersion of two-phase flow in the zone of inferior heat exchange 176

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

- V. N. Nersesian. Investigation of the coefficient of symmetrical oscillatory processes in nonlinear automatized systems 180
- A. R. Kutateladze, G. A. Dzidziguri. On one nonlinear optimal control problem 184

TECHNOLOGY OF MATERIALS

- G. M. Sulashvili, Z. N. Tsilosani, Kh. S. Chikovani. Lime based corrosion resistant products for structural members of agricultural facilities 188

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- N. V. Vashakidze. Visual discrimination learning in cats after removal of the middle suprasylvian gyrus 192

BIOCHEMISTRY

- N. N. Nutsubidze, N. O. Goniashvili. Investigation of sulfhydryl groups of nitrogenase components isolated from *Azotobacter vinelandii* 196
- G. L. Broladze, U. S. Mikanadze, Ts. S. Turmanidze, G. I. Kvesitadze. Heterogeneity of the hyaluronidase from *Staphylococcus aureus* 0-15 200

PHYTOPATHOLOGY

- Ts. I. Mamukashvili. Some biological features of the fungi *Cylindrocarpon cedri* Mamuk. and *Cylindrocarpon obtusisporum* (Cooke et Harkness) WR. Booth 203



Т. И. АХОБАДЗЕ

О НЕПРЕРЫВНОСТИ ФУНКЦИИ ОБОБЩЕННОЙ
 ОГРАНИЧЕННОЙ ВАРИАЦИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 30.12.1983)

Пусть f является действительной, конечной, измеримой функцией, определенной на n -мерном евклидовом пространстве R^n . Предположим, что она 2π -периодическая относительно каждой из переменных.

Пусть $Q_n = \{x : x = (x_1, \dots, x_n), -\pi \leq x_j \leq \pi, j = 1, 2, \dots, n\}$, $k = (k_1, k_2, \dots, k_n)$ ($k_r \in Z, r = \overline{1, n}$), $kx = k_1x_1 + \dots + k_nx_n$, а c_{k_1, \dots, k_n} — коэффициенты Фурье интегрируемой на Q_n функции f , т. е.

$$c_{k_1, \dots, k_n} = (2\pi)^{-n} \int_{Q_n} f(x) e^{-ikx} dx.$$

Ниже любую функцию, эквивалентную (в смысле меры Лебега) непрерывной функции будем называть непрерывной.

Положим

$$\Delta_{x_{i_1}^{(k_{i_1})}}^{(m_{i_1})} (f; h_{i_1}^{(k_{i_1})}) = \sum_{v_{i_1}=0}^{m_{i_1}} (-1)^{v_{i_1}} C_{m_{i_1}}^{v_{i_1}} f(x_1, \dots, x_{i_1-1}, x_{i_1}^{(k_{i_1})} + v_{i_1} h_{i_1}^{(k_{i_1})}, x_{i_1+1}, \dots, x_n),$$

$$\Delta_{x_{i_1}^{(k_{i_1})}, \dots, x_{i_{p-1}}^{(k_{i_{p-1})}}, x_{i_p}^{(k_{i_p})}}^{(m_{i_1}, \dots, m_{i_{p-1}}, m_{i_p})} (f; h_{i_1}^{(k_{i_1})}, \dots, h_{i_{p-1}}^{(k_{i_{p-1})}}, h_{i_p}^{(k_{i_p})}) =$$

$$= \Delta_{x_{i_p}^{(k_{i_p})}}^{(m_{i_p})} (\Delta_{x_{i_1}^{(k_{i_1})}, \dots, x_{i_{p-1}}^{(k_{i_{p-1})}}}^{(m_{i_1}, \dots, m_{i_{p-1})})} (f; h_{i_1}^{(k_{i_1})}, \dots, h_{i_{p-1}}^{(k_{i_{p-1})}}); h_{i_p}^{(k_{i_p})}),$$

где

$$h_{i_1}^{(k_{i_1})} = \frac{1}{m_{i_1}} (x_{i_1}^{(k_{i_1}+1)} - x_{i_1}^{(k_{i_1})}), \dots, h_{i_p}^{(k_{i_p})} = \frac{1}{m_{i_p}} (x_{i_p}^{(k_{i_p}+1)} - x_{i_p}^{(k_{i_p})}),$$

$i_s \in M = \{1, 2, \dots, n\}$ ($s = 1, 2, \dots, p$), $i_1 < i_2 < \dots < i_p$, а m_{i_1}, \dots, m_{i_p} — некоторые натуральные числа.

Если $\{a_s\}_{s=1}^n$ — некоторая система вещественных чисел, то будем считать, что

$$P_{a_s} = \{a_s = x_s^{(0)} < x_s^{(1)} < \dots < x_s^{(N_s)} = a_s + 2\pi\}$$

— произвольное разбиение периода. Обозначим через B любое подмножество из M и предположим, что



$$\Pi_{a_B} = \Pi_{a_i a_k \dots a_m} = \Pi_{a_i} \times \Pi_{a_k} \times \dots \times \Pi_{a_m},$$

где индексы i, k, \dots, m составляют множество B .

Допустим еще, что $\Phi = (\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_{2^n-1})$ — система строго возрастающих (непрерывных в точке 0) функций, определенных на $[0, +\infty[$, для которой $\Phi_i(0) = 0$ ($i = \overline{1, 2^n-1}$) и взаимно однозначно сопоставим каждому подмножеству $B \subset M$ функцию $\Phi_B \equiv \Phi_B(1 \leq i \leq 2^n-1)$ из системы $\Phi = (\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_{2^n-1})$. Ясно, что такое соответствие можно осуществлять по-разному.

Пусть $X_{C_M B}$ — множество тех координат x_1, x_2, \dots, x_n , индексы которых составляют множество $C_M B$. Положим, что $B = \bigcup_{k=1}^p i_k \subset M$, и

$$\begin{aligned} V_{\Phi_B}^{(B)}(f; m_{i_1}, \dots, m_{i_p}) = \\ = \sup_{x_{C_M B}} \sup_{a_B} \sup_{\Pi_{a_B}} \sum_{k_{i_1}=0}^{N_{i_1}-1} \dots \sum_{k_{i_p}=0}^{N_{i_p}-1} \Phi_B \left(2^{-(m_{i_1} + \dots + m_{i_p}) + p} \times \right. \\ \left. \times \left| \Delta_{x_{i_1}^{(k_{i_1})}, \dots, x_{i_p}^{(k_{i_p})}}^{(m_{i_1}, \dots, m_{i_p})}(f; h_{i_1}^{(k_{i_1})}, \dots, h_{i_p}^{(k_{i_p})}) \right| \right). \end{aligned}$$

Если существует такое взаимно однозначное соответствие между $\{B\}_{B \subset M}$ и $\{\Phi_B\}_{B \subset M}$, что $V_{\Phi_B}^{(B)}(f; m_{i_1}, \dots, m_{i_p}) < \infty$ для каждого $B \subset M$, то будем говорить, что функция f является функцией ограниченной Φ -вариации ($f \in H_{\Phi}^{(m_1, \dots, m_n)}$).

Пусть

$$\tilde{\Delta}_{x_1}(f; \delta) = f(x_1 + \delta, x_2, \dots, x_n) - f(x_1 - \delta, x_2, \dots, x_n),$$

.....

$$\tilde{\Delta}_{x_1 x_2 \dots x_k}(f; \delta) = \tilde{\Delta}_{x_k}(\tilde{\Delta}_{x_1 \dots x_{k-1}}(f; \delta); \delta), \quad k=2, 3, \dots, n.$$

Множество функций f из класса $H_{\Phi}^{(m_1, \dots, m_n)}$, для которых

$$\lim_{\delta \rightarrow +0} \tilde{\Delta}_{x_1 x_2 \dots x_n}(f; \delta) = 0, \quad (1)$$

обозначим через $\bar{H}_{\Phi}^{(m_1, \dots, m_n)}$.

Класс $H_{\Phi}^{(m_1, \dots, m_n)}$ при $m_1 = \dots = m_n = 1$ и $\Phi_1 = \Phi_2 = \dots = \Phi_{2^n-1}$ ввел Б. И. Голубов [1], а класс $H_{\Phi}^{(2, \dots, 2)}$ рассмотрен в нашей работе [2]. Б. И. Голубов [3, 4], для классов $H_{\Phi}^{(1, \dots, 1)}$ и $\bar{H}_{\Phi}^{(1, \dots, 1)}$, где $\Phi_i(u) = u^p$, $1 \leq p < \infty$, доказал аналоги известных теорем Винера [5] и С. М. Лозинского [6]. В настоящей работе для классов $H_{\Phi}^{(m_1, \dots, m_n)}$ и $\bar{H}_{\Phi}^{(m_1, \dots, m_n)}$ установлены в основном неусиляемые, в определенном смысле, теоремы типа Винера—Лозинского.

Теорема 1. Предположим, что $X^{(0)}$ и ε_B — точки из R^n , где все координаты точки ε_B , индексы которых составляют множество B , положи-

тельны, а остальные координаты — нули. Если $f \in H_{\Phi}^{(m_1, \dots, m_n)}$, то функция f ограничена и для любого $B (B \subset M)$ существуют конечные пределы

$$\lim_{\varepsilon_B \rightarrow 0} f(X^{(0)} \pm \varepsilon_B).$$

Теорема 2. Пусть $f \in H_{\Phi}^{(m_1, \dots, m_n)}$. а) Если $\lim_{u \rightarrow 0} [u^2/\Phi_M(u)] = 0$, то каждое из следующих условий:

$$1) \prod_{k=1}^n p_k^{-2m_k} \sum_{i_1=-p_1}^{p_1} \dots \sum_{i_n=-p_n}^{p_n} |c_{i_1 \dots i_n}|^2 i_1^{2m_1} \dots i_n^{2m_n} = o(1),$$

$$2) \prod_{k=1}^n p_k^{-m_k} \sum_{i_1=-p_1}^{p_1} \dots \sum_{i_n=-p_n}^{p_n} |c_{i_1 \dots i_n}| i_1^{m_1} \dots i_n^{m_n} = o(1),$$

$$3) \sum_{i_1=-p_1}^{p_1} \dots \sum_{i_n=-p_n}^{p_n} |c_{i_1 \dots i_n}| = o \left\{ \prod_{s=1}^n \ln p_s \right\},$$

$$4) \sum_{|i_1| \geq p_1} \dots \sum_{|i_n| \geq p_n} |c_{i_1 \dots i_n}| = o \left\{ \left(\prod_{s=1}^n p_s \right)^{-1} \right\} \text{ при } p_1, \dots, p_n \rightarrow +\infty,$$

$$5) \lim_{p_1, \dots, p_n \rightarrow +\infty} \left(\prod_{s=1}^n \ln p_s \right)^{-1} \sum_{i_1=-p_1}^{p_1} \dots \sum_{i_n=-p_n}^{p_n} |c_{i_1 \dots i_n}| = 0,$$

необходимо и достаточно, чтобы $f \in \bar{H}_{\Phi}^{(m_1, \dots, m_n)}$.

б) Каждое из перечисленных условий достаточно для выполнения (1).

в) Если для любого $B \subset M \lim_{u \rightarrow 0} [u^2/\Phi_B(u)] \neq 0$, то для включения

$f \in \bar{H}_{\Phi}^{(m_1, \dots, m_n)}$ не существует необходимых и достаточных условий, выраженных через модули коэффициентов Фурье функции f .

Теорема 3. Пусть $f \in H_{\Phi}^{(m_1, \dots, m_n)}$. а) Если $\lim_{u \rightarrow 0} [u^2/\Phi_i(u)] = 0$ ($i=1, n$), то для непрерывности функции f необходимо и достаточно выполнение следующих условий.

$$p_j^{1-2m_j} \sum_{i_j=-p_j}^{p_j} \sum_{j=-\infty}^{\infty} |c_{i_1 \dots i_n}|^2 i_j^{2m_j} = o(1), \quad p_j \rightarrow \infty \quad (j=\overline{1, n}),$$

где символ $\sum_{j=-\infty}^{\infty}$ означает, что суммирование производится относительно всех индексов кроме j -го индекса от $-\infty$ до $+\infty$.

б) Совокупность перечисленных условий достаточно для непрерывности функции f .

в) Если для некоторого $i (1 \leq i \leq n) \lim_{u \rightarrow 0} [u^2/\Phi_i(u)] > 0$, то для непрерывности функции f не существует необходимых и достаточных условий, выраженных через модули коэффициентов Фурье функции f .



Теорема 4. *Предположим, что $f \in H_{\Phi}^{(m_1, \dots, m_n)}$ а) Если $\lim_{u \rightarrow 0} [u^2 / \Phi_1(u)] = 0$ ($i = \overline{1, n}$), то для непрерывности функции f необходимо и достаточно выполнение следующих условий:*

$$\sum_{|j| > \rho_j} \sum_{i=1}^{\infty} |c_{i_1 \dots i_n}|^2 = o(\rho_j^{-1}), \quad \rho_j \rightarrow +\infty \quad (j = \overline{1, n}).$$

б) *Совокупность перечисленных условий достаточна для непрерывности функции f .*

Тбилисский государственный университет

(Поступило 5.1.1984)

მათემატიკა

თ. ახობადე

ბანზობადებულნი უმოსოზღვრული ვარიაციის ფუნქციების
უწყვეტობის შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

ნაშრომში განხილულია დებულებები, რომლებიც $H_{\Phi}^{(m_1, \dots, m_n)}$ და $\bar{H}_{\Phi}^{(m_1, \dots, m_n)}$ კლასების ფუნქციებისათვის განზოგადებენ უმოსოზღვრული ვარიაციის ფუნქციების უწყვეტობის შესახებ ვიენერისა და ს. ლოზინსკის [5,6] კარგად ცნობილ თეორემებს.

MATHEMATICS

T. I. AKHOBADZE

ON THE CONTINUITY OF FUNCTIONS OF GENERALIZED BOUNDED VARIATION

Summary

The paper presents statements generalizing for the functions of the classes $H_{\Phi}^{(m_1, \dots, m_n)}$ and $\bar{H}_{\Phi}^{(m_1, \dots, m_n)}$ the well-known theorems of N. Wiener and S. M. Lozinski [5, 6] on the continuity of functions of bounded variation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. И. Голубов. Матем. сб., 89, № 4, 1972, 630—653.
2. Т. И. Ахобадзе. Матем. сб., 109, № 2, 1979, 291—326.
3. Б. И. Голубов. Труды Тбил. матем. ин-та им. А. М. Размадзе, 38, 1970, 31—43.
4. Б. И. Голубов. Сообщения АН ГССР, 74, № 2, 1974, 297—300.
5. N. Wiener. Massachusetts J. Math., 3, 1924, 72—94.
6. С. М. Лозинский. ДАН СССР, 49, №8, 1945, 562—565.

С. РУТКАУСКАС

ЗАДАЧА ТИПА ДИРИХЛЕ ДЛЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО
 УРАВНЕНИЯ С СИНГУЛЯРНОСТЬЮ ВО ВНУТРЕННЕЙ ТОЧКЕ
 ОБЛАСТИ

(Представлено академиком А. В. Бицадзе 18.11.1983)

В области D трехмерного евклидового пространства точек (x, y, z) , ограниченной поверхностью Ляпунова Γ и содержащей точку $x=y=z=0$, рассмотрим уравнение

$$\Delta_{r, \varphi, \vartheta} u + a(r) u_r + b(r) u = 0 \quad (1)$$

где $\Delta_{r, \varphi, \vartheta}$ — оператор Лапласа в сферических координатах

$$x = r \cos \varphi \sin \vartheta, \quad y = r \sin \varphi \sin \vartheta, \quad z = r \cos \vartheta, \quad 0 \leq \varphi \leq 2\pi, \quad 0 \leq \vartheta \leq \pi,$$

а $a(r)$, $b(r)$ — комплекснозначные коэффициенты, неограниченные, вообще говоря, при $r=0$. Предполагается, что $\operatorname{Re} b(r) < 0$ в области $D_0 = D \setminus \{r=0\}$, $a(r)$ и $b(r)$ непрерывны по Гельдеру в

$$\tilde{D}_0 = D_0 \cup \Gamma, \quad a(r) \in C_3([0, r_0]), \quad b(r) \in C_2([0, r_0]),$$

где r_0 — сколь угодно малое число.

Рассмотрим следующую задачу типа Дирихле: найти решение $u(r, \varphi, \vartheta) \in C_2(D_0) \cap C(\bar{D})$ уравнения (1), удовлетворяющее условиям

$$u|_{\Gamma} = f(r, \varphi, \vartheta), \quad (2)$$

$$u|_{r=0} = g(\varphi, \vartheta), \quad (3)$$

где $f \in C(\Gamma)$, $g \in C_2(\Pi)$, $\Pi = [0, 2\pi] \times [0, \pi]$, — наперед заданные комплекснозначные функции.

Введем функцию

$$Q(r) = \frac{1}{4} a^2(r) + r^{-1} a(r) + \frac{1}{2} a'(r) - b(r) + cr^{-2},$$

где c — постоянная. Предположим, что при $r \in [0, r_0]$ выполнены следующие условия:

$$Q(r) \neq 0, \quad |\arg Q^{1/2}(r)| \leq \frac{\pi}{2}, \quad (5)$$

$$\int_0^r \left| Q^{-1/4}(\sigma) \frac{d^2}{d\sigma^2} Q^{-1/4}(\sigma) \right| d\sigma < \infty, \quad (6)$$

$$\lim_{r \rightarrow 0} r^2 Q^{-3/2}(r) \frac{d}{dr} Q(r) = 0, \quad (7)$$



$$Q^{-1/4}(r) \exp \left\{ \int_r^{r_0} \left(\frac{1}{2} a(\sigma) \pm Q^{1/2}(\sigma) \right) d\sigma \right\} = O(r). \quad (8)$$

Заметим, что, например, для функций $a(r) = a_0 r^{-l}$, $b(r) = b_0 r^{-m}$, $a_0 = \text{const}$, $b_0 = \text{const}$, $l > 1$, $m \leq 2$, условия (5) — (8) выполняются.

Задачу (1) — (3) будем решать альтернирующим методом Шварца [1], применяя его к паре областей Σ_ρ и D_ρ , где шар $\Sigma_\rho = \{r < \rho\} \subset D$, а область $D_\rho \subset D$ ограничена поверхностями Ляпунова Γ и Γ_ρ , $\Gamma_\rho \subset \Sigma_\rho$, $\Gamma_\rho \cap \{r=0\} = \emptyset$.

Пусть $\Sigma_\rho^0 = \Sigma_\rho \setminus \{r=0\}$. Будем искать решение $u_1(r, \varphi, \vartheta) \in C_2(\Sigma_\rho^0) \cap C(\overline{\Sigma_\rho^0})$ уравнения (1), удовлетворяющее условию (3) и условию

$$u_1|_{r=\rho} = f_1(\varphi, \vartheta), \quad f_1 \in C_2(\Pi). \quad (4)$$

Решение $u_1(r, \varphi, \vartheta)$ задачи (1), (3), (4) можно представить, применяя метод разделения переменных, в виде следующего ряда:

$$u_1(r, \varphi, \vartheta) = \sum_{j=1}^2 \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^n R_n^{(j)}(r) \left(A_{mn}^{(j)} \cos m\varphi + B_{mn}^{(j)} \sin m\varphi \right) P_n^{(m)}(\cos \vartheta), \quad (9)$$

где $R_n^{(j)}(r)$ ($j=1, 2$) — решения уравнения

$$R_n'' + (2r^{-1} + a(r)) R_n' + (b(r) - n(n+1)) R_n = 0; \quad (10)$$

$P_n^{(m)}$ — присоединенные функции Лежандра, а коэффициенты $A_{mn}^{(j)}$, $B_{mn}^{(j)}$ подобраны так, чтобы удовлетворялись условия (3), (4).

Условия (5), (6) гарантируют возможность выбора решений $R_n^{(j)}$ уравнения (10) таких, что при $r \rightarrow 0$

$$R_n^{(j)}(r) = r^{-1} Q^{-1/4}(r) \exp \left\{ \int_r^{r_0} \left(\frac{1}{2} a(\sigma) + (-1)^j Q^{1/2}(\sigma) \right) d\sigma \right\} \{1 + o(1)\} \quad (j=1, 2), \quad (11)$$

а условие (7) обеспечивает линейную независимость этих решений [2]. Кроме того, из условия (8) следует ограниченность функций $R_n^{(j)}(r)$ ($j=1, 2$) в точке $r=0$. Если еще

$$R_n^{(1)}(0) R_n^{(2)}(\rho) - R_n^{(2)}(0) R_n^{(1)}(\rho) \neq 0, \quad (12)$$

то всегда можно выбрать коэффициенты $A_{mn}^{(j)}$, $B_{mn}^{(j)}$ ($j=1, 2$) так, чтобы ряд (9) совпадал при $r=0$ и $r=\rho$ с функциями $g(\varphi, \vartheta)$ и $f_1(\varphi, \vartheta)$ соответственно.

Равномерная сходимость ряда (9) к решению задачи (1), (3), (4) следует из теоремы Гарнака и принципа экстремума [3], который имеет место всюду в Σ_ρ^0 в силу условия $\text{Re } b(r) < 0$.

Так как задача (1), (3), (4) в шаре Σ_ρ разрешима и ее решение (9) подчиняется в Σ_ρ^0 принципу экстремума

$$|u_1| < \max \{ \max |f_1|, \max |g| \},$$

а в области D_ρ коэффициенты уравнения (1) достаточно гладки, то альтернирующий метод Шварца к областям Σ_ρ и D_ρ применим. Таким образом, задача (1) — (3) в области $D = \Sigma_\rho \cup D_\rho$ разрешима и ее решение $u(r, \varphi, \psi)$ удовлетворяет в области D_0 неравенству

$$|u| < \max \{ \max |f|, \max |g| \},$$

откуда следует единственность решения этой задачи.

Заметим, что если решение (11) уравнения (10) одновременно не обращаются в нуль при $r=0$, то шар Σ_ρ можно выбрать так, чтобы условие (12) выполнялось.

Таким образом, справедлива

Теорема. Пусть выполнены условия (5)—(8) и линейно независимые решения уравнения (10) одновременно не обращаются в нуль при $r=0$. Тогда существует единственное решение $u(r, \varphi, \psi) \in C_2(D) \cap C(\bar{D})$ задачи (1)—(3).

Академия наук Литовской ССР

Институт математики
и кибернетики

(Поступило 18.11.1983)

მათემატიკა

ს. რუტაუსკასი

დირიხლეს ტიპის ამოცანა ელიფსური განტოლებებისათვის
სინგულარული კოეფიციენტებით არის უიზა წიგნილი

რეზიუმე

სინგულარულკოეფიციენტებიანი ელიფსური განტოლებებისათვის სამგანზომილებიან სასრულ არეში განხილულია ამოცანა დირიხლეს ტიპის სასაზღვრო პირობებით კოეფიციენტების სინგულარობის წერტილში.

დამტკიცებულია ამოცანის ამოხსნის არსებობისა და ერთადერთობის თეორემები.

MATHEMATICS

S. RUTKAUSKAS

DIRICHLET-TYPE PROBLEM FOR AN ELLIPTIC EQUATION WITH A SINGULARITY AT AN INNER POINT OF A DOMAIN

Summary

A problem with Dirichlet-type conditions and with an additional condition at a singular point is considered in a bounded three-dimensional domain for an elliptic differential equation with singular coefficients. The existence and uniqueness theorems of the solution are proved for the problem under consideration.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Р. Курант. Уравнения с частными производными. М., 1964.
2. М. В. Федорюк. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М., 1980.
3. А. В. Бицадзе. Краевые задачи для эллиптических уравнений второго порядка. М., 1966.



С. А. БОГАТЫИ

КОЛИЧЕСТВО ПЕРИОДИЧЕСКИХ ТОЧЕК ОТОБРАЖЕНИЯ
 ОТРЕЗКА РАСТЕТ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНО

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 16.1.1984)

1. В теории одномерных динамических систем большое значение имеет следующая теорема А. Н. Шарковского [1], доказанная в 1964 г. Рассмотрим следующий порядок во множестве натуральных чисел:

$$3\Delta 5\Delta 7\Delta \dots \Delta 2k+1 \Delta \dots \Delta 2 \cdot 3 \Delta 2 \cdot 5 \Delta \dots \Delta 2 \cdot (2k+1) \Delta \dots \Delta 4 \cdot 3 \Delta 4 \cdot 5 \Delta \dots \\
 \Delta 4 \cdot (2k+1) \Delta \dots \Delta 2^m \Delta 2^{m-1} \Delta \dots \Delta 8 \Delta 4 \Delta 2 \Delta 1.$$

Тогда из того, что отображение $h: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ прямой в себя имеет точку периода m ($h^m x = x$ и $h^l x \neq x$ при $l < m$) и $m < n$ следует, что h имеет точку периода n .

К настоящему времени различными авторами получены упрощенные доказательства теоремы Шарковского и ее вариантов [2, 3] (в [3] рассматриваются отображения окружности в себя). Используя идеи работ [2, 3], мы доказываем следующее обобщение теоремы Шарковского.

Для нечетного числа $2k+1 \geq 3$ рассмотрим уравнение

$$\lambda^{2k} - \lambda^{2k-1} - \lambda^{2k-2} + \lambda^{2k-3} - \dots + \lambda - 1 = 0$$

и функцию $f(2k+1, n) = \lambda_1^n + \dots + \lambda_{2k}^n$, где $\lambda_1, \dots, \lambda_{2k}$ — корни этого уравнения (для $k=1$ имеем $\lambda_1 = \frac{1-\sqrt{5}}{2} = C_1, \lambda_2 = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = C_2$). Эта функция, являясь симметричной функцией корней, принимает целые значения при указанных значениях аргументов. Оказывается, что и функция

$$g(2k+1, n) = \frac{1}{n} \left[f(n) - \sum f\left(\frac{n}{p}\right) + \sum f\left(\frac{n}{pq}\right) - \dots \right],$$

где суммирование производится по всевозможным наборам попарно различных простых чисел, делящих n , также принимает целые значения и дает оценку снизу для количества орбит порядка n . Нетрудно показать, что $g(2k+1, 2l+1) \geq 2^{l-k}$ (при $l \geq k$) и $g(2k+1, 2l+1) = 0$ при $1 \leq l < k$, что уже доказывает теорему Шарковского для нечетных m и n и улучшает теорему Джонкера [4], где рассматриваются унимодальные отображения отрезка и оценкой снизу получается число 2^{l-k} . В общем случае всегда существует предел $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \ln g(2k+1, n) = \ln \lambda_{2k}$, где λ_{2k} — наибольший положительный корень вписанного уравнения. При этом для $k > 1$ имеем $\sqrt{\lambda_2} < \lambda_{2k+2} < \lambda_{2k} < \lambda_2$. Не трать место на вполне аналогичное рас-



смотрение в случае четной старшей орбиты, перейдем к общей ситуации и основному результату.

2. Пусть задан некоторый ориентированный граф A . Через $f(A, n)$ обозначим количество замкнутых путей длины n в A , которые начинаются и кончаются в одной и той же вершине. Тогда количество непериодических замкнутых путей длины n , рассматриваемых с точностью до переноса их начала в другую вершину того же пути, выражается формулой

$$g(A, n) = \frac{1}{n} \left[f(A, n) - \sum f\left(A, \frac{n}{p}\right) + \sum f\left(A, \frac{n}{pq}\right) - \dots \right].$$

С ориентированным графом A связана матрица инцидентности M_A , в которой элемент a_{ij} равен числу ребер, идущих из вершины i в вершину j . Тогда легко видеть, что $f(A, n) = Sp M_A^n$, где $Sp M_A^n$ — след n -й степени матрицы M_A . С другой стороны, если характеристическим многочленом матрицы M_A является

$$\lambda^m + a_1 \lambda^{m-1} + \dots + a_m = 0, \text{ то } Sp M_A^n = \lambda_1^n + \dots + \lambda_m^n,$$

где $\lambda_1, \dots, \lambda_m$ — все корни характеристического уравнения.

Предложение. Если дано такое уравнение с целыми коэффициентами, то $f(n) - \sum f\left(\frac{n}{p}\right) + \dots \equiv 0 \pmod n$, где $f(n) = \lambda_1^n + \dots + \lambda_m^n$.

Доказывается это с помощью построения целочисленной матрицы с данным характеристическим уравнением и соответствующего графа, а также некоторых алгебро-числовых рассуждений, связанных с возможной отрицательностью элементов матрицы.

3. Пусть теперь дано пространство X , его отображение $h: X \rightarrow X$ в себя и система α отрезков I_1, \dots, I_m в X , причем $I_i \cap I_j \subset dI_i \cap dI_j$, α -Графом отображения h называется граф A_h^α , вершинами которого являются номера отрезков системы α — числа $1, \dots, m$. При этом из вершины i в вершину j идет ровно k ребер тогда и только тогда, когда существует система из k отрезков I_1^j, \dots, I_k^j с непересекающимися внутренностями, лежащих в I_i , таких что $h(I_l^j) = I_j$ для $l=1, \dots, k$, и не существует такой системы из $k+1$ отрезка. Оказывается, что функция $g(A_h^\alpha, n)$ дает оценку снизу на количество n -орбит отображения h . Более точно, можно определить целочисленные функции $t(\alpha, h, n)$ и $T(\alpha, h, n)$, точного описания которых мы не приводим, так как оно невозможно в терминах графа α и требует привлечения более тонких свойств отображения h на системе α , позволяющие сформулировать основной результат.

Теорема 1. Количество орбит длины n отображения h во множестве $I_1 \cup \dots \cup I_m$ больше или равно, чем $g(A_h^\alpha, n) - t(\alpha, h, n) + T(\alpha, h, n)$.

Отметим, что обе функции t и T неотрицательны, причем

$$\sum_n nt(\alpha, h, n) \leq 2m \text{ и } t(\alpha, h, n) = T(\alpha, h, n) = 0,$$

если каждый конец любого отрезка семейства α при некоторой итерации h переходит внутрь какого-либо отрезка системы α или в такой конец некоторого отрезка, который не является концом другого отрезка системы.

Отметим также, что для произвольного ориентированного графа A можно построить одномерный полиэдр X и семейство α отрезков в X ,



попарно и пересекающихся и таких, что для некоторого кусочно-линейного отображения $h: X \rightarrow X$, α -граф которого совпадает с A , количество n -орбит h в объединении отрезков системы равно $g(A, n)$. При $X=1$ (отрезок) не удается показать неувлучшаемость основной оценки во всех возможных случаях, но удалось получить примеры падения количества n -орбит, связанного с нетривиальностью функции $t(x, h, n)$.

4. Пусть $h: I \rightarrow I$ — непрерывное отображение отрезка и x — точка периода n . Рассмотрим точки орбиты x в естественном порядке отрезка: x_1, x_2, \dots, x_n . Они определяют семейство α_x из $(n-1)$ -го отрезка $I_i = [x_i, x_{i+1}]$, $i=1, \dots, n-1$. Графом точки x назовем граф A^x , вершинами которого являются номера отрезков семейства α_x и наличие ребра из i в j эквивалентно тому, что I_j лежит в отрезке с концами $f(x_i)$ и $f(x_{i+1})$. Ясно, что A^x является подграфом A_n^x , будучи минимальным возможным графом отображения с данным типом орбиты. Основная теорема позволяет делать заключения о виде A^x .

Теорема 2. *Отображение $h: I \rightarrow I$ обладает полным графом с двумя вершинами, если и только если оно обладает правой или левой L-схемой [1].*

Следствие 1. Если отображение обладает L-схемой, то оно обладает точками любого периода n , количество n -орбит не меньше, чем

$$g(L, n) = \frac{1}{n} [2^n - \sum 2^{n/p} + \dots],$$

и для отображения $h: [0, 1] \rightarrow [0, 1]$, заданного правилом $h(x) = 2x$ при $0 \leq x \leq \frac{1}{2}$ и $h(x) = 2 - 2x$ при $\frac{1}{2} \leq x \leq 1$, реализуется в точности такое число n -орбит при каждом n .

Теорема 3. *Отображение $h: I \rightarrow I$ имеет точку периода три, если и только если оно обладает двухвершинным графом, отличающимся от полного отсутствием одной из элементарных петель, и в этом случае h имеет точки всех периодов, причем число n -орбит не меньше, чем*

$$\frac{1}{n} [C_1^n + C_2^n - \sum C_1^{n/p} - \dots] \quad (C_1, C_2 \text{ из п. 1}).$$

Оценка неувлучшаема.

Теорема 4. *Если в n -орбите есть пара x_i, x_j с $i < j$, $h(x_i) < x_i$ и $h(x_j) > x_j$, то отображение обладает правой и левой L-схемой с общей неподвижной точкой, а значит, имеет точки всех периодов и число n -орбит не меньше $2g(L, n)$ при $n > 1$ и $2g(L, 1) - 1$ при $n = 1$.*

Аналогичное описание имеется для орбиты с $h(x_i) \geq x_{i+1}$ и $h(x_{i+1}) \leq x_i$.

Следствие 2. Если у отображения $h: I \rightarrow I$ есть точка периода $2k+1$, то у него для любого $k_1 > k$ есть точки периода $2k_1+1$ и точки любых четных периодов, а количество n -орбит не меньше, чем $g(2k+1, n)$, где функция g описана в п. 1. Если при этом у h нет точек периода $2k-1$, то каждая $(2k+1)$ -орбита имеет один из двух возможных типов, описанных в работе Штефана [2].

Получение теоремы Штефана в процессе наших рассмотрений совершенно естественно, ибо, как уже отмечалось, наши доказательства в той или иной степени повторяют рассуждения Штефана и работы [3].

Следствие 3. Если у отображения $h: I \rightarrow I$ нет точек периода $2k+1$ с $k \geq 1$, то орбита всякой точки x периода $2n$ имеет следующий



тип: у отображения h имеется такая неподвижная точка y , что все четные итерации точки x лежат с одной стороны от y , а нечетные — с другой.

Следствие 4. Если у отображения $h: I \rightarrow I$ есть точка периода $2^m(2k+1)$ с $k \geq 1$, то у него есть и точка периода $2^{m_1}(2k_1+1)$, где $m_1 > m$ или $m_1 = m$, $k_1 > k$, причем количество n -орбит оценивается снизу числом $g\left(2k+1, \frac{n}{2^m}\right)$, а также точки любого периода вида 2^l .

Ранее это утверждение было доказано Джонкером [4] только для унимодального h и $m_1 = m$ с заменой $g(2k+1, 2k_1+1)$ на 2^{k_1-h} .

В заключение приведем результат, дающий ответ на вопрос, поставленный Блоком в работе [5], посвященной изучению структуры множества $V(h)$ неблуждающих точек для отображений с конечным множеством периодических точек.

Теорема 5. Если у отображения h нет точек с периодами вида 2^{m_0+1} , то $V(h) = \text{Per } h$, для каждой точки x существует предел $\lim_{n \rightarrow \infty} h^{2^{m_0} n} x^n$

и энтропия h равна нулю.

Отметим, что свойство нулевой энтропии получено Мисюревичем [6].

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

(Поступило 20.1.1984)

მათემატიკა

ს. ბოგატი

ინტერვალის ასახვის პერიოდული წერტილების რაოდენობა იზრდება
ექსპონენტურად

რ. ზ. იუშე

მიღებულია პერიოდული წერტილების რაოდენობის ექსპონენტური შეფასება ასახვის გრაფის ტერმინებში, რომელიც, კერძოდ, საშუალებას გვაძლევს გავაძლიეროთ შარკოვსკის თეორემა. დადგენილია აგრეთვე, რომ ინტერვალის თავისთავში ასახვისათვის, რომელსაც აქვს პერიოდული წერტილების სასრული რაოდენობა, ყველა არაპერიოდული წერტილი მოხეტიალეა.

MATHEMATICS

S. A. BOGATYI

THE NUMBER OF PERIODIC POINTS OF A MAPPING OF AN INTERVAL GROWS EXPONENTIALLY

Summary

An exponential estimate for the number of periodic points is obtained in terms of the mapping graph, which, in particular, enables one to sharpen the Sharkovskii theorem. It is also established that for the self-mapping of an interval with a finite number of periodic points all non-wandering points are periodic.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Н. Шарковский. Укр. матем. журнал, т. 16, № 1, 1964, 61—71.
2. P. Stefan. Comm. Math. Phys., 54, 1977, 237—248.
3. L. Block et al. Lect. Notes Math., 819, 1980, 18—34.
4. L. Jonker. Proc. Lond. Math. Soc., 39, № 3, 1979, 428—450.
5. L. Block. Proc. Amer. Math. Soc., 67, № 2, 1977, 357—360.
6. M. Misiurewicz. Bull. Acad. Polon. Sci., 27, № 2, 1979, 167—169.



Ш. А. БАХТАДЗЕ

ОБ ОДНОЙ РАЗНОВИДНОСТИ ГОМОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ
 АЛЕКСАНДРОВА—ЧЕХА

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 12.4.1984)

Мы рассматриваем ту разновидность точной теории гомологии Александрова—Чеха, называемой теорией Чогошвили, которая основана на разбиениях пространства [1—6]. Свойства этих гомологий установлены, исходя из гомологической теории Александрова—Чеха и формулы универсальных коэффициентов [3—5]. В. Г. Болтянский [6], отмечая преимущества этой теории, в частности, ее простоту, ставил задачу прямого, непосредственного доказательства основных свойств этой теории, независимого от других теорий и результатов. Цель данной статьи — решить эту задачу в случае вырезания. Мы доказываем, что теория Чогошвили удовлетворяет усиленной разновидности аксиомы вырезания [7] (вырезание типа (E_1) в смысле [8]). Целесообразно начать с определения основных понятий, в частности, с целью указания обозначений и терминологий.

Пусть Q — категория пар компактных хаусдорфовых пространств и их непрерывных отображений и $(X, A) \in Q$. Рассмотрим направленное по отношению вписанности множество всех конечных разбиений [2] пары (X, A) : $\text{Part}^f(X, A) = \{(\alpha, \tilde{\alpha})\}$, где $\alpha = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ — разбиение пространства X , а $\tilde{\alpha} = \{e_1 \cap A, e_2 \cap A, \dots, e_n \cap A\}$ — соответствующее в указанном смысле разбиение подпространства A . Нерв замкнутого покрытия $\bar{\alpha} = \{\bar{e}_1, \bar{e}_2, \dots, \bar{e}_n\}$ пространства X обозначим через $N_\alpha = N\{\bar{e}_1, \bar{e}_2, \dots, \bar{e}_n\}$, а нерв замкнутого покрытия $\{\bar{e}_1 \cap A, \bar{e}_2 \cap A, \dots, \bar{e}_n \cap A\}$ подпространства A через $N_{\tilde{\alpha}}$. Очевидно, $N_{\tilde{\alpha}}$ — подкомплекс комплекса N_α . Если $\beta > \alpha$, т. е., если разбиение β вписано в разбиение α , то имеется естественная однозначно определенная симплициальная проекция «на» $\pi_\alpha^\beta: (N_\beta, N_{\tilde{\beta}}) \rightarrow (N_\alpha, N_{\tilde{\alpha}})$ по формуле $\pi_\alpha^\beta \bar{e}_i = \bar{e}'_j$ при $e_i \subset e'_j, e'_j \in N_\alpha$. Пусть G — произвольная абелева группа. Для каждого целого числа q , группы $C_q(N_\alpha, N_{\tilde{\alpha}}; G)$, $\alpha \in \text{Part}^f(X)$, и гомоморфизмы π_α^β , индуцированные отображениями π_α^β , составляют обратный спектр, предел которого называется q -мерной группой проекционных цепей пары (X, A) над группой коэффициентов G и обозначается через $C_q(X, A; G)$. Элементы группы $C_q(X, A; G)$ называются q -мерными проекционными цепями пространства X по модулю подпространства A над группой коэффициентов G . Естественным образом определяется дифференциал

$$d_q^{(X, A)}: C_q(X, A; G) \rightarrow C_{q-1}(X, A; G), \quad q \in \mathbb{Z},$$

как совокупность дифференциалов $d_q^\alpha: C_q(N_\alpha, N_{\tilde{\alpha}}; G) \rightarrow C_{q-1}(N_\alpha, N_{\tilde{\alpha}}; G)$, $\alpha \in \text{Part}^f(X)$, т. е. если $x_q = (x_q^\alpha)_\alpha \in C_q(X, A; G)$, то положим

$$d_q^{(X, A)} x_q = (d_q^\alpha x_q^\alpha)_\alpha \in \text{Part}^f(X).$$



Фактор-группа

$$\text{Ker} [\partial^{(X,A)} : C_q(X, A; G) \rightarrow C_{q-1}(X, A; G)] / \text{Im} [\partial^{(X,A)} : C_{q+1}(X, A; G) \rightarrow C_q(X, A; G)]$$

называется q -мерной группой гомологии Чогошвили пространства X по модулю подпространства A над группой коэффициентов G и обозначается через $H_q(X, A; G)$.

Пусть $g : (X, A) \rightarrow (Y, B)$, $g \in Q$. Тогда определено отображение $g^{-1} : \text{Part}^f(Y, B) \rightarrow \text{Part}^f(X, A)$, которое каждому конечному разбиению $(\alpha, \tilde{\alpha})$ пары (Y, B) сопоставляет конечное разбиение $(\beta, \tilde{\beta})$ пары (X, A) , элементы которого суть полные прообразы элементов разбиения $(\alpha, \tilde{\alpha})$ относительно отображения g . Совокупность отображений g^{-1} и $g_*^q : C_q(N_\beta, N_{\tilde{\beta}}; G) \rightarrow C_q(N_\alpha, N_{\tilde{\alpha}}; G)$, где $\alpha \in \text{Part}^f(Y)$ и $\beta = g^{-1}(\alpha)$, определяет отображение групп проекционных цепей. $g_*^q : C_q(X, A; G) \rightarrow C_q(Y, B; G)$, семейство которых представляет собой цепное преобразование $g_* = \{g_*^q\}_{q \in Z}$ комплексов $C_*(X, A; G)$ и $C_*(Y, B; G)$. Гомоморфизм g_* , индуцированный цепным преобразованием g_* , называется гомоморфизмом, индуцированным отображением g , для теории H_* .

Как известно (см. [3]), для любой $(X, A) \in Q$ короткая последовательность групп проекционных цепей

$$0 \rightarrow C_q(A; G) \xrightarrow{i_*^q} C_q(X; G) \xrightarrow{j_*^q} C_q(X, A; G) \rightarrow 0, \quad q \in Z,$$

где $i : A \hookrightarrow X$, $j : X \hookrightarrow (X, A)$ отображения вложения, точна. Связывающий гомоморфизм этой последовательности называется граничным оператором теории H_* .

Теорема 1. (Усиленная аксиома вырезания). Пусть $(X, A) \in Q$, G — произвольная абелева группа, а U — открытое подмножество пространства X , для которого $U \subset A$. Тогда отображение вложения $g : (X \setminus U, A \setminus U) \hookrightarrow (X, A)$ индуцирует изоморфизм

$$g_* : H_q(X \setminus U, A \setminus U; G) \approx H_q(X, A; G), \quad q \in Z.$$

Обозначим через D подмножество всех элементов $(\alpha, \tilde{\alpha}) \in \text{Part}^f(X, A)$, для которых выполняется следующее условие: если $e_i \in \alpha$ и $e_i \cap U \neq \emptyset$, то $e_i \subset A$. Имеют место следующие леммы:

Лемма 1. Множество D конфинально в множестве $\text{Part}^f(X, A)$.

Лемма 2. Множество $g^{-1}(D)$ конфинально в множестве $\text{Part}^f(X \setminus U, A \setminus U)$.

Лемма 3. Для любого $(\alpha, \tilde{\alpha}) \in D$ и $(\beta, \tilde{\beta}) = g^{-1}(\alpha, \tilde{\alpha})$ симплициальное отображение $g : (N_\beta, N_{\tilde{\beta}}) \rightarrow (N_\alpha, N_{\tilde{\alpha}})$ является вырезанием.

Укажем доказательство последней леммы. Пусть

$$(\alpha, \tilde{\alpha}) = (\{e_1, e_2, \dots, e_n\}, \{e_1 \cap A, e_2 \cap A, \dots, e_n \cap A\}) \in D.$$

Не теряя общности, можно предполагать, что e_1, e_2, \dots, e_k ($k < n$) — все элементы разбиения α , для которых $e_i \cap U \neq \emptyset$.

В этих условиях:

$$N_\alpha = N \{\bar{e}_1, \bar{e}_2, \dots, \bar{e}_k, \bar{e}_{k+1}, \dots, \bar{e}_n\},$$

$$N_{\tilde{\alpha}} = N \{\bar{e}_1, \bar{e}_2, \dots, \bar{e}_k, \bar{e}_{k+1} \cap A, \dots, \bar{e}_n \cap A\},$$

$$N_\beta = N\{\overline{e_1 \setminus U}, \overline{e_2 \setminus U}, \dots, \overline{e_k \setminus U}, \overline{e_{k+1}}, \dots, \overline{e_n}\},$$

$$N_{\tilde{\beta}} = N\{\overline{e_1 \setminus U}, \overline{e_2 \setminus U}, \dots, \overline{e_k \setminus U}, \overline{e_{k+1} \cap (A \setminus U)}, \dots, \overline{e_n \cap (A \setminus U)}\}.$$

Требуется доказать равенства

$$N_\alpha = N_\beta \cup N_{\tilde{\alpha}}, \quad (I)$$

$$N_{\tilde{\beta}} = N_\beta \cap N_{\tilde{\alpha}}. \quad (II)$$

Для доказательства равенства (I) заметим, что $N_\beta \subset N_\alpha$, $N_{\tilde{\alpha}} \subset N_\alpha$, т. е. $N_\beta \cup N_{\tilde{\alpha}} \subset N_\alpha$. Можно показать, что произвольный симплекс σ из N_α имеет один из следующих видов:

$$(1) \sigma = [\bar{e}_{i_0} \cdots \bar{e}_{i_p}], \text{ где } i_j \in \{1, 2, \dots, k\}, j=0, 1, 2, \dots, p;$$

$$(2) \sigma = [\bar{e}_{i_0} \cdots \bar{e}_{i_p}], \text{ где } i_j \in \{k+1, \dots, n\}, j=0, 1, 2, \dots, p;$$

$$(3) \sigma = [\bar{e}_{i_0} \cdots \bar{e}_{i_m} \bar{e}_{i_{m+1}} \cdots \bar{e}_{i_p}],$$

где $i_j \in \begin{cases} \{1, 2, \dots, k\}, & \text{когда } j = 0, 1, 2, \dots, m, \\ \{k+1, \dots, n\}, & \text{когда } j = m+1, \dots, p. \end{cases}$

Симплексы вида (1) или (3) принадлежат к комплексу $N_{\tilde{\alpha}}$, а симплексы вида (2) — комплексу N_β . Из этого следует (I). Далее, нетрудно заметить, что $N_{\tilde{\beta}} \subset N_\beta \cap N_{\tilde{\alpha}}$. Каждый симплекс σ из $N_\beta \cap N_{\tilde{\alpha}}$ имеет один из следующих видов:

$$(1)' \sigma = \begin{cases} [\overline{e_{i_0} \setminus U} \cdots \overline{e_{i_p} \setminus U}] \text{ в } N_\beta \\ [\bar{e}_{i_0} \cdots \bar{e}_{i_p}] \text{ в } N_{\tilde{\alpha}} \end{cases}, \text{ где } i_j \in \{1, 2, \dots, k\}, j=0, 1, \dots, p;$$

$$(2)' \sigma = \begin{cases} [\bar{e}_{i_0} \cdots \bar{e}_{i_p}] \text{ в } N_\beta \\ [(\bar{e}_{i_0} \cap A) \cdots (\bar{e}_{i_p} \cap A)] \text{ в } N_{\tilde{\alpha}} \end{cases}, \text{ где } i_j \in \{k+1, \dots, n\}, j=0, 1, \dots, p;$$

$$(3)' \sigma = \begin{cases} [\overline{e_{i_0} \setminus U} \cdots \overline{e_{i_m} \setminus U} \overline{e_{i_{m+1}}} \cdots \overline{e_{i_p}}] \text{ в } N_\beta \\ [\bar{e}_{i_0} \cdots \bar{e}_{i_m} (\bar{e}_{i_{m+1}} \cap A) \cdots (\bar{e}_{i_p} \cap A)] \text{ в } N_{\tilde{\alpha}} \end{cases}, \text{ где } i_j \in \begin{cases} \{1, \dots, k\}, & j = 0, 1, \dots, m, \\ \{k+1, \dots, n\}, & j = m+1, \dots, p. \end{cases}$$

Из этого следует, что каждый симплекс из $N_\beta \cap N_{\tilde{\alpha}}$ принадлежит к комплексу $N_{\tilde{\beta}}$, а это устанавливает (II).

В силу теоремы VI.3.6 из [8] и леммы 3 справедлива

Лемма 4. Для любого $(\alpha, \tilde{\alpha}) \in D$ и произвольной абелевой группы G , имеет место изоморфизм

$$C_q(N_\beta, N_{\tilde{\beta}}; G) \approx C_q(N_\alpha, N_{\tilde{\alpha}}; G), \text{ где } q \in Z, (\beta, \tilde{\beta}) = g^{-1}(\alpha, \tilde{\alpha}).$$

Из лемм 1, 2, 4 и теоремы VIII.3.15 из [8] следует

Лемма 5. В условиях теоремы 1 отображение вложения индуцирует изоморфизм

$$g_\pm : C_q(X \setminus U, A \setminus U; G) \approx C_q(X, A; G), \quad q \in Z.$$

Из леммы 5 вытекает теорема 1.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 19.4.1984)

შ. ბახტაძე

ალექსანდროვ — ჩიხის ჰომოლოგიის თეორიის ერთი სახესხვაობის
შესახებ

რეზიუმე

კომპაქტური ჰაუსდორფის სივრცეების კატეგორიაზე ჭოლოშვილის ჰომოლოგიის თეორიისათვის [1—6] პირდაპირი გზით შემოწმებულია ამოკვეთის გაძლიერებული აქსიომა ((E_1) -ტიპის ამოკვეთის აქსიომა (იხ. [8])).

MATHEMATICS

Sh. A. BAKHTADZE

CONCERNING ONE VARIANT OF THE ALEXANDROV-ČECH
HOMOLOGY THEORY

Summary

On the category of compact Hausdorff spaces, a strengthened excision axiom (an (E_1) -type excision axiom (see[8]) has been directly verified for the Chogoshvili homology theory (see [1—6]).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. С. Чогошвили. Сообщения АН ГССР, 1, № 2, 1940, с. 337—340.
2. Г. С. Чогошвили. Изв. АН СССР, сер. матем., 15, № 3, 1951, 421—438.
3. Н. А. Берикашвили. Труды Мат. инст. АН СССР. 154, 1983, 24—37.
4. Л. Д. Мдзинаришвили. Труды Тбил. мат. ин-та, XLI, 1972, 143—164.
5. Л. Д. Мдзинаришвили. Труды Тбил. мат. ин-та, LIX, 1978, 98—118.
6. В. Г. Болтянский. Предисловие к книге Д. О. Баладзе «Исследование по теории гомологии». Тбилиси, 1984.
7. Ш. А. Бахтадзе. Программа V Тирасп. симпозиума. Кишинев, 1985, 20.
8. Н. Стирод, С. Эilenберг. Основания алгебраической топологии. М., 1958.

Г. Н. БЕЛТАДЗЕ

СИТУАЦИИ РАВНОВЕСИЯ В ЛЕКСИКОГРАФИЧЕСКИХ БИМАТРИЧНЫХ ИГРАХ

(Представлено академиком Б. В. Хведелидзе 25.5.1984)

Рассмотрим биматричную игру Γ с матрицами выигрышей A и B соответственно игроков 1 и 2, элементы которых являются m -мерными векторами, при наличии жестко ранжированными по важности критериями. Такую игру мы можем рассматривать как отдельный класс конечных лексикографических бескоалиционных игр двух лиц порядка m [1]

$$\Gamma = \langle I, \{\chi_i\}_{i \in I}, \{H_i\}_{i \in I} \rangle \equiv (\Gamma^1, \Gamma^2, \dots, \Gamma^m), \quad (1)$$

где $I = \{1, 2\}$ — множество игроков; χ_1 и χ_2 — их пространства стратегий $\chi_1 = \{1, \dots, n_1\}$, $\chi_2 = \{1, \dots, n_2\}$. Функции выигрыша H_1 и H_2 будем записывать в виде

$$H_1(i_1, i_2) = (H_1^1(i_1, i_2), \dots, H_1^m(i_1, i_2)),$$

$$H_2(i_1, i_2) = (H_2^1(i_1, i_2), \dots, H_2^m(i_1, i_2)),$$

где $i_1 \in \chi_1$, $i_2 \in \chi_2$.

Игру Γ (1) будем называть лексикографической биматричной игрой. Функции выигрыша игроков в смешанном расширении игры $\bar{\Gamma}$ будут записываться в виде

$$H_i(x, y) = (H_i^1(x, y), \dots, H_i^m(x, y)), \quad i = 1, 2,$$

$$\text{где } x = (x_1, \dots, x_{n_1}) \in X, \quad y = (y_1, \dots, y_{n_2}) \in Y.$$

Положим $\chi = \chi_1 \times \chi_2$, $\bar{X} = X \times Y$. Обозначим через $\mathcal{E}(\bar{\Gamma})$ множество ситуаций равновесия игры $\bar{\Gamma}$. Ситуация $(x^*, y^*) \in \mathcal{E}(\bar{\Gamma})$ тогда и только тогда, когда

$$H_1(x^*, y^*) \stackrel{L}{\geq} H_1(i, y^*), \quad i \in \chi_1,$$

$$H_2(x^*, y^*) \stackrel{L}{\geq} H_2(x^*, j), \quad j \in \chi_2.$$

По игре Γ (1) составим аффинную игру $\Gamma_{(t)}^{1, \dots, m}$ порядка $m-1$ [1]

$$\Gamma_{(t)}^{1, \dots, m} = (1-t) \sum_{p=1}^{m-1} t^{p-1} \Gamma^p + t^{m-1} \Gamma^m, \quad t \in [0, 1].$$

Функция выигрыша в игре $\Gamma_{(t)}^{1, \dots, m}$ определяется как соответствующая комбинация выигрышей. Тогда в силу теоремы 3.4 [1] для игры Γ имеем

$$\mathcal{E}(\bar{\Gamma}) = \bigcup_{\tau \in (0, 1)} \bigcap_{t \in (0, \tau)} \mathcal{E}(\bar{\Gamma}_{(t)}^{1, \dots, m}).$$



Второй подход к описанию $\mathfrak{S}(\bar{\Gamma})$ состоит в применении классического алгоритма Лемке-Хоусона [2, 3].

Для $i=1, 2$ рассмотрим следующие множества:

$$K_{i_1}^1 = \{y \in Y \mid H_1(i_1, y) \stackrel{L}{\geq} H_1(j_1, y), \quad j_1 \in \chi_1\}, \quad i_1 \in \chi_1$$

$$K_{i_2}^2 = \{x \in X \mid H_2(x, i_2) \stackrel{L}{\geq} H_2(x, j_2), \quad j_2 \in \chi_2\}, \quad i_2 \in \chi_2.$$

Из определения этих множеств вытекает, что $(x^*, y^*) \in \mathfrak{S}(\bar{\Gamma})$ тогда и только тогда, когда из условия $x_{i_1}^* > 0$ следует $y^* \in K_{i_1}^1$ и из $y_{i_2}^* > 0$ следует $x^* \in K_{i_2}^2$.

Пусть для $i \in I$ $T_i \subset \chi_i$ и $P_i \subseteq \chi_i$ — некоторые множества, причем $T_i \neq \chi_i$, $P_i \neq \emptyset$. Определим следующие множества:

$$K_{P_1}^1 = \bigcap_{i_1 \in P_1} K_{i_1}^1, \quad K_{P_2}^2 = \bigcap_{i_2 \in P_2} K_{i_2}^2$$

и положим

$$K^{P_1 P_2} = K_{P_1}^1 \times K_{P_2}^2, \quad X_{T_1 T_2} = \left\{ (x, y) \in X \mid \begin{array}{l} x_{i_1} = 0, \quad i_1 \in T_1 \\ y_{i_2} = 0, \quad i_2 \in T_2 \end{array} \right\}.$$

Обозначим через \mathfrak{M}_T^P множество

$$\mathfrak{M}_T^P = \mathfrak{M}_{T_1 T_2}^{P_1 P_2} = K^{P_1 P_2} \cap X_{T_1 T_2}.$$

Элементы $(x, y) \in \mathfrak{M}_T^P$ удовлетворяют условиям

$$H_1(i_1, y) = \max_{j_1 \in \lambda_1} H_1(j_1, y) \equiv (\lambda_1^1, \lambda_1^2, \dots, \lambda_1^m), \quad i_1 \in P_1,$$

$$H_2(x, i_2) = \max_{j_2 \in \lambda_2} H_2(x, j_2) \equiv (\lambda_2^1, \lambda_2^2, \dots, \lambda_2^m), \quad i_2 \in P_2, \quad (2)$$

$$x_{i_1} = 0, \quad i_1 \in T_1, \quad \sum_{i=1}^{n_1} x_i = 1; \quad y_{i_2} = 0, \quad i_2 \in T_2, \quad \sum_{i=1}^{n_2} y_i = 1.$$

Ясно, что (2) эквивалентна m системам линейных уравнений.

Рассмотрим первую систему из них

$$H_1^1(i_1, y) - \lambda_1^1 = 0, \quad i_1 \in P_1$$

$$H_2^1(x, i_2) - \lambda_1^1 = 0, \quad i_2 \in P_2 \quad (3)$$

$$x_{i_1} = 0, \quad i_1 \in T_1, \quad \sum_{i=1}^{n_1} x_i = 1; \quad y_{i_2} = 0, \quad i_2 \in T_2, \quad \sum_{i=1}^{n_2} y_i = 1.$$

Число уравнений в системе (3) равно $|P_1| + |T_1| + |P_2| + |T_2| + 2$, а число переменных $n_1 + n_2 + 2$; поэтому решения этой системы в случае когда она совместна, определяют гиперплоскость в $\mathbb{R}^{n_1 + n_2 + 2}$ размерности не меньшей, чем $n_1 - (|P_1| + |T_1|) + n_2 - (|P_2| + |T_2|)$.

Следуя работе [3] обозначим $r_i = |P_i|$, $t_i = |T_i|$, $i=1, 2$, $r = r_1 + r_2$, $N = n_1 + n_2$, $t = t_1 + t_2$.

Игру Γ будем называть m -невырожденной, если для любых P_i, T_i ($i=1, 2$) из условия $\mathfrak{M}_T^P \neq \emptyset$ следует, что

1) решения системы (3) образуют гиперплоскость в \mathbb{R}^{N+2} размерности $N-t-r$;

2) система (2) совместна, причем ее решения образуют $(N-t-r)$ -мерную гиперплоскость в \mathbb{R}^{N+2m} .

Из условия m - невырожденности Γ следует, в частности, что если размерность $\dim \mathfrak{M}_T^P = 0$, то \mathfrak{M}_T^P состоит из единственной точки, которую будем называть экстремальной точкой. Если $\dim \mathfrak{M}_T^P = 1$, то \mathfrak{M}_T^P представляет собой отрезок в \mathbb{R}^N , крайними точками которого являются экстремальные точки.

Результаты данной работы относятся лишь к m - невырожденным играм.

Лемма 1. Каждая экстремальная точка является пересечением равно

$$N - \sum_{\substack{|P_i|=1 \\ i=1, 2}} 1$$

отрезков.

Лемма 2. Всякая ситуация равновесия в игре Γ является экстремальной точкой.

Введем следующее множество:

$$S = \left\{ (x, y) \in \bar{\chi} \mid \begin{array}{l} y \in K_{i_1}^1, \quad i_1 \in \text{supp } x \\ x \in K_{i_2}^2, \quad i_2 \in \text{supp } y \setminus \{n_2\} \end{array} \right\},$$

где $\text{supp } x$ — спектр стратегии x .

Нетрудно заметить, что S не пусто и содержит множество ситуаций равновесия. Зафиксируем стратегию $y^0 = (0, 0, \dots, 1)$ второго игрока, а стратегию x^0 первого игрока возьмем так, чтобы

$$H_1(x^0, y^0) = \max_{i_1 \in Z_1}^L H_1(i_1, y^0).$$

Очевидно $(x^0, y^0) \in S$ и из условия m - невырожденности игры Γ следует, что ситуация (x^0, y^0) является экстремальной точкой. Экстремальная точка (x^0, y^0) используется в дальнейших построениях.

Следующая лемма дает характеристику отрезков \mathfrak{M}_T^P , содержащихся в S .

Лемма 3. Отрезок $\mathfrak{M}_{T_1 T_2}^{P_1 P_2}$ лежит в S тогда и только тогда, когда

$$P_1 \cap T_1 = \emptyset, \quad P_1 \cup T_1 = \chi_1, \quad P_2 \cap T_2 = \emptyset, \quad P_2 \cup T_2 = \chi_2 - \{n_2\}.$$

Лемма 3 позволяет продолжать исследование свойств отрезков $\mathfrak{M}_{T_1 T_2}^{P_1 P_2}$ исходящих из экстремальной точки (x^0, y^0) , которая была введена выше.

Лемма 4. Если $(x^0, y^0) \in \mathfrak{E}(\bar{\Gamma})$, то не существует отрезка $\mathfrak{M}_{T_1 T_2}^{P_1 P_2}$, лежащего в S и содержащего точку (x^0, y^0) . Если же $(x^0, y^0) \notin \mathfrak{E}(\bar{\Gamma})$, то существует ровно один такой отрезок.

Отметим, что в лемме 4 существенно используется условие m - невырожденности лексикографической биматричной игры.

Лемма 5. Если $(x^*, y^*) \in \mathfrak{M}_{T_1 T_2}^{P_1 P_2}$ — экстремальная точка из S , в которой $y^* \neq (0, 0, \dots, 1)$, то существует один или два отрезка в S , исхо-



дядшие из этой точки, в зависимости от того является (x^*, y^*) ситуацией равновесия или нет.

Имеет место следующая теорема, аналогичная теореме Лемке—Хоусона для невырожденных лексикографических биматричных игр.

Теорема. m -Невырожденная лексикографическая биматричная игра имеет непустое множество ситуаций равновесия, число которых нечетно.

Кутанский политехнический институт
им. Н. И. Мухелишвили

(Поступило 25.5.1984)

მათემატიკა

ბ. ბელთაძე

წონასწორობის სიტუაციები ლექსიკოგრაფიულ ბიმატრიცულ თამაშებში

რეზიუმე

მტკიცდება, რომ თუ ლექსიკოგრაფიული ბიმატრიცული თამაში m -არაადაგვარებულია, მაშინ წონასწორობის სიტუაციათა სიმრავლე არაა ცარიელი, რომელშიც ელემენტთა რიცხვი კენტია.

MATHEMATICS

G. N. BELTADZE

EQUILIBRIUM SITUATIONS IN LEXICOGRAPHIC BIMATRIX GAMES

Summary

It is shown that if a lexicographic bimatrix game is m -non-degenerate, then equilibrium situations of multiplicity are not empty in which the number of elements is odd.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Н. Белтадзе. Автореферат канд. дисс. Л., 1982.
2. G. E. Lemke, I. I. Howson. J. Soc. Indust. Appl. Math., 12, 1964, 413-423.
3. I. Rosenmuller. SIAM J. Appl. Math. 21, № 1. 1971, 73-79.



М. А. ГАБИДЗАШВИЛИ

ВЕСОВЫЕ НЕРАВЕНСТВА ДЛЯ ПОТЕНЦИАЛОВ РИССА
 И ИХ ОБОБЩЕНИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 10.5.1984)

В настоящей статье дается обобщение результата Макенхопта и Уидена [1] об описании весовых лебеговых пространств, в которых ограничен оператор, порожденный интегралом Рисса.

Пусть R^n — n -мерное евклидово пространство, $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, — точка в R^n . Рассмотрим оператор

$$T_\gamma(f)(x) = \int_{R^n} \frac{f(t) dt}{|x-t|^{n-\gamma}}, \quad 0 < \gamma < n, \quad f \geq 0.$$

В работе [1] было показано, что если $1 < p < \frac{n}{\gamma}$, $q = \frac{np}{n-\gamma p}$, то для справедливости неравенства

$$\left(\int_{R^n} |T_\gamma(f)(x)|^q \omega^q(x) dx \right)^{1/q} \leq c \left(\int_{R^n} |f(x)|^p \omega^p(x) dx \right)^{1/p}$$

с постоянной c , не зависящей от f , необходимо и достаточно, чтобы существовала такая положительная постоянная $c_1 > 0$, что

$$\left(\frac{1}{|Q|} \int_Q \omega^q(x) dx \right)^{1/q} \left(\frac{1}{|Q|} \int_Q \omega^{-p'}(x) dx \right)^{1/p'} < c_1$$

для произвольного n -мерного куба Q с гранями, параллельными координатным осям.

В настоящей работе установлен более общий результат значительно простым путем. Этому способствовало найденное нами новое, необходимое и достаточное условие на весовую функцию, гарантирующее ограниченность оператора дробного интегрирования в лебеговых пространствах.

В этой статье $L_w^p(R^n)$ будет обозначать множество тех измеримых функций $f: R^n \rightarrow R^1$, для которых

$$\left(\int_{R^n} |f(x)|^p \omega(x) dx \right)^{1/p} < \infty.$$

Если $p > 1$, то через p' обозначим число $p' = \frac{p}{p-1}$. Анизотропным потенциалом будем называть интеграл следующего типа:

$$T_s(f)(x) = \int_{R^n} f(y) \|x-y\|^{-s} dy, \quad f \geq 0,$$

где

$$\|x - y\| = \left(\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^{2/\alpha_i} \right)^{1/2}, \quad \alpha_i > 0, \quad i=1, 2, \dots, n$$

и

$$0 < s < |\alpha|, \quad \text{где} \quad |\alpha| = \sum_{i=1}^n \alpha_i.$$

Далее будет использовано следующее обозначение:

$$E(x, t) = \{y \in R^n : |x_i - y_i| \leq t^{\alpha_i}, \quad i=1, 2, \dots, n\}, \quad x \in R^n, \quad t > 0.$$

Множество такого типа будем называть анизотропным кубом с центром в точке x и длиной ребра t .

Справедливо следующее утверждение.

Теорема 1. Пусть $1 < p < q < \infty$, $\alpha_i > 0$ ($i=1, n$), число s определено неравенством (1). Допустим, что $v: R^n \rightarrow R^1$ и $\omega: R^n \rightarrow R^1$ — положительные измеримые функции и $\omega \in L_{loc}(R^n)$. Для того чтобы существовала такая положительная константа $c > 0$, что для всех функций $f \geq 0$, $f \in L_w^p(R^n)$ и для любого $\lambda > 0$ имело место неравенство

$$M_v \{x: |T_s(f)(x)| > \lambda\} \leq \frac{c}{\lambda^2} \left(\int_{R^n} |f(x)|^p \omega(x) dx \right)^{2/p}$$

необходимо и достаточно выполнение условия

$$\sup_{\substack{x \in R^n \\ t > 0}} \left(\int_{R^n - E(x, t)} \omega^{-1/(p-1)}(y) \|x - y\|^{-sp'} dy \right)^{1/p'} \left(\int_{E(x, t)} v(y) dy \right)^{1/q} < \infty.$$

При помощи этой теоремы доказывается

Теорема 2. Пусть $\omega: R^n \rightarrow R^1$ — положительная измеримая функция и $\omega \in L_{loc}(R^n)$; $1 < p < \frac{|\alpha|}{|\alpha| - s}$, $q = \frac{|\alpha| p}{|\alpha| - (|\alpha| - s)p}$.

Следующие условия эквивалентны:

1. Существует такая постоянная $c_1 > 0$, что

$$\left(\int_{R^n} |T_s(f)(x)|^q \omega^q(x) dx \right)^{1/q} \leq c_1 \left(\int_{R^n} |f(x)|^p \omega^p(x) dx \right)^{1/p}$$

для произвольного $f \in L_{\omega^p}^p(R^n)$.

2. Существует такая постоянная $c_2 > 0$, что для произвольного множества $E(x, t)$

$$\left(\int_{R^n - E(x, t)} \omega^{-p'}(y) \cdot \|x - y\|^{-sp'} dy \right)^{1/p'} \left(\int_{E(x, t)} \omega^q(y) dy \right)^{1/q} < c_2.$$

3. Существует такая постоянная $c_3 > 0$, что для любого $\lambda > 0$ и $f \in L_{\omega^p}^p(R^n)$

$$M_{\omega^q} \{x: |T_s(f)(x)| > \lambda\} \leq \frac{c_3}{\lambda^q} \left(\int_{R^n} |f(x)|^p \omega^p(x) dx \right)^{1/p}.$$



4. Существует такая положительная постоянная $c_4 > 0$, что

$$\left(|E(x, t)|^{-1} \int_{E(x, t)} \omega^q(y) dy \right)^{1/q} \left(|E(x, t)|^{-1} \int_{E(x, t)} \omega^{-p'}(y) dy \right)^{1/p'} < c_4$$

для произвольного множества $E(x, t)$, $x \in R^n$, $t > 0$.

Эквивалентность условий (1) и (4) при $\alpha_i = 1$, $i = 1, 2, \dots, n$ ранее было показано Макенхоуптом и Уиденом. Значительное упрощение доказательства вышеупомянутых авторов удается благодаря привлечению условия (2).

Из этих результатов в частности следует, что условие (2) при $v = \omega$ является необходимым и достаточным для ограниченности дробной максимальной функции

$$M_\nu(f)(x) = \sup_{x \in Q} |Q|^{-\nu} \int_Q |f(t)| dt$$

из $L_{\omega, p}^p$ в $L_{\omega, q}^q$, где $|\nu| < p < \frac{n}{\gamma}$, $q = \frac{np}{n - \nu p}$.

В следующей теореме рассматривается предельный случай, $p = \frac{|\alpha|}{|\alpha| - s}$.

Теорема 3. Пусть $0 < s < |\alpha|$, $p = \frac{|\alpha|}{|\alpha| - s}$. Далее предположим, что $V: R^n \rightarrow R^1$ — измеримая почти всюду положительная функция. Следующие два условия эквивалентны:

Существует такое число $c > 0$, что для любого множества $E(x, t)$ ($x \in R^n$, $t > 0$) и произвольной функции с компактным носителем, $f \in L_p^p(R^n)$, справедливо неравенство

$$\operatorname{ess\,sup}_{y \in E} V(y) \cdot \frac{1}{|E|} \int_E |T_s f(y) - (T_s(f))_E| dy \leq c \left(\int_{R^n} |f(y)|^p V(y) dy \right)^{1/p}.$$

2. Существует такое число $c_1 > 0$, что для любого множества $E(x, t)$ ($x \in R^n$, $t > 0$) выполняется условие

$$\operatorname{ess\,sup}_{y \in E} V(y) \left(\frac{1}{|E|} \int_E V^{-1/p-1}(y) dy \right)^{1/p'} < c_1.$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 17.5.1984)

გამომცემი

ა. ბაბიძის მიერ

წონიანი უტოლობები რისის პოტენციალისა და მისი
განზოგადებებისათვის

რეზიუმე

განზოგადებულია მაკენჰაუპტისა და უიდენის თეორემა რისის პოტენციალის შემოსაზღვრულობის შესახებ ლებევის წონიან სივრცეებში.

M. A. GABIDZASHVILI

WEIGHTED INEQUALITIES FOR RIESZ POTENTIALS AND THEIR
EXTENSIONS

Summary

The problem considered is the determination of all pairs (v, w) of weights such that the inequality (1) for anisotropic potentials is valid.

The following results are obtained: The anisotropic potential is bounded from $L_{W^p}^p$ into $L_{W^q}^q$ iff the condition (4) is fulfilled.

The four conditions: (3), (4), (5) and (6) are equivalent.

წიგნობათმცნობა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. B. Muckenhoupt, R. L. Wheeden. Trans. Amer. Math. Soc; 192, 1974
261—274.



Б. П. НАДИРАДЗЕ

О СУММИРУЕМОСТИ ДВОЙНЫХ РЯДОВ ФУРЬЕ—УОЛША

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижнашвили 6.6.1984)

В настоящей статье в терминах модуля изменения и модуля непрерывности функции приводятся достаточные условия равномерной суммируемости двойных рядов Фурье—Уолша—Пели.

Для этой цели введем некоторые определения и обозначения.

Обозначим через $M[I^2]$ множество всех ограниченных функций на I^2 ($I=[0,1]$), а через $C[I^2]$ — множество всех непрерывных функций на I^2 .

Смешанный модуль изменения $v(m, n)$ функции $f \in M[I^2]$ определяется следующим образом:

$$1. v(0, 0; f) = v(0, m; f) = v(n, 0; f) = 0, \quad m, n \in N,$$

$$2. v(m, n; f) = \sup_{\pi_{mn}} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} |f(x_{2i+1}, y_{2j+1}) - f(x_{2i+1}, y_{2j}) - f(x_{2i}, y_{2j+1}) + f(x_{2i}, y_{2j})|,$$

где π_{mn} обозначает произвольную систему из $m \cdot n$ попарно непересекающихся прямоугольников

$$(x_{2i}, x_{2i+1}) \times (y_{2j}, y_{2j+1}) \subset I^2 \quad (i = \overline{0, m-1}, j = \overline{0, n-1}).$$

Частные модули изменения функции $f \in M[I^2]$ определяются следующим образом:

$$v^1(0, f) = v^2(0, f) = 0, \quad \text{а при } m \geq 1, n \geq 1$$

$$v^1(m, f) = \sup_y \sup_{\pi_m} \sum_{i=0}^{m-1} |f(x_{2i+1}, y) - f(x_{2i}, y)|,$$

$$v^2(n, f) = \sup_x \sup_{\pi_n} \sum_{j=0}^{n-1} |f(x, y_{2j+1}) - f(x, y_{2j})|,$$

где π_m (π_n) — произвольная система из m (n) попарно непересекающихся интервалов

$$(x_{2i}, x_{2i+1}) \subset I, \quad i = \overline{0, m-1} \quad ((y_{2j}, y_{2j+1}), \quad j = \overline{0, n-1}).$$

Определения модуля изменения функции ввел З. А. Чантурия [1], для двух переменных (см. [2]).

Если f — непрерывная на I^2 функция, то ее полный, смешанный и частные модули непрерывности определяются соответственно следующим образом:



$$\omega_{12}(f, \delta_1, \delta_2) = \sup_{\substack{|h| < \delta_1 \\ |s| < \delta_2}} |f(x+h, y+s) - f(x+h, y) - f(x, y+s) + f(x, y)|,$$

где $(x, y) \in I^2, (x+h, y+s) \in I^2,$

$$\omega_1(f, \delta_1) = \sup_y \sup_{|h| < \delta_1} |f(x+h, y) - f(x, y)|, \text{ где } (x, y) \in I^2, (x+h, y) \in I^2,$$

$$\omega_2(f, \delta_2) = \sup_x \sup_{|\eta| < \delta_2} |f(x, y+\eta) - f(x, y)|, \text{ где } (x, y) \in I^2, (x, y+\eta) \in I^2.$$

Пусть $\{\psi_n\}_{n=0}^\infty$ — система Уолша [3]. Обозначим ряд Фурье—Уолша функции f через $\sigma[f]$, т. е.

$$\sigma[f] \sim \sum_{m, n=0}^{\infty} a_{mn} \psi_m(x) \cdot \psi_n(y), \text{ где } a_{mn} = \iint_{I^2} f(x, y) \psi_m(x) \cdot \psi_n(y) dx dy,$$

$$m, n=0, 1, 2, 3, \dots$$

Через $\sigma_{pq}^{(\alpha, \beta)}(x, y, f)$ обозначим чезаровские средние или (C, α, β) средние рядов Фурье—Уолша—Пэли функции $f \in C[I^2]$, т. е.

$$\sigma_{pq}^{(\alpha, \beta)}(x, y, f) = \frac{1}{A_p^\alpha} \frac{1}{A_q^\beta} \cdot \sum_{i=0}^p \sum_{j=0}^q A_{p-i}^\alpha A_{q-j}^\beta a_{ij} \psi_i(x) \cdot \psi_j(y),$$

$$\text{где } A_k^\gamma = \frac{(\gamma+1)(\gamma+2)\dots(\gamma+k)}{k!}, \gamma \neq -1, -2, \dots, -k.$$

Суммируемость рядов Фурье—Уолша методами (C, α) , где $\alpha > 0$, для функции от одной переменной изучали Файн [4], Яно [5], В. М. Кокилашвили [6].

В. И. Тевзадзе [7] изучил суммируемость рядов Фурье—Уолша методами (C, α) для $-1 < \alpha < 0$.

Равномерная суммируемость методами (C, α, β) для двойных рядов Фурье—Уолша не изучалась.

Имеет место следующая

Теорема. Пусть $f \in C[I^2]$, $0 < \alpha < 1$, $0 < \beta < 1$, если

$$\lim_{\substack{p \rightarrow \infty \\ q \rightarrow \infty}} \min_{\substack{1 < s < p \\ 1 < r < q}} \left\{ \omega_{12} \left(\frac{1}{p}, \frac{1}{q}; f \right) \cdot \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^r \frac{1}{i^{1-\alpha}} \cdot \frac{1}{j^{1-\beta}} + \omega_1 \left(\frac{1}{p}, f \right) \cdot \sum_{i=1}^s \frac{1}{i^{1-\alpha}} + \omega_2 \left(\frac{1}{q}, f \right) \cdot \sum_{j=1}^r \frac{1}{j^{1-\beta}} + \sum_{i=s+1}^p \sum_{j=1}^q \frac{v(i, j, f)}{i^{2-\alpha} j^{2-\beta}} + \sum_{i=1}^p \sum_{j=r+1}^q \frac{v(i, j, f)}{i^{2-\alpha} j^{2-\beta}} + \sum_{i=s+1}^p \frac{v^1(i, j)}{i^{2-\alpha}} + \sum_{j=r+1}^q \frac{v^2(j, f)}{j^{2-\beta}} \right\} = 0,$$

то $\sigma[f]$ — равномерно $(C, -\alpha, -\beta)$ суммируем к f .

Из теоремы можно получить ряд следствий.

Следствие 1. Если

$\omega_1(\delta, f) = 0$ (δ^α), $\omega_2(\delta, f) = 0$ (δ^β), $\omega_{12}(\delta_1, \delta_2, f) = 0$ ($\delta_1^\alpha \cdot \delta_2^\beta$), $0 < \alpha < 1$, $0 < \beta < 1$, то $\sigma[f]$ равномерно $(C, -\alpha, -\beta)$ суммируем к f .



Следствие 2. Если $f \in C[I^2]$ и выполняются следующие условия:

$$1) \quad \sum_{i=1}^{\infty} \frac{v^1(i, f)}{i^{2-\alpha}} < \infty,$$

$$2) \quad \sum_{j=1}^{\infty} \frac{v^2(j, f)}{j^{2-\beta}} < \infty,$$

$$3) \quad \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} \frac{v(i, j, f)}{i^{2-\alpha} j^{2-\beta}} < \infty,$$

то $\sigma[f]$ равномерно $(C, -\alpha, -\beta)$ суммируем к f .

Пусть Φ_1, Φ_2, Φ_3 — непрерывные строго возрастающие функции на $[0, +\infty[$, причем $\Phi_i(0) = 0$ ($i = 1, 2, 3$). Следуя Б. И. Голубову [8] будем писать $f \in H_{\Phi_1 \Phi_2}^{\Phi_3}$, если выполнены следующие три условия:

$$1^0. \quad V_{\Phi_1}(f) \sup_y \sup_{\pi_1} \sum_{k=1}^m \Phi_1(|f(x_k, y) - f(x_{k-1}, y)|) < \infty,$$

где $\pi_1 = \{0 = x_0 < x_1 < \dots < x_m = 1\}$ — произвольное разбиение отрезка $[0, 1]$.

$$2^0. \quad V_{\Phi_2}(f) = \sup_x \sup_{\pi_2} \sum_{j=1}^n \Phi_2(|f(x, y_j) - f(x, y_{j-1})|) < \infty,$$

где $\pi_2 = \{0 = y_0 < y_1 < \dots < y_n = 1\}$ — произвольное разбиение отрезка $[0, 1]$.

$$3^0. \quad V_{\Phi_3}(f) = \sup_{\pi} \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n \Phi_3(|f(x_k, y_j) - f(x_{k-1}, y_j) - f(x_k, y_{j-1}) + \\ + f(x_{k-1}, y_{j-1})|) < \infty,$$

где $\pi = \pi_1 \times \pi_2$ и π_1, π_2 — произвольные разбиения отрезка $[0, 1]$.

Следствие 3. Если $f \in H_{\Phi_1 \Phi_2}^{\Phi_3}$ и

$$\sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{i^{1-\alpha}} \Phi_1^{-1}\left(\frac{1}{i}\right) < \infty, \quad \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{j^{1-\beta}} \Phi_2^{-1}\left(\frac{1}{j}\right) < \infty,$$

$$\sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{i^{1-\alpha}} \cdot \frac{1}{j^{1-\beta}} \Phi_3^{-1}\left(\frac{1}{i \cdot j}\right) < \infty,$$

то $\sigma[f]$ равномерно $(C, -\alpha, -\beta)$ суммируем к f .

ბ. ნადირაძე

ფურცელი — უოლშის ორჯერადი მწკრივების შეჯამებადობის შესახებ

რეზიუმე

მოყვანილია თეორემა ფურიე — უოლში — პელის ორჯერადი მწკრივების თანაბარი შეჯამებადობის საკმარისი პირობების შესახებ. ამ თეორემიდან მიღებულია ზოგიერთი შედეგი.

MATHEMATICS

B. P. NADIRADZE

ON THE SUMMABILITY OF DOUBLE FOURIER-WALSH SERIES

Summary

A theorem is given on the sufficient conditions of uniform summability of double Fourier-Walsh-Paley series. Some results are obtained by means of this theorem.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. З. А. Чантурия. ДАН СССР, 214, № 1, 1974, 63—66.
2. A. Kraszkowski. *Functiones et Approximatio*, 6, 1978, 119—133.
3. I. N. Fine. *Trans. Amer. Math. Soc.*, 65, № 3, 1949, 372—414.
4. I. N. Fine. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 41, № 8, 1955, 588—591.
5. Яано Shigeki. *Tohoku Math. J.* 3, № 2, 1951, 223—242.
6. В. М. Кокилашвили. *Сообщения АН ГССР*. 1964, 35, № 3, 523—530.
7. В. И. Тевзадзе. *Сообщения АН ГССР*, 1981, 102, № 1, 33—36.
8. Б. И. Голубов. *Сиб. матем. ж.*, 15, № 2, 1974, 262—291.

И. АГАЕВ

О ВЫБОРЕ ЛАКУНАРНЫХ ПОДСИСТЕМ ИЗ ДАННОЙ
 ОРТОНОРМИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. В. Жижиашвили 14.6.1985)

В работе рассматривается вопрос о возможности выбора из данной ортонормированной системы (ОНС) достаточно „густых“ S_p -подсистем и подсистем сходимости. (Определение систем сходимости и S_p -систем см. в [1]).

В [2] автором было доказано, что если ОНС $\{\varphi_n(x)\}_{n=1}^\infty$, $x \in (0, 1)$ такова, что

$$\|\varphi_n\|_{p+\delta} \leq M, \quad n=1, 2, \dots \quad (1)$$

где $\delta > 0$; p — четное число ($p > 2$), то существует S_p -подсистема $\{\varphi_{n_k}\}_{k=1}^\infty$ с $n_k \leq k^\gamma$, $k=1, 2, \dots$. $\gamma = \gamma(\delta, p)$ и дана оценка числа $\gamma(\delta, p)$. В. Ф. Гапошкин показал (см. подробнее [2]), что если в (1) взять $\delta=0$, то нельзя гарантировать существование S_p -подсистемы какой-либо наперед заданной плотности.

Тем не менее справедлива

Теорема. Пусть ОНС $\Phi = \{\varphi_n(x)\}_{n=1}^\infty$, $x \in (0, 1)$ такова, что

$$\|\varphi_n\|_p \leq M, \quad n=1, 2, \dots \quad (2)$$

где p — четное число ($p > 2$).

Тогда существуют подсистема $\{\varphi_{r_k}\}_{k=1}^\infty$ и последовательность множеств

$$G_\nu \subset (0, 1), \quad \mu_{G_\nu} > 1 - \frac{1}{\nu}, \quad \nu=1, 2, \dots, \text{ такие, что}$$

$$1) \quad r_k \leq k^\gamma, \quad \gamma = \gamma(p), \quad k=1, 2, \dots$$

2) Для любого набора $a = \{a_k\}_{k=1}^N$, $N=1, 2, \dots$ справедливы неравенства

$$\int_{G_\nu} \left(\sum_{k=1}^N a_k \varphi_{r_k}(x) \right)^p dx \leq c_{\nu, p, M} \|a\|_2^p, \quad \nu=1, 2, \dots \quad (3)$$

где $\|a\|_2 = (\sum a_k^2)^{1/2}$ для каждой конечной или бесконечной последовательности $a = \{a_k\}$. $c_{\alpha, \beta, \gamma} \dots$ обозначает постоянные, зависящие от $\alpha, \beta, \gamma \dots$

Лемма 1. (см. [3]). Пусть $p > 2$ — вещественное число, $E \subset (0, 1)$. Тогда существуют постоянные $A = A(p)$, $B = B(p)$ такие, что для всех $f(x) \in L_p(E)$, $g(x) \in L_p(E)$ имеет место неравенство

$$\int_E |f(x) + g(x)|^p dx \leq \int_E |f(x)|^p dx + p \int_E |f(x)|^{p-2} f(x) g(x) dx +$$

$$+ A \int_E |g(x)|^p dx + B \sum_{j=2}^{[p]} \int_E |f(x)|^{p-j} |g(x)|^j dx.$$

С помощью леммы 1 доказывается



Лемма 2. Пусть $p > 2$, $E \subset (0, 1)$ и система функций $\{\varphi_n(x)\}_{n=1}^{\infty}$ $x \in (0, 1)$, $\|\varphi_n\|_p \leq M$, $n=1, 2, \dots$ такова, что для любой последовательности $\gamma = \{\gamma_n\}_{n=1}^{\infty}$, $\|\gamma\|_2 \leq 1$ имеет место неравенство

$$\left| \int_E \left| \sum_{n=1}^k \gamma_n \varphi_n(x) \right|^{p-2} \left\{ \sum_{n=1}^k \gamma_n \varphi_n(x) \right\} \varphi_{k+1}(x) dx \right| \leq \frac{c_{p,M}}{k}, \quad k=1, 2, \dots$$

Тогда для любого набора $a = \{a_n\}_{n=1}^N$, $N=1, 2, \dots$, справедливо неравенство

$$\int_E \left| \sum_{i=1}^N a_i \varphi_i(x) \right|^p dx \leq c_{p,M} \|a\|_2^p.$$

Лемма 2 фактически доказана на стр. 288—289 книги [3].

Доказательство теоремы. Фиксируем число ε , $0 < \varepsilon < \frac{2}{p-2}$ и положим.

$E_{n,\nu} \equiv \{x \in (0, 1) : |\varphi_n(x)| > (\beta_\nu n)^{\frac{1+\varepsilon}{p}}\}$, $n=1, 2, \dots$, $\nu=1, 2, \dots$ где числа β_ν , $\nu=1, 2, \dots$ выбраны так, чтобы выполнялось условие

$$\frac{M^p}{(\beta_\nu)^{1+\varepsilon}} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^{1+\varepsilon}} \leq \frac{1}{\nu}$$

(Можно взять $\beta_\nu = M^p \nu \left(\sum_{n=1}^{\infty} n^{-(1+\varepsilon)} \right)^{\frac{1}{1+\varepsilon}} \leq c_{p,M} \nu$, $\nu=1, 2, \dots$). Тогда

$$\mu \left(\bigcup_{n=1}^{\infty} E_{n,\nu} \right) \leq \sum_{n=1}^{\infty} \mu(E_{n,\nu}) \leq \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\|\varphi_n\|_p^p}{(\beta_\nu n)^{1+\varepsilon}} \leq \frac{M^p}{(\beta_\nu)^{1+\varepsilon}} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^{1+\varepsilon}} \leq \frac{1}{\nu},$$

$\nu=1, 2, \dots$ Далее, определим множества $G_\nu : G_\nu = (0, 1) \setminus \bigcup_{n=1}^{\infty} E_{n,\nu}$, $\nu=1, 2, \dots$

Ясно, что $\mu G_\nu > 1 - \frac{1}{\nu}$, $\nu=1, 2, \dots$

Построим теперь последовательность $\{r_k\}_{k=1}^{\infty}$, удовлетворяющую условиям теоремы.

Положим $r_1=1$ и допустим, что $\{r_k\}_{k=1}^N$ уже построены. Докажем существование числа $r_{N+1} \in (N^\nu, (N+1)^\nu)$ такого, что для любого набора

$a = \{a_n\}_{n=1}^N$, $\sum_{n=1}^N a_n^2 = 1$ имеет место соотношение

$$\left| \int_{G_\nu} \left| \sum_{n=1}^N a_n \varphi_{r_n}(x) \right|^{p-2} \left(\sum_{n=1}^N a_n \varphi_{r_n}(x) \right) \varphi_{r_{N+1}}(x) dx \right| \leq \frac{c_{\nu,p,M}}{N}. \quad (4)$$

($\nu=1, 2, \dots$).

Тогда из леммы 2 будет следовать утверждение теоремы. Учитывая что p -четно, $\|a\|_2=1$ по неравенству Коши — Буняковского при фиксированном ν , k имеем

$$\begin{aligned} & \left| \int_{G_v} \left| \sum_{n=1}^N a_n \varphi_{r_n}(x) \right|^{p-2} \left\{ \sum_{n=1}^N a_n \varphi_{r_n}(x) \right\} \varphi_h(x) dx \right| = \\ & = \left| \sum_{i_1 \dots i_{p-1}} a_{i_1} \dots a_{i_{p-1}} \int_{G_v} \varphi_{r_{i_1}}(x) \dots \varphi_{r_{i_{p-1}}}(x) \varphi_h(x) dx \right| \leq \\ & \leq \left(\sum_{i_1 \dots i_{p-1}} a_{i_1}^2 \dots a_{i_{p-1}}^2 \right)^{1/2} \left(\sum_{i_1 \dots i_{p-1}} \left(\int_{G_v} \varphi_{r_{i_1}}(x) \dots \varphi_{r_{i_{p-1}}}(x) \varphi_h(x) dx \right)^2 \right)^{1/2} \leq \\ & \leq \left(\sum_{i_1 \dots i_{p-1}} \left(\int_{G_v} \varphi_{r_{i_1}}(x) \dots \varphi_{r_{i_{p-1}}}(x) \varphi_h(x) dx \right)^2 \right)^{1/2}. \end{aligned}$$

Рассмотрим среднее:

$$I = \frac{\sum_{k=N^v+1}^{(N+1)^v} \sum_{v=1}^N \sum_{i_1 \dots i_{p-1}} \left(\int_{G_v} \varphi_{r_{i_1}}(x) \dots \varphi_{r_{i_{p-1}}}(x) \varphi_h(x) dx \right)^2}{(N+1)^v - N^v - 1}.$$

По неравенству Бесселя

$$I \leq c_{p,M} \frac{\sum_{v=1}^N \sum_{i_1 \dots i_{p-1}} \int_{G_v} \varphi_{r_{i_1}}^2(x) \dots \varphi_{r_{i_{p-1}}}^2(x) dx}{N^{v-1}}.$$

Оценим интеграл $\int_{G_v} \varphi_{r_{i_1}}^2(x) \dots \varphi_{r_{i_{p-1}}}^2(x) dx$. По определению G_v и учитывая,

что $r_{i_1} \leq N^v, \dots, r_{i_{p-1}} \leq N^v$, получаем оценку

$$\int_{G_v} \varphi_{r_{i_1}}^2(x) \dots \varphi_{r_{i_{p-1}}}^2(x) dx \leq [(\beta_v N^v)^{\frac{1+\varepsilon}{p}}]^{p-2} \int_{G_v} |\varphi_{r_{i_1}}(x) \dots \varphi_{r_{i_{p-2}}}(x) \varphi_{r_{i_{p-1}}}(x)| dx.$$

Отсюда, пользуясь условием (2) и тем, что $\beta_v \leq v c_{p,M}$ находим

$$\begin{aligned} I & \leq c_{p,M} \frac{N^{p-1} \sum_{v=1}^N (\beta_v N^v)^{(1+\varepsilon) \frac{p-2}{p}}}{N^{v-1}} \leq c_{p,M} \frac{N^p N^{(1+v)(1+\varepsilon) \frac{p-2}{p}}}{N^{v-1}} = \\ & = c_{p,M} \frac{N^{p+(1+v)\alpha}}{N^{v-1}}, \end{aligned}$$

т. е. при $\gamma = \frac{3+p+\alpha}{1-\alpha}$, $0 < \varepsilon < \frac{2}{p-2}$, $\alpha = (1+\varepsilon) \frac{p-2}{p}$: $I \leq c_{p,M} \frac{1}{N^2}$. Значит, существует число $r_{N+1} \in (N^v, (N+1)^v)$, для которого

$$\left(\sum_{i_1 \dots i_{p-1}} \left(\int_{G_v} \varphi_{r_{i_1}}(x) \dots \varphi_{r_{i_{p-1}}}(x) \varphi_{r_{N+1}}(x) dx \right)^2 \right)^{1/2} \leq \frac{c_{p,M}}{N}$$

и, следовательно,

$$\left| \int_{G_v} \left| \sum_{n=1}^N a_n \varphi_{r_n}(x) \right|^{p-2} \left(\sum_{n=1}^N a_n \varphi_{r_n}(x) \right) dx \right| \leq \frac{c_{p,M}}{N}, \quad v=1, 2, \dots, N.$$



При $\nu = N+1, N+2, \dots$ оценка (4) может быть обеспечена за счет выбора постоянной $c_{p,M,\nu}$. Действительно,

$$\begin{aligned} & \left| \int_{G_\nu} \left| \sum_{n=1}^N a_n \varphi_{r_n}(x) \right|^{p-2} \left(\sum_{n=1}^N a_n \varphi_{r_n}(x) \right) \varphi_{r_{N+1}}(x) dx \right| \leq \\ & \leq \left(\int_{G_\nu} \left| \sum_{n=1}^N a_n \varphi_{r_n}(x) \right|^p dx \right)^{\frac{p-1}{p}} \left(\int_{G_\nu} |\varphi_{r_{N+1}}(x)|^p dx \right)^{1/p} \leq c_{p,M} N^{p-1} \leq \\ & \leq \frac{c_{p,M} \nu^p}{N} \leq \frac{c_{p,M,\nu}}{N}. \end{aligned}$$

Таким образом (4), а следовательно и теорема доказаны.

Академия наук СССР
Математический институт
им. В. А. Стеклова

(Поступило 20.6.1985)

მათემატიკა

ი. აგაევი

მოცემული ორთონორმირებული სისტემიდან ლაკუნარული
ქვესისტემების ამორჩევის შესახებ.

რეზიუმე

დამტკიცებულია შემდეგი დებულება: ნებისმიერი ორთონორმირებული
სისტემისათვის $\{\varphi_n(x)\}_{n=1}^{\infty}$, $x \in (0, 1)$, $\|\varphi_n\|_4 \leq M$, $n = 1, 2, \dots$, არსებობს ქვე-
სისტემა $\{\varphi_{n_k}\}_{k=1}^{\infty}$, $n_k \leq k^{16}$, $k = 1, 2, \dots$, რომელიც არის კრებალობის სისტემა.

MATHEMATICS

I. AGAEV

ON THE CHOICE OF LACUNARY SUBSYSTEMS FROM A GIVEN ORTHONORMAL SYSTEM

Summary

The following statement is proved: for any O. N. S. $\{\varphi_n(x)\}_{n=1}^{\infty}$, $x \in (0, 1)$,
 $\|\varphi_n\|_4 \leq M$, $n = 1, 2, \dots$ there exists a subset of $\{\varphi_{n_k}\}_{k=1}^{\infty}$, $n_k \leq k^{16}$, $k = 1, 2, \dots$
which is a set of convergence.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Б. С. Кашин, А. А. Саакян. Ортогональные ряды. М., 1984, 10, 321.
2. I. Agae v. Analysis Math, 11, № 4, 1985.
3. С. Качмаж, Г. Штейнгауз. Теория ортогональных рядов. М., 1958, 287.

Л. Ш. ГАВАШЕЛИ

МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ СЛУЧАЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ДВУХМАССОВОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ВНУТРЕННИМ ТРЕНИЕМ

(Представлено академиком А. А. Дзидзигури 25.11.1983)

Метод стохастических дифференциальных уравнений в применении к нелинейным системам имеет следующие особенности: а) для нелинейного оператора несправедлив принцип суперпозиции; б) сам оператор нельзя переставить с операцией осреднения. Поэтому уравнения относительно моментных функций выходного процесса в общем случае образуют неразделяющую систему, каждое уравнение которой содержит старшие моментные функции. Исходя из этого, анализ поведения нелинейных систем при случайных воздействиях представляет серьезную трудность по сравнению с соответствующим анализом линейных систем.

В стохастически нелинейных задачах редко удается получить точное аналитическое решение, поэтому необходима оценка погрешности количественных результатов приближенных решений. В подобных задачах эффективен метод статистического моделирования на ЭВМ.

После понижения степени уравнения описывающие колебания двухмассовой системы принимают вид

$$\dot{x}_1 = y_1, \quad \dot{x}_2 = y_2;$$

$$\dot{x}_2 = y_2, \quad \dot{x}_3 = y_3;$$

(1)

$$m_1 \dot{y}_3 + K_1 y_1 - \mu \dot{y}_3 - K_2 (y_2 - y_1) [1 + \lambda \operatorname{sgn} (y_4 - y_3)] = 0;$$

$$m_2 \dot{y}_4 + K_2 (y_2 - y_1) [1 + \lambda \operatorname{sgn} (y_4 - y_3)] = F(t),$$

где m_1 — масса бурового става; m_2 — суммарная масса подвижных частей амортизатора и долота; K_1 — эквивалентная жесткость гидроцилиндров подачи и бурового става; K_2 — жесткость амортизатора; μ — коэффициент вязкого сопротивления гидравлической системы подачи бурового става; x_1, x_2 — обобщенные координаты смещения низа бурового става и долота, соответственно; λ — параметр, характеризующий рассеивающую способность упругого звена амортизатора; $F(t)$ — централизованный нормальный случайный процесс.

Вычислительный алгоритм включает моделирование процесса $F(t)$, численное интегрирование системы уравнений (1) методом Рунге—Кутты и нахождение оценок статистических характеристик $\bar{f}(y_1, y_2, y_3, y_4, t)$, представляющих собой случайные пространственно-временные поля возмущений и реакций системы, посредством осреднения по времени t . Начальный участок реализации, на котором существенны переходные процессы, при определении статистических характеристик не используется.



Обозначим через $f_i(y_1, y_2, y_3, y_4)$ формы собственных колебаний родственной линейной системы, ($i = 1, 2, \dots, n$), причем n зависит от спектрального состава $F(t)$. Представим функцию $f(y_1, y_2, y_3, y_4, t)$ в виде разложения

$$f(y_1, y_2, y_3, y_4, t) = \sum_{i=1}^n Z_i(t) f_i(y_1, y_2, y_3, y_4). \quad (2)$$

Шаг дискретизации t_0 и длительность реализации τ_0 должны удовлетворять условиям $t_0 < t_n$, $\tau_0 < \tau_f$, где t_n — период, соответствующий высшей форме в разложении (2); τ_f — интервал корреляции.

Случайный процесс $F(t)$ является нормальным и имеет экспоненциальную корреляционную функцию

$$R(\tau) = e^{-\omega\tau}.$$

Корреляционная функция соответствующего дискретного процесса равна

$$R_t(\tau) = e^{-\omega \Delta t |\tau|}.$$

Дискретные значения процесса $F_t = F(i \Delta t)$ моделировались при помощи рекуррентного алгоритма в неравноотстоящих точках. Если t_i — последовательность точек, в которых должны формироваться значения случайного процесса $F(t)$, моделирующий алгоритм имеет вид

$$F(t_i) = \rho_t F(t_{i-1}) + \sqrt{1 - \rho_t^2} \cdot q_t,$$

где

$$\rho_t = e^{-\omega(t_i - t_{i-1})};$$

q_t — последовательность независимых нормальных случайных чисел с параметрами (0,1).

Кроме того, для моделирования использован генератор равномерно распределенных случайных чисел, разработанный для фирмы ИВМ (подпрограмма RN) [1].

При моделировании на ЭВМ использована стандартная подпрограмма решения системы нелинейных дифференциальных уравнений из пакета специальных программ [2]. В основу положен алгоритм Рунге—Кутты.

Пусть $y(t)$ — четырехмерная вектор-функция. Значения неизвестной вектор-функции $y(t)$ в дискретных точках $t_i = i \Delta t$ по методу Рунге—Кутты вычисляются рекуррентно:

$$y_{[i]} = y_{[i-1]} + \frac{1}{6} (a_1[i-1] + 2a_2[i-2] + 2a_3[i-1] + a_4[i-1]),$$

где

$$y_{[i]} = y(i \Delta t); \quad a_1[i] = \Delta t F(i \Delta t, y[i]);$$

$$a_2[i] = \Delta t F(i \Delta t + \Delta t/2, y[i] + a_1[i]/2);$$

$$a_3[i] = \Delta t F(i \Delta t + \Delta t/2, y[i] + a_2[i]/2);$$

$$a_4[i] = \Delta t F(i \Delta t + \Delta t, y[i] + a_3[i]).$$

Программа пропущена на ЭВМ ЕС-1022.

Численные значения параметров, входящих в систему (1), равны:

$$m_1 = 2240 \text{ кг}; \quad m_2 = 150 \text{ кг}; \quad \mu = 0,0049 \text{ Нс/м}; \quad K_1 = 7,2 \cdot 10 \text{ Н/м}.$$

$M_{F(t)} = 0$ в силу центрированности.

На рис. 1 изображена зависимость отношения среднеквадратичного значения силовой реакции амортизатора к среднеквадратичному значению силового вибрационного воздействия от коэффициента жесткости для

$$n = 3; \quad K_2 = (10^4; 10^5; 10^6; 1,2 \cdot 10^7) \text{ Н/м}; \quad \lambda = (0,2; 0,4; 0,6; 0,8).$$

Линеаризация внутренних потерь осуществлена по критерию

$$M \{ [f(t) - f^*(t)]^2 \} = \min,$$

где $f^*(t)$ — оператор, соответствующий линеаризованной системе.

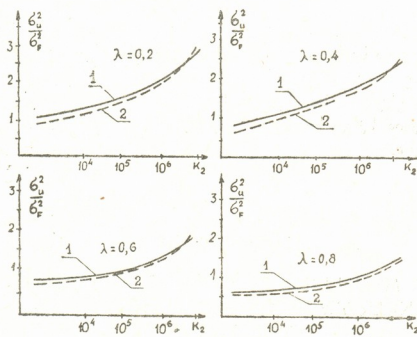


Рис. 1. Зависимость отношения среднеквадратичного значения силовой реакции амортизатора к среднеквадратичному значению силового вибрационного воздействия и коэффициента жесткости: 1 — расчетная кривая; 2 — теоретическая кривая.

После сопоставления полученных результатов оказалось, что погрешность численных значений, полученных методом статистической линеаризации, не превышает 3—10%, что вполне допустимо для инженерных расчетов.

Следовательно, теоретическое исследование случайных колебаний нелинейной двухмассовой механической системы с внутренним трением типа

$$\sigma = K_2 (x_2 - x_1) [1 + \lambda \operatorname{sgn} (x_2 - x_1)]$$

позволяет получить аналитические выражения для определения значений жесткости, с достаточной для инженерных целей точностью, коэффициента рассеивающей способности, преобладающей чистоты случайных колебаний и полосы пропускания амортизатора, как механического фильтра.



Моделированием установлено, что для эффективного гашения вибраций шарошечных станков, жесткость амортизатора $K_2 = (10^4; 10^5)$ Н/м, коэффициент рассеивающей способности $\lambda = 0,8$; т. е. поглощение энергии вредных колебаний должно быть максимальным.

Академия наук Грузинской ССР
Институт горной механики
им. Г. А. Цулукидзе

(Поступило 25.11.1983)

მეცნიერება

ლ. ზავაშელი

სარაწრფივი ორმასიანი შიბა ხახუნის მძვანკოური სისტემის
შემთხვევითი რხევების მოდელირება ეზმ-ზე

რეზიუმე

განსაზღვრულია სატეხზედა ამორტიზატორების პარამეტრების ოპტიმალური მნიშვნელობები (სიხისტე, ენერჯის შთანქმის უნარი). მოდელირების შედეგები შედარებულია მოცემული სისტემის ანალიზური კვლევის შედეგებთან, შეფასებულია სტატისტიკური გაწრფივების მეთოდით მიღებული შედეგების ცლომილება.

MECHANICS

L. Sh. GAVASHELI

COMPUTER MODELLING OF THE RANDOM VIBRATIONS OF A NONLINEAR TWO-MASS MECHANICAL SYSTEM WITH INTERNAL FRICTION

Summary

The optimum values (stiffness, scattering power) of the parameters of the above-bit shock absorber have been determined. The results of the modelling have been compared with those of an analytical investigation of the given system. The error of the results obtained by the method of statistical linearization has been estimated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Communications of the ACM. Seraphin Random number generator. BM, NT-II, 1968.
2. В. В. Быков. Цифровое моделирование в статистической радиотехнике. М., 1971.

А. К. ТВАЛЧРЕЛИДZE

ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ ТЕОРИИ ОБОЛОЧЕК С УЧЕТОМ БОЛЬШИХ ДЕФОРМАЦИЙ И СДВИГОВ

(Представлено академиком Н. П. Векуа 14.12.1983)

Рассмотрим вариант теории оболочек, основанный на построении поля деформаций пространства оболочки более общего, чем по классической гипотезе Кирхгофа—Лява [1]. Предлагаемый подход, идейно близкий к [2], позволяет проводить исследования больших деформаций оболочек с учетом сдвига и изменения толщины, толстых и многослойных оболочек с различными условиями взаимодействия между слоями и т. д. По каким-либо признакам мысленно проводится расслоение недеформированной оболочки по толщине, и в качестве базовых используются лицевые поверхности слоев. В дальнейшем анализируется один слой, который будем называть оболочкой.

Рассмотрим два состояния оболочки — до и после деформации. Величины, относящиеся к геометрии недеформированной оболочки, будем обозначать малыми буквами \vec{r} , \vec{h} , g и т. д., а к геометрии деформированной оболочки — большими буквами \vec{R} , \vec{H} , G и т. д.

Радиус-вектор точки деформированной оболочки с материальными координатами (x^1, x^2, x^3) :

$$\vec{R}(x^1, x^2, x^3) = \vec{R}^-(x^1, x^2) + x^3 [\vec{R}^+(x^1, x^2) - \vec{R}^-(x^1, x^2)]. \quad (1)$$

Векторы соотношения

$$\vec{R}^- = \vec{R}^-(x^1, x^2), \quad \vec{R}^+ = \vec{R}^+(x^1, x^2)$$

задают базовые поверхности параметризации (1) пространства деформированной оболочки. Первую условно будем называть внутренней базовой поверхностью, а вторую — внешней. Вектор $\vec{H}(x^1, x^2) = \vec{R}^+(x^1, x^2) - \vec{R}^-(x^1, x^2)$, ставящий в соответствие точки с одинаковыми координатами (x^1, x^2) , будем считать перпендикулярным внутренней базовой поверхности.

Сформулируем основную кинематическую гипотезу теории: точка деформированной оболочки с радиусом-вектором (1) до деформации занимала положение

$$\vec{r}(x^1, x^2, x^3) = \vec{r}^-(x^1, x^2) + x^3 [\vec{r}^+(x^1, x^2) - \vec{r}^-(x^1, x^2)], \quad (2)$$

т. е. через положения базовых поверхностей определяются положения всех точек оболочки.

Принятая параметризация пространства оболочки позволяет использовать аппарат S -тензоров [3, 4]. В дальнейшем изложении латинские индексы принимают значения 1, 2, 3, греческие — 1, 2.

Компоненты метрического тензора пространства оболочки $g_{ij} = \vec{r}_i \cdot \vec{r}_j$ и коэффициенты второй основной квадратичной формы базовой поверхностью



$b_{\alpha\beta}^*$ выражаются через компоненты метрического тензора на внутренней базовой поверхности $g_{ij} = \vec{r}_i \cdot \vec{r}_j$ и тензора переноса $g_{i\bar{j}} = \vec{r}_i \cdot \vec{r}_{\bar{j}}$:

$$g_{ij} = (1 - x^3)^2 g_{i\bar{j}} + x^3 (1 - x^3) (g_{i\bar{j}} + g_{j\bar{i}}) + (x^3)^2 g_{i\bar{k}} g_{j\bar{m}} g_{\bar{k}\bar{m}}, \quad (3)$$

$$b_{\alpha\beta}^* = \sqrt{g_{\bar{3}\bar{3}}} (g_{\alpha\bar{3},\beta} - g_{\beta\bar{3},\alpha} + g_{\alpha\bar{\beta}}) + \frac{1}{2} \frac{g_{\bar{3}\bar{3}}}{\sqrt{g_{\bar{3}\bar{3}}}} (g_{\alpha\bar{\gamma},\beta} + g_{\beta\bar{\gamma},\alpha} - g_{\alpha\bar{\beta},\gamma}).$$

Компоненты метрических тензоров связаны зависимостями

$$g_{33,\alpha} = 2(g_{\alpha\bar{3}}^+ - g_{\alpha\bar{3}}^-), \quad g_{\alpha\bar{3},\beta}^- - g_{\beta\bar{3},\alpha}^- = g_{\beta\bar{\alpha}}^+ - g_{\alpha\bar{\beta}}^+, \quad (4)$$

$$G_{\alpha\bar{3}}^- = G^{\bar{3}\bar{3}} = 0, \quad G_{\alpha\bar{\beta}}^+ = G_{\beta\bar{\alpha}}^+.$$

На основании основной теоремы теории поверхностей [3] в данном случае можно утверждать, что 15 скалярных функций: 6 компонент симметричного основного метрического тензора $g_{i\bar{j}}(x^1, x^2)$ и 9 компонент тензора переноса $g_{i\bar{j}}(x^1, x^2)$, связанных 3 соотношениями (4), 3 соотношениями Гаусса и Петерсона-Кодацци для внутренней базовой поверхности, а также 3 соотношениями $g_{\bar{3}\bar{i}} = g_{\bar{i}\bar{3}}$, с точностью до движения определяют внутреннюю и внешнюю базовые поверхности оболочки.

Кинематическая гипотеза позволяет в качестве основных неизвестных, определяющих тензор деформации в каждой точке пространства оболочки

$\epsilon_{ij} = \frac{1}{2} (G_{ij} - g_{ij})$, использовать 7 компонент метрического тензора $G_{i\bar{j}}$, $G_{i\bar{3}}$, $G_{\bar{3}\bar{3}}$ и тензора переноса $G_{\bar{1}\bar{1}}^+$, $G_{\bar{1}\bar{2}}^+$, $G_{\bar{2}\bar{2}}^+$ деформированной оболочки, связанных 3 соотношениями Гаусса и Петерсона-Кодацци, и 2 компоненты $g_{T\bar{3}}$, $g_{\bar{3}T}$ метрического тензора недеформированной оболочки. Через функции $g_{\alpha\bar{3}} = g_{\alpha\bar{3}}(x^1, x^2)$ определяются направляющие косинусы для вектора \vec{r}_3 :

$$\cos(\vec{r}_3, \vec{r}_{\bar{\alpha}}) = \frac{g_{\alpha\bar{3}}}{\sqrt{g_{\alpha\bar{\alpha}} \cdot g_{\bar{3}\bar{3}}}}.$$

т. е. соответствие между точками недеформированной оболочки.

Предположим, что поле тензора напряжений $\hat{\sigma}$ в оболочке определяется ее деформированным состоянием. Систему непрерывно распределенных внутренних сил, действующих на поперечную площадку оболочки, принято приводить к центру на базовой поверхности, заменяя статически эквивалентными силой и парой [1, 4]. При использовании двух базовых поверхностей может оказаться удобным вариант приведения к двум центрам.

Заменим распределенные силы, действующие на площадку поверхности $x^{\beta} = \text{const}$ и ограниченную поверхностями $x^{\alpha} = \text{const}$ и $x^{\alpha} + dx^{\alpha} = \text{const}$, статически эквивалентной системой двух сил $(dx^{\alpha} \vec{T}^{(\beta)}, dx^{\alpha} \vec{T}^{(\beta)})$, приложенных соответственно в точках $(x^{\alpha}, x^{\beta}, 0)$, $(x^{\alpha}, x^{\beta}, 1)$. Для однозначности определения результирующих сил будем считать, что направление силы $dx^{\alpha} \vec{T}^{(\beta)}$ перпендикулярно вектору \vec{R}_3 . Введем поверхностные тензоры внутренних усилий



$$\vec{T}^{(-)} = t^{(-)ij} \vec{R}_i \otimes \vec{R}_j; \quad \vec{T}^{(+)} = t^{(+ij)} \vec{R}_i \otimes \vec{R}_j = t^{(+i)} \vec{R}_i \otimes \vec{R}_j = t^{(+i)} \vec{R}_i \otimes \vec{R}_j,$$

через которые выражаются результирующие силы, например:

$$dx^\alpha \vec{T}^{(-\beta)} = dx^\alpha t^{(-)\beta i} \sqrt{G^- G^{33}} \vec{R}_i; \quad dx^\alpha \vec{T}^{(+\beta)} = dx^\alpha t^{(+)\beta \gamma} \sqrt{G^- G^{33}} \vec{R}_\gamma. \quad (5)$$

Для компонентов тензоров внутренних усилий имеем

$$\begin{aligned} t^{(-)\beta\delta} &= \int_H \sqrt{\frac{G}{G^-}} G_{33} [(1-x^3) \sigma^{\beta\delta} + x^3 \sigma^{\beta\gamma} G_{\gamma}^{\delta}] (1-x^3) dx^3, \\ t^{(-)\beta 3} &= \int_H \sqrt{\frac{G}{G^-}} G_{33} (\sigma^{\beta 3} + x^3 \sigma^{\beta\gamma} G_{\gamma}^3) dx^3, \\ t^{(+)\beta\delta} &= \int_H \sqrt{\frac{G}{G^-}} G_{33} [(1-x^3) \sigma^{\beta\delta} + x^3 \sigma^{\beta\gamma} G_{\gamma}^{\delta}] x^3 dx^3. \end{aligned} \quad (6)$$

Кроме рассмотренных внутренних сил на элемент деформированной оболочки, выделенный поверхностями $x^\alpha = \text{const}$, $x^\alpha + dx^\alpha = \text{const}$, $x^\beta = \text{const}$, $x^\beta + dx^\beta = \text{const}$, действуют внешние силы, распределенные по лицевым поверхностям

$$dx^\alpha dx^\beta \sqrt{G^- G^{33}} F^{(-)\beta} \vec{R}_i, \quad dx^\alpha dx^\beta \sqrt{G^+ G^{33}} F^{(+)\beta} \vec{R}_i$$

и по объему оболочки

$$dx^1 dx^2 dx^3 \sqrt{G} j^h \vec{R}_k.$$

Здесь G и G^- — дискриминанты метрической квадратичной формы;

$F^{(-)\beta} \vec{R}_i$, $F^{(+)\beta} \vec{R}_i$, $j^h \vec{R}_k$ — интенсивности соответствующих сил.

Уравнения равновесия выделенного элемента оболочки имеют вид

$$\begin{aligned} \nabla_\beta (t^{(-)\beta\gamma} + t^{(+)\beta\gamma}) - \sqrt{G^{33}} (G_{\beta}^{\gamma} - G_{\beta}^{\gamma}) t^{(-)\beta 3} + X^\gamma &= 0, \\ \nabla_\beta t^{(-)\beta 3} + \sqrt{G^{33}} (G_{\beta}^{\gamma} - G_{\beta}^{\gamma}) (t^{(-)\beta\gamma} + t^{(+)\beta\gamma}) + X^3 &= 0, \\ \nabla_\beta t^{(+)\beta\gamma} - t^{(+)\beta 3} + Y^\gamma &= 0, \\ t^{(-)12} - t^{(-)21} + G_{\beta}^1 t^{(-)\beta 2} - G_{\beta}^2 t^{(+)\beta 1} &= 0, \end{aligned} \quad (7)$$

где

$$X^\gamma = F^{(-)\gamma} + \sqrt{\frac{G^+ G^{33}}{G^- G^{33}}} F^{(+)\gamma} G_{\gamma}^{\beta} + \int_H \sqrt{\frac{G}{G^-}} G_{33} [(1-x^3) j^\gamma + x^3 j^\delta G_{\delta}^{\gamma}] dx^3,$$

$$X^3 = F^{(-)3} + \sqrt{\frac{G^+ G^{33}}{G^- G^{33}}} F^{(+)\gamma} G_{\gamma}^3 + \int_H \sqrt{\frac{G}{G^-}} G_{33} (j^3 + x^3 j^\gamma G_{\gamma}^3) dx^3,$$

$$Y^\gamma = \sqrt{\frac{G^+ G^{33}}{G^- G^{33}}} F^{(+)\gamma} G_{\gamma}^{\beta} + \int_H \sqrt{\frac{G}{G^-}} G_{33} [(1-x^3) j^\gamma + x^3 j^\delta G_{\delta}^{\gamma}] x^3 dx^3.$$



Независимых уравнений равновесия получено пять, последнее уравнение в (7) не является дифференциальным и подстановкой (6) выполняется тождественно. Для получения замкнутой системы уравнений теории воспользуемся приближенной зависимостью, отражающей связь поперечной деформации оболочки с действующими на элемент силами

$$\frac{1}{2} (G_{33} - g_{33}) = \epsilon_{33} (F^{\bar{3}}, F^{\bar{3}}, t^{\bar{3}\bar{3}}, t^{\bar{3}\bar{3}}), \quad (8)$$

Аналитический вид (8) конкретизируется в зависимости от определяющих соотношений для материала оболочки.

Кутаисский политехнический институт
им. Н. И. Мухелишвили

(Поступило 22.12.1983)

მეცნიერება

ა. თვალჩრელიძე

ბარსტა თეორიის ძირითადი განტოლებები დიდი დეფორმაციებისა და ძვრების ბათვალისწინებით

რეზიუმე

განხილულია გარსების თეორიის ვარიანტი, რომელიც ეყრდნობა რამდენიმე საბაზო ზედაპირის გამოყენებას. ამ ზედაპირების დეფორმაციის საშუალებით განისაზღვრება გარსის სივრცის დეფორმირებული მდგომარეობა. ასეთი მიდგომა საშუალებას გვაძლევს უფრო ზუსტად აღიწეროს დეფორმაციის ველი, ვიდრე კირპოფ — ლიავის ჰიპოთეზის საშუალებით.

MECHANICS

A. K. TVALCHRELIDZE

BASIC EQUATIONS OF THE SHELL THEORY WITH ACCOUNT OF LARGE DEFORMATIONS AND SHEARS

Summary

A version of the shell theory is proposed by which a tensor field of deformation of a shell space is defined by the deformation of several basic surfaces, for example, by the external surfaces of a shell. The method of S-tensor, developed by I. N. Vekua, is used for the description of the strain-stress state.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Лурье. ПММ, том. IV, вып. 2, 1940, 7—34.
2. В. В. Болотин, Ю. Н. Новичков. Механика многослойных конструкций. М., 1980.
3. И. Н. Векуа. Основы тензорного анализа и теории ковариантов. М., 1978.
4. И. Н. Векуа. Некоторые общие методы построения различных вариантов теории оболочек. М., 1982.

Г. Т. НОЗАДЗЕ

О БИФУРКАЦИИ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ РАВНОВЕСИЙ ДВОЙНОГО МАЯТНИКА

(Представлено академиком Н. П. Векуа 24.1.1984)

Рассмотрим в однородном поле силы тяжести движение механической системы, состоящей из двух однородных стержней, соединенных посредством сферического шарнира. Один из стержней подвешен на горизонтальной оси, которая равномерно вращается вокруг вертикали, проходящей через точку подвеса стержня, с угловой скоростью ω .

Обозначим через $2l_1, 2l_2$ и m_1, m_2 длины и массы стержней, а через θ_1 и θ_2 — углы, которые образуют стержни с нисходящей вертикалью.

Так как картина движения обладает симметрией относительно неподвижной вертикали, то достаточно рассмотреть значения

$$0 \leq \theta_1 \leq \pi/2, \quad 0 \leq \theta_2 \leq 2\pi.$$

Введем систему координат, вращающуюся вокруг неподвижной вертикали с постоянной угловой скоростью ω . Положение стержней во вращающейся системе координат определим переменными

$$x_1 = \cos \theta_1, \quad x_2 = \cos \theta_2, \quad y_1 = \sin \theta_1, \quad y_2 = \sin \theta_2$$

и углом γ , который образуют между собой проекции стержней на горизонтальную плоскость. В силу симметричности картины движения $0 \leq \gamma \leq \pi$.

Потенциальная энергия V сил тяжести и центробежных сил инерции равна

$$V = -l_1 g (m_1 + 2m_2) x_1 - l_2 g m_2 x_2 - \frac{1}{2} \omega^2 \left[\frac{4}{3} l_2^2 m_2 + \frac{4}{3} l_1^2 (m_1 + 3m_2) - \frac{4}{3} l_2^2 m_2 x_2^2 - \frac{4}{3} l_1^2 (m_1 + 3m_2) x_1^2 + 4 l_1 l_2 m_2 y_1 y_2 \cos \gamma \right],$$

где g — ускорение силы тяжести.

Значения переменных $x_i, y_i (i=1,2)$, γ , для которых V имеет стационарные значения при условиях

$$V_1 = x_1^2 + y_1^2 = 1, \quad V_2 = x_2^2 + y_2^2 = 1,$$

соответствуют [1] положениям относительного равновесия двойного маятника во вращающейся системе координат и могут быть определены из уравнений

$$\frac{\partial W}{\partial x_1} = \frac{\partial W}{\partial x_2} = \frac{\partial W}{\partial y_1} = \frac{\partial W}{\partial y_2} = \frac{\partial W}{\partial \gamma} = \frac{\partial W}{\partial \mu} = \frac{\partial W}{\partial \nu} = 0,$$

$$W = V + \frac{1}{2} m_2 l_1^2 \omega^2 \mu (V_1 - 1) + \frac{1}{2} m_2 l_2^2 \omega^2 \nu (V_2 - 1),$$

где μ, ν — множители Лагранжа.



Из уравнения $\partial W/\partial \gamma = 0$ следует равенство $\gamma = 0$, которое означает, что стержни расположены в одной и той же вертикальной плоскости.

Система остальных уравнений с учетом условия $\gamma = 0$ имеет два семейства решений. Первое семейство описывает вертикальные расположения стержней и переменные x_1, x_2 принимают, соответственно, значения, равные ± 1 .

Второе семейство решений отвечает наклонным относительно вертикали расположениям стержней, а соответствующие значения переменных x_1, x_2 выражаются при помощи множителя Лагранжа μ следующим образом:

$$\begin{aligned} x_1 &= 3g(m+2)/l_1 \omega^2 (3\mu + 4m + 12), \\ x_2 &= 3\mu g/4l_2 \omega^2 (\mu + 3), \quad m = m_1/m_2, \\ l_1 &\neq 0, \quad l_2 \neq 0, \quad m_2 \neq 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Бифуркационные значения угловой скорости V , при которых второе семейство решений ответвляется от первого семейства, можно определить, если в равенствах (1) подставить значения переменных x_1, x_2 , равные ± 1 , и исключить μ . Тогда получим четыре уравнения

$$4l_1 l_2 (4m+3) \omega^4 - 12[l_2(m+2) + l_1(m+3)] g \omega^2 + 9g^2(m+2) = 0, \quad (2)$$

$$4l_1 l_2 (4m+3) \omega^4 - 12[l_2(m+2) - l_1(m+3)] g \omega^2 - 9g^2(m+2) = 0, \quad (3)$$

$$4l_1 l_2 (4m+3) \omega^4 + 12[l_2(m+2) - l_1(m+3)] g \omega^2 - 9g^2(m+2) = 0, \quad (4)$$

$$4l_1 l_2 (4m+3) \omega^4 + 12[l_2(m+2) + l_1(m+3)] g \omega^2 + 9g^2(m+2) = 0, \quad (5)$$

отвечающие, соответственно, случаям $x_1 = x_2 = 1$, $x_1 = -x_2 = 1$, $x_1 = -x_2 = -1$, $x_1 = x_2 = -1$.

Исследуем, как изменяются корни уравнений (2)–(5), т. е. бифуркационные значения ω , в зависимости от значений параметра m .

Рассмотрим сперва уравнение (2). Оно имеет два действительных корня для любого конечного значения $m \geq 0$. В самом деле, разрешим это уравнение относительно m . Получим

$$m = -6f(\omega^2)/\varphi(\omega^2) = m(\omega^2),$$

$$f(\omega^2) = 2l_1 l_2 \omega^4 - 2(2l_2 + 3l_1) g \omega^2 + 3g^2,$$

$$\varphi(\omega^2) = 16l_1 l_2 \omega^4 - 12(l_1 + l_2) g \omega^2 + 9g^2.$$

Уравнения $f(\omega^2) = 0$, $\varphi(\omega^2) = 0$ имеют по два действительных корня причем корни уравнения $\varphi(\omega^2) = 0$, равные $3g/4l_1$, $3g/4l_2$, расположены между корнями уравнения $f(\omega^2) = 0$, как это следует из неравенств

$$f\left(\frac{3g}{4l_1}\right) = -\frac{3}{2}g^2\left(1 + \frac{5l_2}{4l_1}\right) < 0,$$

$$f\left(\frac{3g}{4l_2}\right) = -\frac{27l_1}{8l_2}g^2 < 0.$$

Поэтому график функции $m = m(\omega^2)$ в предположении $l_1 \neq 0$, $l_2 \neq 0$, $m_2 \neq 0$ имеет вид, показанный на рис. 1, откуда очевидна справедливость нашего утверждения.

Таким образом, корни уравнения (2) при $m \neq 0$ находятся между корнями того же уравнения при $m=0$. Аналогичный результат для маятника, составленного из двух тел в форме круговых цилиндров, получен в работе [2]. Нам удалось дополнительно установить характер изменения бифуркационных значений ω .

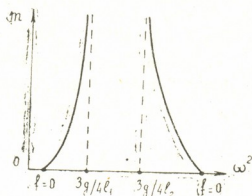


Рис. 1

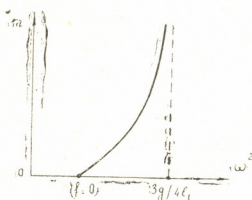


Рис. 2

Совершенно аналогично можно исследовать уравнения (3)—(5). Оказывается, что уравнение (5) не имеет действительных корней, а уравнение (3), (4) имеют по одному действительному корню. Кроме

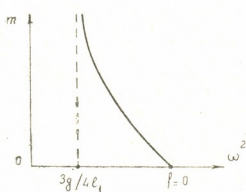


Рис. 3

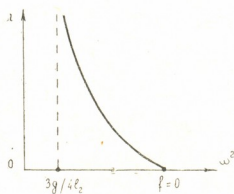


Рис. 4

того, корень уравнения (3) возрастает при увеличении m , если $l_1 > 5l_2/4$ (см. рис. 2); если же $l_1 < 5l_2/4$, то корень уравнения (3) уменьшается при увеличении m (см. рис. 3). Корень уравнения (4) уменьшается при увеличении m (см. рис. 4).

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

(Поступило 27.1.1984)

შემაჯობა

ბ. ნოზაძე

ორმაგი საქანის ფარდობით წონასწორობათა ბიფურკაციის
შემაჯობა

რეზიუმე

გამოკვლეულია ორმაგი საქანის შემადგენელი დეროების მასათა გავლენა საქანის ფარდობითი წონასწორობების ბიფურკაციაზე და დადგენილია ბრუნვის კუთხური სიჩქარის ბიფურკაციულ მნიშვნელობათა ცვლილების ხასიათი.

G. T. NOZADZE

ON THE BIFURCATION OF RELATIVE EQUILIBRIUMS OF A
DOUBLE PENDULUM

Summary

The influence of pivot masses forming a double pendulum on the bifurcation of relative equilibriums of a pendulum is investigated and the nature of the change of the bifurcation values of the angular rate of rotation has been determined.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Рубановский. Сб. «Задачи исследования устойчивости и стабилизации движения», вып. I. М., 1975.
2. М. Е. Темченко. Сб. «Динамика и устойчивость сложных систем». К., 1981.

А. И. ГВЕЛЕСИАНИ, Г. В. ДЖАНДИЕРИ, В. Г. КИРЦХАЛИЯ

К ВОПРОСУ О НЕУСТОЙЧИВОСТИ КЕЛЬВИНА—ГЕЛЬМГОЛЬЦА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Дж. Г. Ломинадзе 27.12.1984)

Проблеме волновых движений плазмы, обусловленных наличием тангенциальных разрывов на внешней границе магнитосферы Земли, в нейтральном слое хвоста магнитосферы, в плазме солнечного ветра и т. д., посвящено немало работ [1—5]. В этих работах рассматривалась плоская граница раздела плазменных потоков и не учитывалась ее кривизна.

В настоящей работе рассматриваются неустойчивость Кельвина—Гельмгольца для хвоста магнитосферы Земли цилиндрической формы и его собственные колебания.

1. Используется система линеаризованных уравнений движения

$$\begin{aligned} \rho_0 \sigma v_z &= -ik \delta p, & \rho_0 \sigma v_\varphi &= ik \frac{H_0}{4\pi} h_\varphi, \\ \rho_0 \sigma v_r &= -\frac{\partial \delta p}{\partial r} - \frac{H_0}{4\pi} \left(\frac{\partial h_z}{\partial r} - ik h_r \right), \end{aligned} \quad (1)$$

уравнения неразрывности

$$\sigma \delta \rho = -\rho_0 \left[ik v_z + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r v_r) \right], \quad (2)$$

уравнений Максвелла

$$\begin{aligned} \sigma h_z &= -\frac{H_0}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r v_r), & \sigma h_\varphi &= ik H_0 v_\varphi, \\ \sigma h_r &= ik H_0 v_r, & ik h_z + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r h_r) &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

и уравнения адиабаты

$$\delta p = c^2 \delta \rho, \quad (4)$$

где возмущение имеет вид $f(r, z, t) = f_0(r) \exp [i(kz - \omega t)]$; $\sigma = i(kV_0 - \omega)$; r, φ, z — цилиндрические координаты; t — время; i — мнимая единица; ω и k — соответственно частота и волновое число; V_0, H_0, ρ_0 — невозмущенные значения скорости, напряженности магнитного поля и плотности среды; $v, h, \delta p, \delta \rho$ — возмущенные значения скорости, напряженности магнитного поля и плотности среды; c — скорость звука.

На поверхности раздела плазменных сред ($r=r_0$; r_0 — радиус цилиндрического хвоста магнитосферы) должны выполняться условия непрерывности радиальных составляющих возмущенных скорости и магнитного поля и равенства полных давлений (газокинетического и магнитного) с обеих сторон границы раздела:



$$\frac{v_{r1}}{\sigma_1} \Big|_{r_0} = \frac{v_{r2}}{\sigma_2} \Big|_{r_0}, \quad \left(\delta p_1 + \frac{H_{01} h_{z1}}{4\pi} \right)_{r_0} = \left(\delta p_2 + \frac{H_{02} h_{z2}}{4\pi} \right)_{r_0}. \quad (5)$$

Из (1)–(4) для радиальной составляющей возмущенной скорости движения плазмы получаем

$$\frac{\partial^2 v_r}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial v_r}{\partial r} - \left(m^2 + \frac{1}{r^2} \right) v_r = 0, \quad (6)$$

$$v_r = A_1 I_1(imr) + A_2 K_1(imr), \quad (7)$$

а для возмущенного полного давления имеем

$$\delta p + \frac{H_0 h_z}{4\pi} = -\frac{\rho_0 N}{\sigma m^2} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (rv_r), \quad (8)$$

где

$$m^2 = \frac{(\sigma^2 + k^2 c^2)(\sigma^2 + k^2 V_A^2)}{\sigma^2(c^2 + V_A^2) + k^2 c^2 V_A^2}; \quad N = \sigma^2 + k^2 V_A^2; \quad (9)$$

A_1, A_2 — произвольные постоянные; $I_1(x), K_1(x)$ — модифицированные функции Бесселя первого порядка; $V_A = \frac{H_0}{\sqrt{4\pi\rho_0}}$ — альвеновская скорость.

С помощью (5), (7)–(9) для плазменной системы цилиндр-обтекающая среда, после ряда известных преобразований, получаем следующее дисперсионное соотношение:

$$\frac{\rho_{01} N_1}{m_1^2} \delta_1 = \frac{\rho_{02} N_2}{m_2^2} \delta_2, \quad (10)$$

$$\delta_1 = \frac{I_1'(im_1 r_0) + r_0^{-1} I_1(im_1 r_0)}{I_1(im_1 r_0)}, \quad \delta_2 = \frac{K_1'(im_2 r_0) + r_0^{-1} K_1(im_2 r_0)}{K_1(im_2 r_0)};$$

индексы 1 и 2 обозначают внутреннюю и внешнюю области пространства относительно цилиндрического хвоста магнитосферы. Для асимптотических значений модифицированных функций Бесселя вместо (10) получаем дисперсионное соотношение для случая тангенциального разрыва на плоской поверхности раздела двух полубесконечных плазменных сред $\rho_{01} m_1^{-1} N_1 = \rho_{02} m_2^{-1} N_2$ [1].

Из (1) и (3) для φ -компоненты скорости и магнитного поля, не зависящих от других возмущенных величин, как и в [1], получаем, что колебания представляют собой альвеновские волны с частотой, испытывающей доплеровское смещение из-за движения среды: $\omega = \pm k(V_A \pm V_0)$.

2. Если учесть толщину магнитопаузы, то следует рассматривать течение слоистой системы (трех сред 1, 2, 3 — где индекс 1 соответствует плазме, находящейся внутри малого цилиндра радиуса r_0 , 2 — плазме, находящаяся в цилиндрической оболочке (r_0, r_1) 3 — плазме вне наружного цилиндра радиуса r_1), для которой соответствующее дисперсионное соотношение принимает вид

$$\rho_{01} \rho_{02} \frac{N_{10} N_{21}}{m_{10}^2 m_{21}^2} [K_1(\beta_0) K_1(\beta_1) F_5 - I_1(\beta_0) K_1(\gamma_1) F_4] F_1 +$$

$$\rho_{01} \rho_{03} \frac{N_{10} N_{31}}{m_{10}^2 m_{31}^2} F_1 F_6 F_7 + \rho_{02} \rho_{03} \frac{N_{20} N_{31}}{m_{20}^2 m_{31}^2} I_1(\alpha) [I_1(\beta_1) F_2 - K_1(\beta_1) F_3] F_6 +$$

A. I. GVELESIANI, G. V. JANDIERI, V. G. KIRTSKHALIA

ON KELVIN-HELMHOLTZ INSTABILITY

Summary

The frequency spectrum of surface waves generated in the area of the cylindrical tail of the Earth's magnetosphere is studied analytically.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Хесс. Радиационный пояс и магнитосфера. М., 1972.
2. А. Нишида. Геомагнитный диагноз магнитосферы. М., 1980.
3. А. И. Гвелесиани, В. Г. Кирцхалия. Сб.: «Солнечно-земные связи и космические лучи». Тбилиси, 1985.
4. А. И. Ершкович, А. А. Нусинов. Сб.: «Межпланетная среда и физика магнитосферы». М., 1972.
5. Е. Паркер. Космические магнитные поля, т. 1. М., 1982.



Ш. Р. БАКРАДЗЕ, Г. В. КУКУЛАДZE, Л. Ш. БАКРАДZE

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ И ОТЖИГА РАДИАЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ В НЕЛЕГИРОВАННОМ GaSb

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. И. Санадзе 22.6.1985)

В работе [1] было показано, что при облучении *p*-GaSb быстрыми нейтронами образуются кластеры радиационных дефектов (РД). В связи с этим представляло интерес изучить отжиг сложных РД. Данные по отжигу РД, возникающих в GaSb при облучении нейтронами, получены в [2], но они недостаточно полны. Задачей настоящей работы явилось исследование образования и отжига РД в *p*-GaSb, облученном быстрыми реакторными нейтронами.

Для исследования использовались образцы нелегированного GaSb с исходной концентрацией $2,2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ при 78 К. Методика облучения образцов, измерений эффекта Холла и проводимости приведена в [3]. Отжиг облученных образцов в интервале 20—300°C проводился по методике [4], отжиг свыше 300°C — в вакууме не хуже, чем 10^{-5} мм рт. ст.

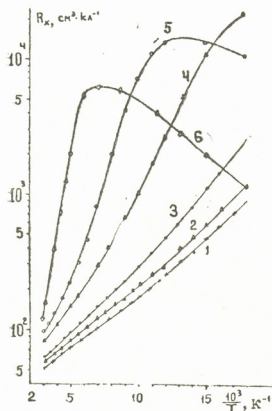


Рис. 1. Зависимость коэффициента Холла от обратной температуры: 1— $\Phi=0$; 2— $\Phi=2,4 \cdot 10^{15} \text{ н} \cdot \text{см}^{-2}$; 3— $\Phi=6,1 \cdot 10^{15} \text{ н} \cdot \text{см}^{-2}$; 4— $\Phi=6,5 \cdot 10^{16} \text{ н} \cdot \text{см}^{-2}$; 5— $\Phi=2,6 \cdot 10^{17} \text{ н} \cdot \text{см}^{-2}$; 6— $\Phi=8,1 \cdot 10^{17} \text{ н} \cdot \text{см}^{-2}$

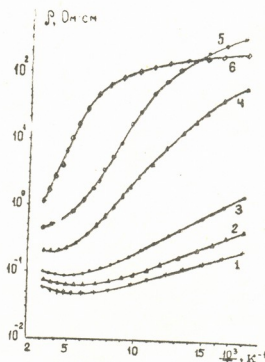


Рис. 2. Зависимость удельного сопротивления от обратной температуры (дозы облучения приведены на рис. 1)

На рис. 1—3 приведены температурные зависимости R_x , ρ и μ_x образцов нелегированного GaSb, облученного быстрыми нейтронами



при 300 К. Как видно из рис. 1, с возрастанием интегральной дозы облучения коэффициент Холла увеличивается во всем исследованном интервале температур (56—300 К), увеличивается и наклон кривой $R_x(T)$. При дозах $\sim 2 \cdot 10^{17}$ н·см⁻² на кривой $R_x(T)$ появляется максимум при температуре 80 К. С увеличением дозы облучения максимальное значение R_x сдвигается в область более высоких температур и уменьшается по абсолютной величине.

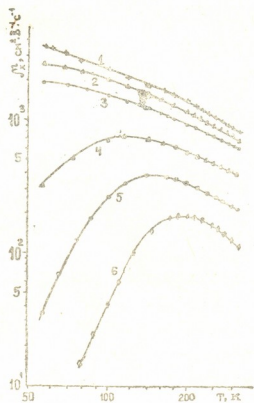


Рис. 3. Зависимость холловской подвижности от температуры (дозы облучения приведены на рис. 1)



Рис. 4. Изохронный отжиг PD . Температура измерений 78 и 300 К (пунктирные линии). Доза облучения $2,0 \cdot 10^{17}$ н·см⁻²

Удельное сопротивление (рис. 2) увеличивается во всем исследованном интервале температур при увеличении интегральной дозы облучения быстрыми нейтронами. Наклон кривых $\rho(T)$ увеличивается, а при дозе $\sim 8 \cdot 10^{17}$ н·см⁻² на кривой $\rho(T)$ наблюдается излом (кривая 5, рис. 2), который обычно связывают с прыжковой проводимостью по локализованным состояниям в окрестности уровня Ферми. Холловская подвижность (рис. 3) при увеличении дозы облучения уменьшается во всем исследованном интервале температур. В начальный момент облучения быстрыми нейтронами происходит одинаковое уменьшение подвижности во всей исследованной области температур (56—300 К) (кривые 2, 3, рис. 3). По мере увеличения дозы облучения характер температурной зависимости подвижности изменяется, на $\mu_x(T)$ появляется максимум, который с увеличением дозы облучения смещается в область комнатных температур и уменьшается по абсолютной величине. При этом показатель степени в зависимости $\mu_x = AT^n$ становится существенно больше 2. В этом случае температурная зависимость холловской подвижности не может быть объяснена процессами рассеяния на отдельных точечных дефектах или их скоплениях. Причиной сильной температурной зависимости $\mu_x(T)$ является наличие в облученных образцах неоднородного потенциального рельефа, связанного с заряженными скоплениями дефектов [5].

На рис. 4 приведены результаты изохронного отжига РД в нелегированном $GaSb$, облученном быстрыми нейтронами с дозой $2 \cdot 10^{17}$ н·см⁻². Значение всех параметров дано в относительных единицах (отношение параметра после отжига к его значению до облучения). Измерение R_x и ρ отожженных образцов проводилось при 78 и 300 К. Видно, что изохронный отжиг РД протекает в три основные стадии: первая — 90—200°C, вторая — 260—400°C и третья — 450—630°C. Характер изохронного отжига РД на первой стадии существенно зависит от температуры измерения. При 78 К R_x и ρ уменьшаются, а при 300 К имеет место дальнейшее накопление дефектов и R_x и ρ достигают больших значений, чем до облучения. Как при комнатной, так и при азотной температуре характер восстановления R_x и ρ на второй и третьей стадиях отжига одинаков. Видно, что отжиг при 630°C приводит к почти полному восстановлению R_x и ρ независимо от температуры измерения. По результатам изохронного и изотермического отжига были определены энергия активации (E) и порядок реакции (γ) на первой стадии отжига: $E=1,0 \pm 0,1$ эВ и $\gamma=6 \pm 1$.

Сравнение с результатами работы [6] показывает, что температурный интервал первой стадии отжига совпадает с основной стадией отжига изолированных РД в кристаллах нелегированного $GaSb$, облученных быстрыми электронами с энергией 2,2 МэВ при 300 К. Кроме того, значения E и γ близки к значениям, найденным в указанной работе. Принимая во внимание тот факт, что высокотемпературная стадия отжига не наблюдается в случае облучения нелегированного $GaSb$ быстрыми электронами с энергией 2,2 МэВ, можно заключить, что высокотемпературные стадии отжига обусловлены отжигом кластеров РД, образующихся, наряду с изолированными дефектами, при облучении быстрыми нейтронами.

Таким образом, при облучении нелегированного $GaSb$ быстрыми нейтронами образуются точечные РД типа пар Френкеля, которые взаимодействуют с примесными атомами или собственными дефектами $GaSb$ и образуют изолированные РД, устойчивые при 300 К. Такие дефекты отжигаются на первой стадии отжига. Кроме указанных дефектов, образуются скопления РД типа кластеров. Такие дефекты отжигаются на второй и третьей стадиях отжига. Как видно из кривых изохронного отжига, вклад изолированных РД различного типа комплексов в изменение основных электрофизических свойств при облучении нейтронами гораздо меньше, чем вклад кластеров РД. Поэтому основным типом РД, вводимых при облучении нелегированного $GaSb$ быстрыми нейтронами, являются кластеры РД.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 28.6.1985)

ფიზიკა

ზ. ბაჭრაძე, ზ. კუჭულაძე, ლ. ბაჭრაძე

რადიაციული დეფექტების წარმოქმნისა და გამოსვლის გამოკვლევა
 $GaSb$ -ში

რეზიუმე

შესწავლილია სწრაფი რეაქტორული ნეიტრონებით დასხივების გავლენა გალიუმის ანთიმონიდის ელექტრულ თვისებებზე.

Sh. R. BAKRADZE, G. V. KUKULADZE, L. Sh. BAKRADZE

INVESTIGATION OF THE FORMATION OF RADIATION-INDUCED
 DEFECTS AND ANNEALING IN GALLIUM ANTIMONIDE

Summary

The effect of fast reactor neutron irradiation on the electric property of gallium antimonide has been studied.

ლიტერატურა — LITERATURA — REFERENCES

1. Ш. Р. Бакрадзе, Г. В. Кукуладзе. Сообщения АН ГССР, 111, № 1, 1983.
2. J. W. Cleland, J. H. Crawford. Phys. Rev. 100, 1955, 1614.
3. Ш. Р. Бакрадзе, Г. В. Кукуладзе. Сообщения АН ГССР, 92, № 3, 1978.
4. Н. Х. Абрикосов, В. Н. Колокольцев, Е. В. Скуднова. Изв. АН СССР, сер. «Неорг. матер.», т. 12, № 6, 1976, 1017.
5. Б. И. Шкловски, А. Л. Эфрос. Электронные свойства легированных полупроводников. М., 1979.
6. Н. Х. Абрикосов, В. Н. Колокольцев, Е. В. Скуднова. Сб. «Свойства легированных полупроводников». М., 1977, 177.



Л. А. ГЕОНДЖИЯ

ВЛИЯНИЕ ВАРИАЦИЙ РАССЕЯНИЯ СВЕТА В ЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЕ НА НАБЛЮДЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ СОЛНЦА КАК ЗВЕЗДЫ

(Представлено академиком Е. К. Харадзе 20.1.1985)

Наблюдения глобальных колебаний Солнца, проводимые при помощи методов, позволяющих определять изменения интегральных характеристик, то есть наблюдать Солнце как звезду, имеют фундаментальное значение, так как позволяют исследовать внутреннее строение Солнца [1]. Имеющиеся в настоящее время результаты по исследованию колебаний лучевой скорости поверхности Солнца [2—4] говорят о наличии широкого спектра колебаний. Регистрируемые значения колебаний скорости находятся на пределе точности самой современной наблюдательной техники, поэтому очень важен всесторонний анализ ошибок наблюдений. Обнаруженные вариации рассеяния солнечного света в земной атмосфере [5] могли представлять один из источников ошибок. Однако низкое отношение сигнала к шуму наблюдений, приводимых в работе [5], и отрицательный результат наблюдений рассеяния, проведенных авторами работы [6], исключили это явление из рассмотрения. В работах [5, 6] использовались фотометры, не являющиеся оптимальными для исследования рассеяния солнечного света в атмосфере Земли. Хотя точность их очень высока, измерения флуктуаций, составляющих 0,5% от постоянной составляющей сигнала, паразитной для этого случая, весьма затруднены.

Известно, что твердотельные фотоприемники — фотодиоды имеют повышенные световые допуски по сравнению с фотоэлектронными умножителями, не перегружаются и не насыщаются, имеют больший динамический диапазон [7]. Все это делает их более оптимальными для измерения светового сигнала, каким является рассеянный в атмосфере Земли солнечный свет.

В Абастуманской астрофизической обсерватории АН Грузинской ССР разработан фотометр для исследования вариаций рассеяния света, в котором в качестве фотоприемника использован фотодиод. Точность измерений составляет 0,01%. Фотометр настолько эффективен, что вариации рассеяния непосредственно видны на регистрограммах самописца фотометра. На рис. 1 представлен спектр мощности вариаций рассеяния солнечного света одного наблюдения продолжительностью 6 часов, проведенного 2 февраля 1984 г. В настоящее время накоплен наблюдательный материал за 40 часов наблюдений. Спектры мощности всех наблюдений схожи с представленными на рисунке. Наиболее стабильны периоды в области около 5 минут и 40 минут. Они же обладают и наибольшей мощностью. Все остальные периоды нестабильны. Меняются как их амплитуда, так и сами значения периодов. Наблюдаются также периоды около одного часа и периоды колебаний в области от 140 до 180 минут. Длительности интервалов имеющихся рядов наблюдений недостаточны для их точного определения.

Высокое отношение сигнала к шуму фотометра, возможность работы с малой постоянной времени позволили, сканируя полярную об-

ласть неба, обнаружить наличие неоднородностей и определить их пространственный масштаб. С диафрагмой поля диаметром 1° сканировалась дуга в 30° . На последовательности сканов отчетливо виден волновой характер неоднородностей. Если отнести волны, учитывая соображения Кларка [5], к высоте в 10 км, то скорость их перемещения соответствует 10 м/сек — средней скорости ветра на этих высотах. Длина волны для колебаний с периодом в 5 минут в среднем составляет 6° дуги. Колебания с большими периодами имеют большую длину волны. Часть ее на дуге в 30° отчетливо наблюдается.

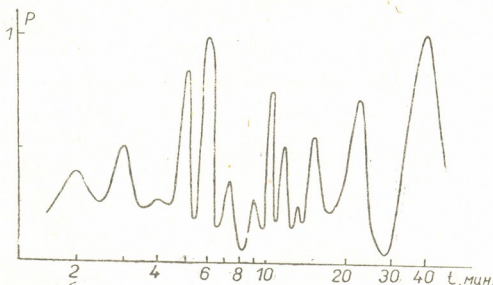


Рис. 1

Обнаруженное явление имеет важное значение для астрономических исследований. При наблюдении звезд вариации рассеяния создают ложный сигнал переменности на уровне 0,01 звездной величины.

Что касается наблюдений Солнца как звезды, то обнаруженные градиенты рассеяния создают эффект переменной дифференциальной экстинкции, приводящей к тому, что свет от западного и восточного краев диска ослабляется в атмосфере по-разному. Из-за наличия сильного поля скоростей, вызванного вращением Солнца, возникает эффект ложной модуляции лучевой скорости поверхности Солнца. Если в отсутствии атмосферы контур фраунгоферовой спектральной линии, используемой для измерений лучевой скорости, уширен вращением, но не смещен, то при наличии дифференциальной экстинкции амплитуда противоположных по знаку скорости компонент от западного и восточного краев будет по-разному ослаблена. Это отразится на результирующем контуре в виде фиктивного смещения, которое может ошибочно интерпретироваться как доплеровское.

Спектр мощности подобной ложной модуляции будет таков же, как приводимый на рисунке, а он, в свою очередь, весьма схож с наблюдаемым спектром лучевой скорости поверхности Солнца. Очевидно, что для полного отождествления спектра колебаний Солнца нужно подробно исследовать и отделить периоды, вызванные влиянием земной атмосферы.

Если говорить о влиянии атмосферы, то естественно, необходимо определить амплитуду ложного сигнала лучевой скорости.

Из-за малых угловых размеров Солнца по сравнению с воздушными неоднородностями можно представить неоднородность в виде клина с постоянной K , приходящейся на длину в радиус Солнца. Для наблюдаемого значения лучевой скорости поверхности Солнца, составляющего 1 м/сек, достаточно значения K в 0,001, чтобы создать ложный сигнал скорости той же амплитуды.

Измерить величину K и наблюдать ее изменения можно следующим образом. Сканируя полосу изображения Солнца вдоль экватора, можно получить сигнал, являющийся произведением функции потем-

нения солнечного диска к краю на клин, вызванный воздушной неоднородностью. При наличии клина симметричная функция потемнения, имеющая вид

$$\gamma = U + (1 - U)(1 - X^2)^{1/2},$$

где U — постоянная, зависящая от длины волны наблюдаемого излучения, будет искажена. Градиенты западного и восточного краев будут различны. Дифференцируя наблюдаемый сигнал, а затем интегрируя получаемую знакопеременную функцию производной, получаем сигнал в следующем виде:

$$F = -\frac{K(1-U)}{2} \cdot \pi + K \cdot \bar{\gamma}.$$

Регистрируя полученный сигнал и среднее значение потемнения к краю — $\bar{\gamma}$, можно определить постоянную клина.

Изложенные принципы были реализованы в устройстве, с помощью которого была измерена амплитуда фиктивной скорости. Сканирование изображения проводилось с частотой 1 кГц. Регистрация сигналов проводилась с постоянной времени 15 сек. Получены значения фиктивной скорости в интервале от 2 до 0,5 м/сек, что соответствует наблюдаемым значениям лучевой скорости, интерпретируемой как солнечная. Спектр мощности зарегистрированных колебаний, естественно, показал характерные для спектра мощности вариации рассеяния солнечного света пики.

Полученные результаты свидетельствуют о сильном влиянии земной атмосферы на наблюдения колебаний Солнца как звезды, объясняют природу воздействия, показывают необходимость учета влияния земной атмосферы на наблюдения лучевой скорости поверхности Солнца.

Академия наук Грузинской ССР
Абастуманская астрофизическая
обсерватория

(Поступило 15.2.1985)

საბჭოთა
საზოგადოებრივი
მეცნიერებათა
აკადემია

ლ. ბაიჯიანი

დედამიწის ატმოსფეროში სინათლის გაბნევის ვარიაციების
გავლენა მზის, როგორც ვარსკვლავის, რხევების დაკვირვებაზე

რ ე ზ ი მ ე

ფოტომეტრის საშუალებით, რომელშიც სინათლის მიმდებლად გამოყენებულია ფოტოდiodი, ჩატარებულია დღის ცის ნათების სიკაშკაშის რხევათა დაკვირვებები. მიღებულ სიმძლავრის სპექტრში წარმოდგენილია პერიოდები, დამახასიათებელი სპექტრისათვის, რომლებიც მიიღება მზის, როგორც ვარსკვლავის, სხივური სიჩქარის რხევების დაკვირვებათა დროს. ცის სკანირებისას 30° არეში აშკარად ჩანს ტალღოვანი სტრუქტურა. ტალღით გამოწვეული დიფერენციალური შთანთქმა მოქმედებს მზის, როგორც ვარსკვლავის, სხივური სიჩქარის დაკვირვებებზე. აღწერილია მეთოდი, რომლის საშუალებით შესაძლებელია მზის სიჩქარის გამზომ ხელსაწყოში ტალღების გავლენით წარმოშობილი ცრუ სიჩქარის სიგნალის შესწავლა. გაზომილია ამ სიგნალის საშუალო მნიშვნელობა, რომელიც უდრის 1 მ/წმ.

L. A. GHEONJIAN

THE INFLUENCE OF SUNLIGHT SCATTERING VARIATIONS IN
TERRESTRIAL ATMOSPHERE ON OBSERVATIONS OF SOLAR
GLOBAL OSCILLATIONS

Summary

Observations of brightness oscillation in the daytime sky have been carried out using a photometer with a photodiode. The power spectrum obtained shows peaks similar to periods present in the power spectrum of solar radial velocity global oscillations. Spatial scanning of the sky in 30° range gives well-defined wave-like structure. The differential extinction effect, caused by the wave, influences the observations of global velocity oscillations by creation of a false signal in a velocity measuring device. The method of determination of the false signal value is briefly described. The observed value is about 1 m/s^{-1} .

ՆՈՒՅՆՈՒԹՅՈՒՆ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Christensen-Dalsgaard, D. O. Gough. *Nature*, v. 259, 89, 1976.
2. A. B. Severny *et al.* *Nature*, v. 259, 87, 1976.
3. J. R. Brookes *et al.* *Nature*, v. 259, 92, 1976.
4. G. Grec *et al.* *Nature*, v. 288, 541, 1980.
5. D. Clarke. *Nature*, v. 274, 670, 1978.
6. F. Linn *et al.* *Ann. Geophys.*, v. 35, 199, 1979.
7. P. H. Wendland. *Electronics*, № 11, 50, 1971.



Т. Т. ЧЕРГОЛЕИШВИЛИ, П. В. МАНДЖГАЛАДЗЕ, А. А. БАЛАБУЕВ

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ АНИЗОТРОПНЫХ СРЕД

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 24.2.1984)

Многие зарегистрированные в настоящее время признаки подготавливаемого землетрясения довольно хорошо объясняются процессом образования и подавления трещинной пустотности в горных породах [1]. Причем известно, что при негидростатическом напряженном состоянии, которое имеет место в области подготовки, трещины раскрываются вдоль определенных направлений, определяемых ориентацией главных осей напряжений [2]. Это, в конечном счете, приводит к анизотропии скоростей сейсмических волн, распространяющихся через такую зону [3].

Известно много теоретических работ по сейсмической анизотропии сред с ориентированными трещинами [3—6]. Экспериментальные лабораторные исследования проводились на образцах горных пород, где анизотропия создавалась путем негидростатического нагружения [7]. Результаты полевых мелкомасштабных исследований анизотропии скоростей сейсмических волн представлены в работе [8]. Крупномасштабные полевые наблюдения сейсмической анизотропии описаны в работе [9]. В приведенных работах нельзя было установить параметры трещиноватости и факторы, определяющие анизотропию. Следовательно, результаты этих работ нельзя применить для проверки существующих теорий. Соответствующие этой задаче эксперименты должны проводиться на моделях с известными характеристиками. Создание трехмерной модели с ориентированной системой трещин предстваляет собой весьма трудную техническую задачу. Этот факт, очевидно, объясняет отсутствие подобных исследований. Нами была разработана методика изготовления трехмерных моделей, содержащих ориентированные полости.

Из листового плексигласа толщиной 2 мм был изготовлен набор пластин размерами $80 \times 120 \times 2$ мм. Цилиндрические углубления диаметром 8 мм и глубиной 0,8 мм (в количестве 48 на каждую пластину) делались методом вертикального фрезирования. Затем методом послойного склеивания при помощи дихлорэтана с последующим выдерживанием под прессом был получен брусок плексигласа с воздушными включениями, из которого был выточен цилиндр размерами $l=105$ мм, $D=70$ мм.

Для того чтобы проверить, не вносит ли само послойное склеивание акустической анизотропности, была изготовлена модель того же диаметра, но без воздушных включений. Результаты прозвучивания



P - и S -волнами, показали, что такая модель без воздушных включений изотропна.

В блок-схеме установки, кроме блока генератора высоковольтных импульсов и преобразователей ультразвука, применены стандартные узлы. Разработанный генератор выдавал импульсы с крутым передним фронтом и регулируемой длительностью от 0,5 до 3 мксек. Амплитуда сигналов достигала 1000 в.

Измерение скоростей P -волн проводилось иммерсионным способом. Образец помещался в специальную камеру, наполненную водой. В камеру помещалось устройство вращения цилиндрического образца вокруг оси для регулировки и контроля угла падения волн на систему ориентированных трещин. Для обеспечения воспроизводимости контактных условий датчиков сдвиговых волн с моделью было изготовлено специальное прижимное устройство.

Относительная погрешность измерения абсолютной величины скорости не превышала для P -волн 0,7%, а для S -волн 1,6%.

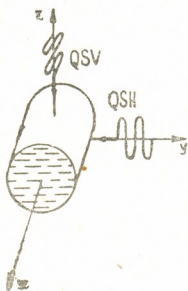


Рис. 1

Известно [3], что в анизотропной среде с ориентированными трещинами возможны три типа объемных волн с различной скоростью и поляризацией. Это квазипродольные волны (QP) и две квазипоперечные волны (QSV и QSH , рис. 1) со взаимно-ортогональной поляризацией. Длина QP -волн составляла 80 мм, на порядок превышая размер отдельной полости. Рис. 2,а иллюстрирует зависимость скорости QP -волн от φ . Сплошная линия — теоретическая кривая, рассчитанная согласно [3], точки — экспериментальные данные. Следует отметить, что теория [3] построена на длинноволновом приближении. В наших экспериментах длина QP -волн всего на порядок превышала размер неоднородностей. Тем не менее, совпадение теоретических и экспериментальных данных вполне удовлетворительное. Рис. 2,б,в иллюстрируют сравнение теоретических [3] и экспериментальных данных для QSV - и QSH -волн соответственно. Здесь длины волн всего в 2 раза превышают размеры отдельных полостей. Однако и для поперечных волн совпадение данных эксперимента и теории также вполне удовлетворительно, особенно для QSV -волн. Хотя экспериментальные данные для QSH -волн не достигают уровня теоретической кривой, но по форме эти зависимости вполне схожи. Некоторое несоответствие по значениям опытных и расчетных данных для QSH -волн можно объяснить трудностью взятия отчета вступления этих волн.

В наших экспериментах, помимо скоростных особенностей распространения упругих волн в анизотропной среде, были отмечены так-

же изменения спектральных параметров волнового поля. Эти особенности явятся объектом наших дальнейших исследований.

В настоящей работе не ставилась цель моделирования реальных геологических объектов. На данном этапе нас интересовали наблюдения физических явлений, возникающих при распространении упругих

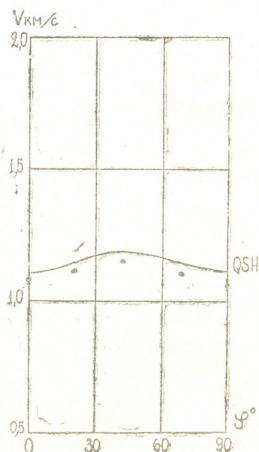
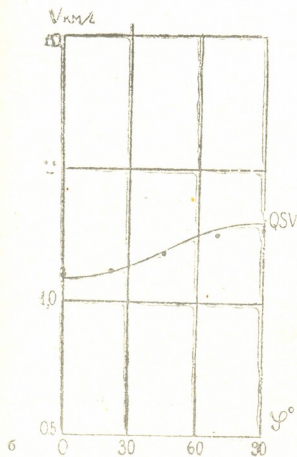
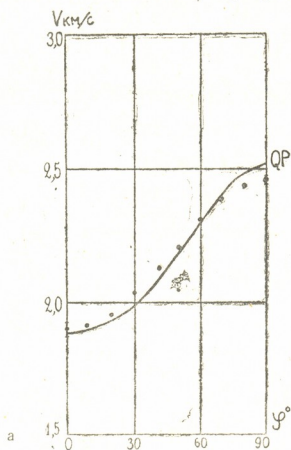


Рис. 2

волн через анизотропную структуру ориентированных трещиновидных пустотностей, оценка возможных эффектов, а также проверка существующих теорий. Постановка экспериментов с соблюдением критериев подобия будет целесообразна после разработки методики создания



трехмерных моделей с трещинами, параметры которых зависят от приложенного давления, влагосодержания и т. п.

Академия наук Грузинской ССР
Институт геофизики

(Поступило 24.2.1984)

გეოფიზიკა

თ. ჩერგოლეიშვილი, პ. მანჯგალაძე, ა. ბალაბუევი

სამგანზომილებიანი ანიზოტროპული გარემოს ფიზიკური
მოდელირება

რეზიუმე

განხილულია დრეკადი ტალღების სიჩქარეთა დამოკიდებულება სამგანზომილებიან ანიზოტროპულ გარემოში გავრცელების მიმართულებაზე. მოცემულია ექსპერიმენტული და თეორიული მრუდები.

GEOPHYSICS

T. T. CHERGOLEISHVILI, P. V. MANJGALADZE, A. A. BALABUEV
PHYSICAL MODELLING OF THREE-DIMENSIONAL ANISOTROPIC
MEDIA

Summary

The dependence of the elastic waves velocity on the direction of propagation in three-dimensional anisotropic media is considered. The experimental and theoretical curves are given.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Дж. Райс. Механика очага землетрясения. М., 1982.
2. G. Simmons, D. Richter. Physics and Chemistry of Minerals and Rocks., 1976, 105—137.
3. S. Grampin. Geophys. J. Roy. Astronom. Soc., No 53, 1978, 467—496.
4. Р. Л. Салганик. Изв. АН СССР, МТТ, № 4, 1973.
5. Don, L. Anderson, B. Minster, D. Cole. J. Geophys. Res., 79, No 26, 1974, 4011.
6. J. B. Walsh. J. Geophys. Res., No 70, 1965, 381—389.
7. Nur. G. Simmons. J. Geophys. Res., No 74, 1969, 6667—6674.
8. D. Bamford, K. R. Nunn. Geophys. Prospecting, No 27, 1979, 322—338.
9. Г. В. Егоркина и др. Изв. АН СССР, сер. «Физика Земли», № 8, 1977, 43—55.



Г. П. ЛОРДКИПАНИДЗЕ

О ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛИТОСФЕРЫ ПРИ РАЗВИТОЙ КОНВЕКЦИИ В МАНТИИ ЗЕМЛИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. А. Алексидзе 2.4.1985)

Классические статьи Теркота и др. [1, 2] положили начало полуаналитическому рассмотрению конвекции в мантии Земли с помощью тепловых пограничных слоев. Основным результатом этих исследований было обнаружение того замечательного факта, что холодный пограничный слой можно интерпретировать как литосферу. Эта теория получила дальнейшее развитие в статьях как Теркота [3], так и других авторов. К примеру, в [4] теория погранслоя применяется не к верхней, а ко всей мантии в целом, а в [5] рассматривается пограничный слой с нагрузкой, которая интерпретируется как континент.

Однако во всех этих работах рассматривается простейший случай постоянной вязкости, хотя из-за ее сильной зависимости от температуры [6] вязкость в горячих восходящих плюмах должна быть меньше, чем в холодных нисходящих (возможно и на несколько порядков [7]).

В данной статье рассматривается применение теории теплового пограничного слоя к конвекции в мантии Земли, когда вязкости в восходящих и нисходящих плюмах и в адиабатическом ядре постоянны и отличаются друг от друга на конечную величину.

Аппроксимируем верхнюю мантию Земли бесконечным горизонтальным слоем жидкости, ограниченным плоскостями $z'=0, h$, которые поддерживаются при постоянных температурах T'_0 и T'_h , ($T'_0 > T'_h$) соответственно. Чтобы иметь возможность сравнивать результаты, параметры мантии выберем в соответствии с [1]: кинематическая вязкость $\nu=10^{22}$ пуаз, глубина $h=1,5 \cdot 10^8$ см, коэффициент теплового расширения $\alpha=2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, коэффициент температуропроводности $\chi=10^{-2} \text{ см}^2/\text{с}$, наадиабатический градиент $A=1,5 \cdot 10^{-5} \text{ K/см}$, ускорение силы тяжести $g=10^3 \text{ см/с}^2$. Эти значения дают число Рэлея

$$R = \frac{\alpha \cdot A h^4 g}{\nu \chi} = 1,5 \cdot 10^6. \quad (1)$$

В дальнейшем введем безразмерные переменные

$$x, z = h^{-1} \cdot x', z', \quad t = \frac{\chi}{h^2} t', \quad T = T' / A h. \quad (2)$$

При заданных параметрах в мантии образуются конвективные ячейки (имеющие в разрезе $y = \text{const}$ вид прямоугольных прямоугольников), отличительным свойством которых является наличие адиабатического ядра,



горячего и холодного пограничных слоев и тонких восходящего и нисходящего плюмов. Длину ячейки выберем из линейной теории [8], равной $2L = \sqrt{2}$. Начало координат поместим на середине нижней границы ячейки. Границы ячейки «скользящие».

Функция тока адиабатического ядра удовлетворяет бигармоническому уравнению

$$\nabla^4 \psi = 0. \quad (3)$$

Движение в ядре происходит за счет трения между ним и плюмами. Из-за тонкости погранслоев и плюмов распространим границы ядра до границ ячейки. Тогда граничные условия будут иметь вид

$$z=0, 1: u_z = \frac{\partial \psi}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial u_x}{\partial z} = -\frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = 0, \quad (4)$$

$$x=\pm L: u_x = -\frac{\partial \psi}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial u_z}{\partial x} = \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} = \gamma_{\pm}. \quad (5)$$

Постоянные параметры γ_{\pm} зависят от чисел Рэлея R_{\pm} плюмов (т. е. в конечном счете от их вязкости ν_{\pm}) и будут определены в дальнейшем при рассмотрении тепловых свойств погранслоев.

Решение (3) при граничных условиях (4), (5) имеет вид

$$\begin{aligned} \psi(x, z) = 2\gamma \sum_{n=1,3,\dots} \frac{\sin q_n z}{q_n^2} \left\{ \frac{1}{\operatorname{ch} q_n L} (-L \operatorname{th} q_n L \operatorname{ch} q_n x + x \operatorname{sh} q_n x) + \right. \\ \left. + \frac{\delta}{\operatorname{sh} q_n L} (-L \operatorname{cth} q_n L \operatorname{sh} q_n x + x \operatorname{ch} q_n x) \right\}, \quad (6) \end{aligned}$$

где $\gamma = (\gamma_+ + \gamma_-)/2$ и $\delta = (\gamma_+ - \gamma_-)/(\gamma_+ + \gamma_-)$.

Из-за тонкости погранслоев и плюмов их скорость не зависит от координаты вдоль их толщины и мы можем аппроксимировать их соответствующими граничными значениями скорости ядра:

$$\begin{aligned} u_{0,1}(x) \equiv u_x|_{z=0,1} = \pm 2\bar{\gamma} \sum_{n=1,3,\dots} \frac{1}{q_n} \left\{ \frac{1}{\operatorname{ch} q_n L} (L \operatorname{th} q_n L \operatorname{ch} q_n x - \right. \\ \left. - x \operatorname{sh} q_n x) + \frac{\delta}{\operatorname{sh} q_n L} (L \operatorname{cth} q_n L \operatorname{sh} q_n x - x \operatorname{ch} q_n x) \right\}, \quad (7) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\pm}(z) \equiv u_k|_{x=\pm L} = 2\bar{\gamma} L \sum_{n=1,3,\dots} \frac{\sin q_n z}{q_n} \left\{ \pm \frac{1}{\operatorname{ch} q_n L} \left(\frac{\operatorname{sh} q_n L}{q_n L} + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{1}{\operatorname{ch} q_n L} \right) + \frac{\delta}{\operatorname{sh} q_n L} \left(\frac{\operatorname{ch} q_n L}{q_n L} - \frac{1}{\operatorname{sh} q_n L} \right) \right\}. \quad (8) \end{aligned}$$

Возможность моделирования литосферы (точнее литосферной плиты) холодным погранслоем основывалась на том, что при постоянной вязкости $\delta=0$ и $u_1(x)$ с большой точностью принимает постоянные значения на протяжении почти всей длины конвективной ячейки. Этот факт как нельзя лучше соответствует упругости литосферной плиты и тогда можно теоретически, на основе значений только приведенных

выше параметров, вычислить скорость плиты как среднее $u_1(x)$ по всей длине ячейки:

$$u_1 = \frac{1}{2L} \int_{-L}^L u_1(x) dx \equiv -u = -2\bar{\gamma} \sum_{n=1,3,\dots} \frac{1}{q_n^2 \operatorname{ch} q_n L} \left(\frac{\operatorname{sh} q_n L}{q_n L} - \frac{1}{\operatorname{ch} q_n L} \right) \quad (9)$$

или, полагая $L=1/\sqrt{2}$,

$$u/\gamma = -0,08451. \quad (10)$$

Однако при $\delta \neq 0$ постоянство это нарушается и тем больше, чем больше отношение v_-/v_+ . Но, по нашему мнению, это не мешает данной выше интерпретации литосферной плиты (точнее говорить об океанической литосферной плите, так как нагрузка отсутствует), как верхнего (холодного) погранслоя конвективной ячейки. Во-первых, упругость плиты для геологических времен факт не столько наблюдаемый, сколько конвенциональный, во-вторых, учитывая, что вязкость верхнего погранслоя равна вязкости нисходящего (холодного) плюма (их граничные температуры одинаковы!) и она больше вязкости как ядра, так и в особенности восходящего плюма, то кажется заманчивым принять их за одну литосферную плиту, часть которой испытывает субдукцию.

Отметим, что выражение средней скорости u остается тем же самым (см. (9) и (10)) и при $\delta \neq 0$, но теперь оно сильно отличается от действительных значений $u_1(x)$ даже вдали от углов конвективной ячейки и для более точного исследования тепловых свойств погранслоя усредним $u_1(x)$ отдельно в интервалах $(-L, 0)$ и $(0, L)$:

$$u_1^{(+)} = \frac{1}{L} \int_0^L u_1(x) dx \equiv -u^+ = -(u + \Delta_u), \quad (11)$$

$$u_1^{(-)} = \frac{1}{L} \int_{-L}^0 u_1(x) dx \equiv -u^- = -(u - \Delta_u), \quad (12)$$

где

$$\Delta_u/\gamma = 0,04225 \delta' \quad (13)$$

и $\delta' = \delta$, если $u_1(x)$ усредняется с помощью (11), (12) и $\delta' = 0$ — если с помощью (9).

Для исследования тепловых свойств плюмов и определения величин важное значение имеют также средние от $v_{\pm}(z)$ в интервале $(0, 1)$, которые равны:

$$v_{\pm} \equiv \pm v^{(\pm)} = \pm(v \pm \Delta_v), \quad (14)$$

где

$$v/\gamma = 0,146, \quad (15)$$

$$\Delta_v/\gamma = 0,125 \delta. \quad (16)$$

ზ. ლორთქიფანიძე

 ლითოსფეროს მოდელირების შესაძლებლობის შესახებ
 დედამიწის მანტიაში განვითარებული კონვექციისას

რეზიუმე

ამოხსნილია მოძრაობის განტოლებები ადიაბატურბირთვიანი, განვითარებული, სტაციონარული კონვექციისათვის დედამიწის მანტიაში. განხილულია ლითოსფეროს როგორც კონვექციური უჯრედის ცივი სასაზღვრო დენის ინტერპრეტაციის შესაძლებლობა.

GEOPHYSICS

G. P. LORDKIPANIDZE

 ON THE FEASIBILITY OF MODELING THE LITHOSPHERE UNDER
 CONVECTION DEVELOPED IN THE EARTH'S MANTLE

Summary

The equations of motion for a developed, steady convection with adiabatic core are solved. The feasibility of interpreting the lithosphere as the cool boundary layer of a convective cell is discussed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. D. L. Turcotte, E. R. Oxburgh. J. Fluid Mech., 28, 1967, 29-42.
2. D. L. Turcotte. Int. J. Heat Mass Transfer, 10, 1967, 1065-1074.
3. D. L. Turcotte, E. R. Oxburgh. Ann. Rev. Fluid Mech., 4, 1972, 33-68.
4. W. M. Eisasser, P. Olson, B. D. Marsh. J. Geophys. Res., 4, 1979, 147-155.
5. P. Olson, G. M. Corcos. Geophys. J. Roy. Astr. Soc., 62, 1980, 195-219.
6. V. R. Vetter, R. O. Meisner. Viscosity in Geodynamic Processes. 25th Geol. Congr. Sidney, Preprint, 1976.
7. E. Hurting *et al.* Tectonophysics, 56, 1979, 133-144.
8. S. Chandrasekhar. Hydrodynamic and Hydromagnetic Stability. Oxford, 1961.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. В. МЗАРЕУЛИШВИЛИ, В. П. НАТИДЗЕ

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АЗОТНОКИСЛОГО ЛАНТАНА С КАРБОНАТАМИ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ И АММОНИЯ

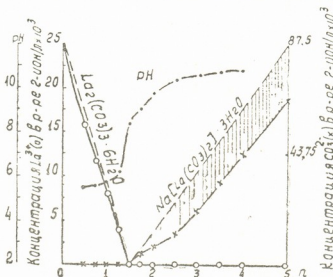
(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андрионикашвили 19.12.1983)

В предлагаемой работе с привлечением методов остаточных концентраций и измерения рН изучено взаимодействие в системах $\text{La}(\text{NO}_3)_3 - \text{M}_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ ($\text{M} - \text{Li}^+, \text{Na}^+, \text{K}^+, \text{Cs}^+, \text{NH}_4^+$) при 25°C . Время установления равновесия в системе 24 ч. В качестве исходных веществ использованы нитрат лантана, карбонаты лития, натрия, калия, цезия и аммония квалификации «ч.» и «х. ч.».

Выделенные твердые фазы идентифицированы методами химического, дифференциально термического, рентгенофазового анализов и ИК-спектроскопии.

При изучении взаимодействия ионов лантана с карбонатами щелочных металлов и аммония установлено последовательное образование в системах основных, нормальных и комплексных карбонатов лантана. Основные соли в системах выделяются из смесей с содержанием избытка ионов лантана при молярном отношении $\text{CO}_3^{2-}:\text{La}^{3+}$ (n) = 0,5 и 0,75. Исключение составляет система с карбонатом лития, где существование основных карбонатов наблюдается в довольно широком соотношении реагирующих компонентов от $n=0,5$ до $n=1,4$. В связи с этим образование нормального карбоната лантана $\text{La}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в этой системе начинается только при стехиометрическом соотношении реагирующих веществ ($n=1,5$). В системах с дру-

Рис. 1. Остаточные концентрации La^{3+} (O), CO_3^{2-} (x) и величины рН в системе $\text{La}(\text{NO}_3)_3 - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$



гими карбонатами щелочных металлов выделение карбоната лантана начинается задолго до достижения эквивалентной точки ($n=0,75$ и 1,0).

Комплексные карбонаты в системах с общей формулой $\text{M}[\text{La}(\text{CO}_3)_2] \cdot x\text{H}_2\text{O}$ образуются в результате взаимодействия нормального карбоната с избытком осадителя. В системах с карбонатами калия и цезия наблюдается слабо выраженная тенденция к вторичному комплексобразованию, что обусловлено реакцией дальнейшего взаимодействия дикарбоната лантана щелочного металла с новой порцией осадителя согласно уравнению



На рис. 1 дана кривая осаждения ионов лантана для системы $La(NO_3)_3 - Na_2CO_3 - H_2O$. Результаты исследования аналогичных систем с карбонатами лития, калия, цезия и аммония приведены в табл. 1.

На графике ход кривой осаждения La^{3+} показывает, что при избытке в системе ионов лантана в интервале значений $p=0,5-0,75$ образуется основной карбонат лантана состава $La(OH)_{0,2}(CO_3)_{1,4} \cdot 3H_2O$. Подобно лантану, способность к образованию основных солей установлена и для ряда других редкоземельных элементов: Pr [1], Nd [2], Eu [3], Dy [4], Er [5], Tm [6].

Т а б л и ц а 1
Остаточные концентрации, состав осадка и pH в системе $La(NO_3)_3 - M_2CO_3 - H_2O$
($M - Li^+, K^+, Cs^+, NH_4^+$)
(постоянное содержание $La^{3+} - 0,025$ г-ион/л)

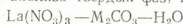
p	Найдено La^{3+} в растворе, г-ион/л. 100	p_1	pH	Состав твердой фазы	Найдено La^{3+} в растворе, г-ион/л. 100	p_1	pH	Состав твердой фазы	
$La(NO_3)_3 - Li_2CO_3 - H_2O$				$La(NO_3)_3 - K_2CO_3 - H_2O$					
0,50	1,55	1,31	5,4	$La(OH)_{0,4}(CO_3)_{1,3} \cdot 3H_2O$	1,55	1,30	5,1	$(La(OH)_{0,4}(CO_3)_{1,3} \cdot 3H_2O)$	
0,75	1,13	1,37	5,6		1,28	1,50	5,2		
1,00	0,70	1,39	5,6	$La(H)_{0,2}(CO_3)_{1,4} \cdot 3H_2O$	0,84	1,50	5,4	$La_2(CO_3)_3 \cdot 6H_2O$	
1,25	0,27	1,40	5,8		0,39	1,50	5,5		
1,50	—	1,50	8,7	$La_2(CO_3)_3 \cdot 6H_2O$	—	1,50	6,8	$La_2(CO_3)_3 \cdot 6H_2O$	
1,75	—	1,50	9,8		—	1,50	8,5		
2,00	—	1,50	10,4		—	1,50	9,4		
3,00	—	1,50	10,8		—	1,50	9,8		
4,00	—	1,50	11,0		—	1,50	10,0		
5,00	—	—	—		—	1,50	10,2		
10,0	—	—	—		—	1,80	>11		$K[La(CO_3)_2] \cdot 4H_2O$
20,0	—	—	—		—	2,00	>11		
25,0	—	—	—		—	—	—		
40,0	—	—	—		—	0,09	3,02		—
100,0	—	—	—	—	2,50	—	—		
$La(NO_3)_3 - Cs_2CO_3 - H_2O$				$La(NO_3)_3 - (NH_4)_2CO_3 - H_2O$					
0,55	1,60	1,40	4,8	$La(OH)_{0,2}(CO_3)_{1,4} \cdot 3H_2O$	1,48	1,23	3,8	$La(OH)_{0,51}(CO_3)_{1,23} \cdot xH_2O$	
0,70	1,22	1,46	5,0		1,20	1,45	4,5		
1,00	0,83	1,50	5,0	$La_2(CO_3)_3 \cdot 6H_2O$	0,79	1,45	4,9	$La_2(CO_3)_3 \cdot 6H_2O$	
1,25	0,40	1,50	5,1		0,15	1,46	5,0		
1,50	—	1,50	8,1		—	1,50	6,8		
1,75	—	1,50	9,7		—	1,50	7,1		
2,00	—	1,50	10,0		—	1,50	7,8		
3,00	—	1,51	10,4		—	1,50	8,1		
4,00	—	1,52	10,7		—	1,50	8,4		
5,00	—	1,68	10,8		—	1,50	8,4		
10,0	—	2,00	—		$Cs[La(CO_3)_2] \cdot 2H_2O$	—	1,52		—
20,0	—	2,20	—		—	—	2,00		—
40,0	2,50	3,00	—	$Cs_3[La(CO_3)_3] \cdot H_2O$	—	—	—		
100,0	—	—	—	—	—	—	—		

Согласно результатам химических анализов жидких и твердых фаз, в системе при $p=1,0$ образуется нормальная соль состава $La_2(CO_3)_3 \cdot 6H_2O$. Образование указанной соли подтверждается и данными измерения величины pH. Область существования нормального карбоната лантана заканчивается в точке $p=1,75$, дальнейшее добав-

ление в системе избытка осадителя приводит к выделению соединения переменного состава, в котором отношение $\text{CO}_3^{2-}:\text{La}^{3+}$ в осадке (n_1) увеличивается и при $n=3,0$ и 20 соответственно в системах с Na_2CO_3 и M_2CO_3 ($M=\text{K}^+, \text{Cs}^+, \text{NH}_4^+$) доходит до 2. Состав выделенных при этом солей отвечает формулам $\text{Na}[\text{La}(\text{CO}_3)_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}[\text{La}(\text{CO}_3)_2] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cs}[\text{La}(\text{CO}_3)_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Таблица 2

Результаты химического анализа твердых фаз, выделенных в системах

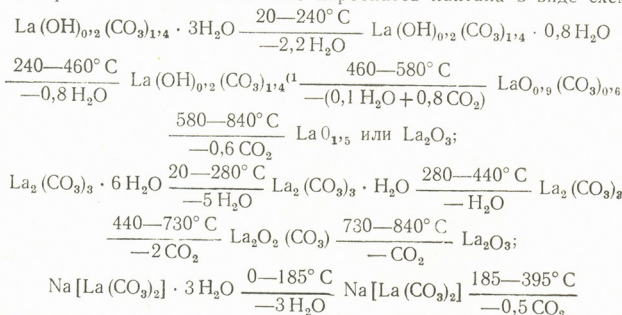


Найдено, %					Вычислено, %					Состав осадка
M	La	OH ⁻	CO ₃ ²⁻	H ₂ O	M	La	OH ⁻	CO ₃ ²⁻	H ₂ O	
M—Li ⁺ , Cs ⁺										
—	49,40	1,21	29,87	19,52	—	49,55	1,21	29,97	19,26	La(OH) _{0,2} (CO ₃) _{1,4} ·3H ₂ O
M—Li ⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Cs ⁺ , NH ₄ ⁺										
—	48,71	—	31,55	19,74	—	49,10	—	31,81	19,09	La ₂ (CO ₃) ₃ ·6H ₂ O
M—Na ⁺										
6,83	41,23	—	35,44	16,50	6,85	41,35	—	35,72	16,08	Na [La (CO ₃) ₂] · 3H ₂ O
M—K ⁺										
10,61	37,70	—	32,39	19,30	10,57	37,54	—	32,43	19,46	K [La (CO ₃) ₂] · 4H ₂ O

Нерастворимые комплексные карбонаты лантана практически не взаимодействуют с избытком осадителя. Слабо выраженная тенденция к вторичному комплексообразованию наблюдается в системах с карбонатами цезия и калия.

Результаты химического анализа выделенных в системах твердых фаз, представленные в табл. 2, находятся в хорошем согласии с результатами анализа равновесных растворов.

Ниже приводятся данные термографического исследования основного, нормального и комплексного карбонатов лантана в виде схем



(¹) ИК-спектр предварительно обезвоженного до 460°C гидроксокарбоната лантана содержит полосу поглощения в области 3400 см⁻¹, что подтверждает наличие гидроксильной группы в безводной соли.



Индивидуальность соединения NaLaO_2 подтверждается данными рентгенографического анализа. Штрихдиаграммы смеси окислов лантана и натрия и продукта термического разложения дикарбонатолантана натрия не идентичны.

Дикарбонатолантаны щелочных металлов, в отличие от карбонатов иттриевой группы, при большом избытке Na_2CO_3 и $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ не образуют растворимых карбонатных комплексов. Указанное различие в растворимости карбонатов РЗЭ в избытке осадителя дает возможность заметить новые пути их использования как для группового разделения РЗЭ, так и для отделения их от некоторых переходных металлов.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физической и
органической химии
им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 29.12.1983)

გოგადი და არარეგანული ჰიმიკა

ბ. შარავლიშვილი, ვ. ნათიძე

აზოტმჟავა ლანთანის ურთიერთქმედების შესწავლა ამონიუმისა და ტუტა ლითონების კარბონატებთან

რეზიუმე

ნაშრომში კვლევის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდების გამოყენებით შესწავლილია ლანთანის ნიტრატის ურთიერთქმედება ლითიუმის, ნატრიუმის, კალიუმის, ცეზიუმის და ამონიუმის კარბონატებთან.

დადგენილია, რომ ლანთანის კარბონატის წარმოქმნის პროცესი მიმდინარეობს საფეხურებად ფუძე-, ნორმალური და კომპლექსური მარილების წარმოქმნით.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

N. V. MZAREULISHVILI, V. P. NATIDZE

STUDY OF THE INTERACTION OF LANTHANUM NITRATE WITH AMMONIUM AND ALKALI METAL CARBONATES

Summary

Study has been made of the interaction of lanthanum nitrate with Li, Na, K, Cs and ammonium carbonates by physico-chemical methods. Lanthanum carbonate formation is shown to proceed stepwise by the formation of base-, normal and complex salts. The obtained salts were identified by methods of chemical, thermal, roentgenographic, and infrared spectral analysis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. В. Мзареулишвили, Е. Г. Давиташвили, В. П. Натидзе. Изв. АН ГССР, сер. хим., 9, № 3, 1983.
2. Н. В. Мзареулишвили. Сб. «Исследование в области химии комплексных и простых соединений некоторых переходных и редких металлов». Тбилиси, 1970.
3. Н. В. Мзареулишвили, В. П. Натидзе, Е. Н. Зеделашвили. Сообщения АН ГССР, 72, № 2, 1973.
4. Н. В. Мзареулишвили. Сообщения АН ГССР, 67, № 3, 1972.
5. Н. В. Мзареулишвили, В. П. Натидзе. Изв. АН ГССР, сер. хим., 2, № 1, 1976.
6. Н. В. Мзареулишвили, Е. Г. Давиташвили, В. П. Натидзе. Изв. АН ГССР, сер. хим., 9, № 2, 1983.

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Е. ШВЕЛАШВИЛИ, К. Д. АМИРХАНАШВИЛИ, А. Н. СОБОЛЕВ,
 Э. Б. МИМИНОШВИЛИ, М. Г. ЦКИТИШВИЛИ

КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ИК-СПЕКТРЫ
 СУЛЬФАДИМЕТОКСИНАТА ТРИЭТИЛЕНДИАМИННИКЕЛЯ (II)

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андрионикашвили 20.10.1984)

С целью изыскания наиболее оптимальных форм лекарственных препаратов нами проведено структурное и ИК-спектральное изучение сульфадиметоксината триэтилендиаминникеля (II), представляющее собой один из этапов исследования в области сульфамидных соединений металлов. В частности, в данной работе следовало определить конформационные изменения сульфадиметоксинат-аниона по сравнению со свободным сульфадиметоксином и конформацию комплексного катиона.

Рентгеновский эксперимент и расшифровка структуры проведены аналогично работе [1]. Параметры триклинной ячейки: $a=13,562(4)$, $b=13,462(5)$, $c=13,191(5)$, $\alpha=80,77(3)^\circ$, $\beta=115,02(2)^\circ$, $\gamma=110,78(3)^\circ$; $V=2040(1) \text{ \AA}^3$, пр. группа $P\bar{1}$, $Z=2$, $2\Theta_{\max}=50^\circ$, $I_{hkl}=5308$, из них $5102 \geq 3\sigma$. Фактор достоверности структуры $R=0,043$.

Координаты базисных атомов и параметры тепловых колебаний представлены в таблице*.

Координаты и параметры тепловых колебаний атомов в структуре $\text{Ni en}_3\text{F}_2$

Атом	X	Y	Z	$u^*_{\text{экр}}$
Ni	0,4459(1)	0,2246(1)	1,0434(1)	0,03
C(1)	0,6279(4)	0,3505(3)	0,9637(4)	0,03
C(2)	0,5622(4)	0,2542(3)	0,8901(4)	0,05
C(3)	0,5240(4)	0,1176(4)	1,2617(3)	0,06*
C(4)	0,4457(5)	0,0300(4)	1,1794(4)	0,05
C(5)	0,9900(4)	0,3385(4)	1,0195(5)	0,05
C(6)	0,2161(4)	0,2486(4)	0,9366(4)	0,05
N(1)	0,5486(3)	0,3716(3)	1,0016(3)	0,05
N(2)	0,5172(4)	0,1655(3)	0,9569(4)	0,05
N(3)	0,5778(3)	0,2104(3)	1,2032(3)	0,05
N(4)	0,3610(3)	0,0696(3)	1,0856(3)	0,06
N(5)	0,3802(4)	0,3002(4)	1,1156(4)	0,05
N(6)	0,2935(3)	0,2221(3)	0,8984(3)	0,05
S(1A)	0,3258(1)	0,4757(1)	0,7038(1)	0,03
O(1A)	0,4166(3)	0,4923(3)	0,8163(3)	0,05
O(2A)	0,2131(2)	0,4158(2)	0,7016(2)	0,05
O(3A)	0,2524(4)	0,8226(3)	0,3549(3)	0,07
O(4A)	0,0172(3)	0,4827(2)	0,3000(3)	0,06
C(1A)	0,2653(3)	0,6038(3)	0,5402(3)	0,03
N(3A)	0,2959(3)	0,7049(2)	0,5018(2)	0,04
C(3A)	0,2281(4)	0,7231(4)	0,3997(4)	0,04
N(4A)	0,1355(3)	0,6563(3)	0,3255(3)	0,05

* Координаты атомов водорода в таблице не приведены, при надобности их можно получить у авторов.



Продолжение таблицы

Атом	X	Y	Z	$\mu^*_{\text{экв}}$
C(5A)	0,1090(4)	0,5579(4)	0,3659(4)	0,04
C(6A)	0,1698(3)	0,5270(3)	0,4726(3)	0,04
C(7A)	0,3377(5)	0,9069(4)	0,4279(5)	0,07
C(8A)	0,0512(5)	0,5144(5)	0,1911(5)	0,08
C(9A)	0,3597(4)	0,3987(3)	0,6345(3)	0,03
C(10A)	0,2786(4)	0,3054(4)	0,5814(4)	0,04
C(11A)	0,3065(4)	0,2484(4)	0,5251(5)	0,05
C(12A)	0,4135(4)	0,2817(4)	0,5197(4)	0,05
C(13A)	0,4942(4)	0,3738(4)	0,5762(4)	0,05
C(14A)	0,4671(4)	0,4316(4)	0,6310(4)	0,04
N(1A)	0,3390(3)	0,5890(2)	0,6477(2)	0,03
N(2A)	0,4385(3)	0,2237(3)	0,4613(4)	0,07
S(1B)	0,7883(1)	0,0947(1)	0,1807(1)	0,04
O(1B)	0,6729(2)	0,0231(3)	0,1534(3)	0,06
O(2B)	0,7945(3)	0,1959(2)	0,1209(2)	0,06
O(3B)	1,1696(3)	0,0227(3)	0,1601(3)	0,05
O(4B)	1,2274(3)	0,3023(3)	0,2520(3)	0,06
C(1B)	0,9670(4)	0,0719(3)	0,1781(3)	0,03
N(3B)	1,0123(3)	0,0020(3)	0,1627(3)	0,03
C(3B)	1,1209(4)	0,0404(3)	0,1778(3)	0,04
N(4B)	1,1962(3)	0,1377(3)	0,2093(3)	0,04
C(5B)	1,1493(3)	0,2048(3)	0,2232(3)	0,04
C(6B)	1,0367(3)	0,1777(3)	0,2078(3)	0,04
C(7B)	1,0983(4)	0,1251(4)	0,1132(4)	0,05
C(8B)	1,1894(5)	0,3825(4)	0,2689(6)	0,08
C(9B)	0,8491(4)	0,1230(3)	0,3239(4)	0,03
C(10B)	0,8916(4)	0,2257(3)	0,3614(4)	0,04
C(11B)	0,9446(4)	0,2467(3)	0,4735(4)	0,04
C(12B)	0,9581(4)	0,1654(4)	0,5529(4)	0,04
C(13B)	0,9105(4)	0,0607(3)	0,5144(4)	0,05
C(14B)	0,8577(4)	0,0402(3)	0,4023(4)	0,05
N(1B)	0,8544(3)	0,0287(3)	0,1608(3)	0,04
N(2B)	1,0181(4)	0,1869(3)	0,6649(3)	0,06

Структура $\text{Niен}_3\text{Ф}_2$ относится к классу островных ионных структур. Она построена из комплексных октаэдрических катионов никеля состава $[\text{Niен}_3]^{2+}$ (рис. 1) и сложных сульфадиметоксинат-анионов (рис. 2).

Результаты анализа строения комплексного катиона $[\text{Niен}_3]^{2+}$ свидетельствуют, что реализуется высокоэнергетическая конформационная форма $\lambda\lambda\lambda$, что можно объяснить образованием водородных связей между катионом и анионом ($\text{N}2 \dots \text{O}1\text{B} = 2,92\text{А}$; $\text{N}2 \text{H}1501\text{B} = 158^\circ$; $1 \dots \text{O}1 = 3,03\text{А}$; $\text{O}1\text{АН}14 \text{I} = 149^\circ$).

Так как на основании результатов многих экспериментальных исследований можно утверждать, что геометрические параметры молекул, за исключением двугранных углов, характеризуются весьма небольшими интервалами допустимых значений, то и их отклонения от равновесных величин сравнительно невелики. В этом отношении полученные нами результаты не составляют исключения. Указанное положение подтверждается полностью и в нашем случае. В частности, если двугранный угол в сульфадиметоксине равен $\Theta = 77,6^\circ$, а при S—N-связи имеется гош-конформация со значением $\varphi = 62,0^\circ$ [2], то соответствующие углы в сульфадиметоксинат-анионе имеют явно завышенные значения ($\Theta_{\text{А}} = 89,0^\circ$; $\Theta_{\text{В}} = 84,0^\circ$ и $\varphi_{\text{А}} = 68,0^\circ$; $\varphi_{\text{В}} = 64,42^\circ$ соответственно в анионах А и В). Что касается расстояния С—S и S—N в сульфадиметоксинат-анионах (в А—1,766 и 1,570А, а В—1,757 и 1,581А), то и они отличаются от аналогичных значений, приведенных в работе [2] (1,74 и 1,65 А). Валентные расстояния и углы в шестичленных бензольном и пиримидиновом кольцах почти не отличаются от ожидаемых значений (см. рис. 2). Однако в пиримидиновом

кольце при атомах углерода на месте соединения метоксильных групп происходит увеличение углов (в $A-N4C3N3=130,03^\circ$ и $C6C5N4=$

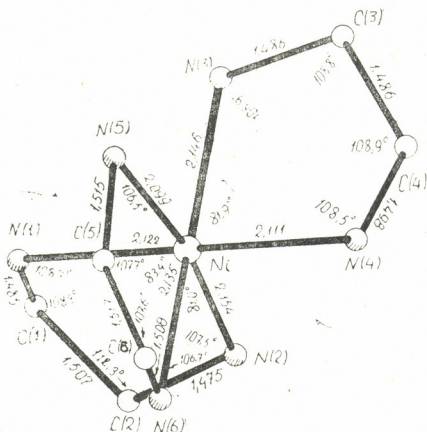


Рис. 1. Координационный полиэдр комплексного катиона $[Ni en_3]^{2+}$

$124,19^\circ$, в $B-129,56^\circ$ и $124,19^\circ$ соответственно), что, по-видимому, определяется стерическим фактором. Такое увеличение углов наблю-

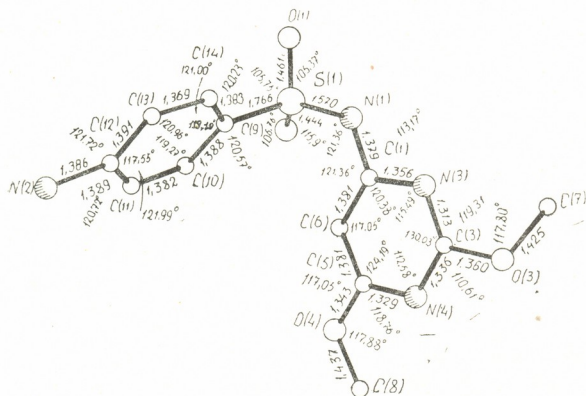


Рис. 2. Анион (А) в структуре $[Ni en_3]F_2$

дается и в свободной молекуле сульфадиметоксина [2]. Расстояния $H_2N-C_{\text{связ.кон.}}=1,386$ и $1,372$ А (в А и В анионах) имеют нормальные значения, по сравнению с найденным в [2] укороченным расстоянием (1,33 А)

Вокруг атома серы конфигурация слегка искажена по сравнению с правильным тетраэдром (линейные и угловые параметры см. на рис. 2).

Упаковку структурных элементов, катионов и анионов в кристалле можно охарактеризовать как довольно рыхлую, обусловленную слабыми водородными связями и контактами вандерваальсового взаимодействия.

Наблюдаемое смещение характерных полос $\nu_{\text{асим}} \text{SO}_2$ и $\nu_{\text{сим}} \text{SO}_2$ в инфракрасной области спектра соответственно на 15 и 35 см^{-1} в сторону длинноволновой области можно объяснить наличием вышеприведенных водородных связей, а не координированием сульфадиметоксинат-аниона через атом кислорода, как это можно было бы предположить, не располагая результатами структурного исследования.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физической и
 органической химии
 им. П. Г. Меликишвили

Научно-исследовательский
 физико-химический институт
 им. Л. Я. Карпова
 МХП СССР

(Поступило 29.12.1984)

ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ა. შველავილი, კ. ამირხანაშვილი, ა. სობოლევი, ე. მიმინოშვილი
 მ. ცკითიშვილი

სულფადიმეტოქსინთან სამეთილენდიამინ ნიკელის (II) კრისტალური
 სტრუქტურა და ინფრაწითელი სპექტრები

რეზიუმე

რენტგენსტრუქტურული ანალიზით შესწავლილია $\text{Ni(en)}_3\text{F}_2$ (სადაც en ეთილენდიამინია, F — სულფადიმეტოქსინი) კრისტალური სტრუქტურა. გადაღებულია ინფრაწითელი სპექტრები.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

A. E. SHVELASHVILI, K. D. AMIRKHANASHVILI, A. N. SOBOLEV,
 E. B. MIMINOSHVILI, M. G. TSKITISHVILI

CRYSTAL STRUCTURE AND INFRARED SPECTRA OF TRIS
 (ETHYLENEDIAMINE) NICKEL (II) SULFADIMETHOXINATE,
 $\text{Ni}(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_3\text{F}_2$

Summary

The structure of the complex $\text{Ni(en)}_3\text{F}_2$, in which en is ethylenediamine, and F, sulfadimethoxine, has been studied by roentgen-structural analysis. The complex cation was found to be built as an octahedron having six atoms of ethylenediamine nitrogen. The IR-spectrum of the complex was studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Е. Швелашвили, К. Д. Амирханашвили, А. Н. Соболев, М. Г. Цкитишвили, Т. О. Вардосанидзе. Сообщения АН ГССР, 115, № 2, 1984, 289—292.
2. U. Patel *et al.* Indian J. Phys., 1983, 57 A, 90—99.

Н. П. КИКВАДЗЕ, М. М. ДЕМЕТРАШВИЛИ, Е. М. НАНОВАШВИЛИ

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПИРОГЕРМАНАТОВ РЗМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. В. Цицладзе 26.6.1985)

Работа посвящена синтезу пирогерманатов РЗМ в системах $\text{Li}_6\text{Ge}_2\text{O}_7\text{—MCl}_3\text{—H}_2\text{O}$, где $\text{M}=\text{РЗМ}$. Исследование проведено с применением методов физико-химического анализа остаточных концентраций, измерения рН, удельной электропроводности, РФА и др.

Содержание f-переходных металлов в исследуемых системах определялось методом комплексонометрического титрования, а германия — титрованием его магнитного комплекса [1, 2].

В проведенной работе установлено, что в системах $\text{Li}_6\text{Ge}_2\text{O}_7\text{—MCl}_3\text{—H}_2\text{O}$ ($\text{M}=\text{РЗМ}$) образуются пирогерманаты соответствующих металлов.

Результаты исследования систем $\text{Li}_6\text{Ge}_2\text{O}_7\text{—MCl}_3\text{—H}_2\text{O}$, где $\text{M}=\text{La, Pr, Yb}$ и другие РЗМ, методами остаточных концентраций, измерения рН и удельной электропроводности показывают, что в этих системах образуются пирогерманаты соответствующих металлов.

Т а б л и ц а 1

Данные исследования системы $\text{Li}_6\text{Ge}_2\text{O}_7\text{—LaCl}_3\text{—H}_2\text{O}$ методом остаточных концентраций (исх. конц. $\text{Li}_6\text{Ge}_2\text{O}_7\text{—}0,66, 10^{-2}$ моль/л)

$\frac{\text{La Cl}_3}{\text{Li}_6\text{Ge}_2\text{O}_7}$ в исходной смеси	Найдено в растворе, г-ион/л. 10^{-2}		Прореагировало, г. ион/л. 10^{-2}		$\frac{\text{La}^{3+}}{\text{Ge}^{4+}}$ в соединениях
	La^{3+}	Ge^{4+}	La^{3+}	Ge^{4+}	
0,5	—	0,33	0,33	0,31	1,07
0,8	0,04	0,16	0,48	0,48	1,00
1,0	0,04	0,06	0,62	0,60	1,04
1,3	0,16	0,01	0,65	0,64	1,00
1,6	0,43	0,01	0,65	0,65	0,98

Согласно табл. 1, в области соотношений $\text{LaCl}_3/\text{Li}_6\text{Ge}_2\text{O}_7=0,5\text{—}1,6$ в равновесных растворах уменьшается содержание ионов $\text{Ge}_2\text{O}_7^{6-}$ и увеличивается содержание La^{3+} . Отсюда вытекает, что ионы La^{3+} и Ge_2O_7 вступают в реакцию с образованием пирогерманата лантана.

Экспериментальные и расчетные кривые для концентрации ионов пирогерманата и лантана, построенные согласно стехиометрическому уравнению реакции с учетом растворимости, согласуются между собой (рис. 1).

Оптимальным условием образования пирогерманатов РЗМ является соотношение между реагирующими компонентами, близкими к эквивалентной точке.



Скачкообразное изменение рН и удельной электропроводности системы $\text{Li}_6\text{Ge}_2\text{O}_7 - \text{JbCl}_3 - \text{H}_2\text{O}$ в области соотношений $\frac{\text{JbCl}_3}{\text{Li}_6\text{Ge}_2\text{O}_7} = 1$ и $\text{pH} = 6-7$ свидетельствует об образовании пирогерманата иттербия (рис. 2).

В аналогичных условиях образуются германаты f-переходных металлов празеодима, неодима, самария, европия, тербия, эрбия кристаллогидратами определенного состава (табл. 2).

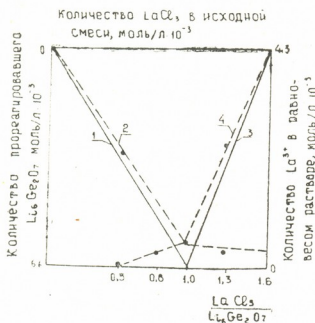


Рис. 1. Данные исследования системы $\text{Li}_6\text{Ge}_2\text{O}_7 - \text{LaCl}_3 - \text{H}_2\text{O}$ методом остаточных концентраций: 1—3—расчетная и экспериментальная кривые для ионов $\text{Ge}_2\text{O}_7^{6-}$; 2—4—расчетная и экспериментальная кривые для ионов La^{3+}

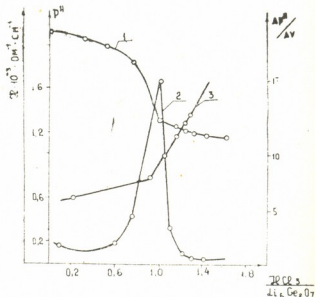


Рис. 2. Изменение рН (1), $\Delta\text{pH}/\Delta V$ (2) и удельной электропроводности (3) в системе $\text{Li}_6\text{Ge}_2\text{O}_7 - \text{JbCl}_3 - \text{H}_2\text{O}$

Термограммы пирогерманатов характеризуются двумя эффектами. Наблюдаемый при 110°C эндозффект связан с убылью веса, что соответствует удалению 4—5 молекул кристаллизационной воды. Второй эффект, наблюдаемый при 700°C , по-видимому, связан с кристаллизацией образцов.

Таблица 2

Состав пирогерманатов, выделенных из систем $\text{Li}_6\text{Ge}_2\text{O}_7 - \text{MCl}_3 - \text{H}_2\text{O}$, где $\text{M} = \text{La}, \text{Ib}$ (исх. конц. $\text{Li}_6\text{Ge}_2\text{O}_7 = 4,0 \cdot 10^{-2}$ моль/л; количество взятого для анализа вещества 0,1112 г.)

$\frac{\text{LaCl}_3}{\text{Li}_6\text{Ge}_2\text{O}_7}$	Найдено, %			Вычислено, %			Формула
	La_2O_3	2 GeO_2	H_2O	La_2O_3	2 GeO_2	H_2O	
1,0	52,06	33,34	14,60	52,16	33,44	14,40	$\text{La}_2\text{Ge}_2\text{O}_7 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
$\frac{\text{IbCl}_3}{\text{Li}_6\text{Ge}_2\text{O}_7}$	Ib_2O_3	2 GeO_2	H_2O	Ib_2O_3	2 GeO_2	H_2O	$\text{Ib}_2\text{Ge}_2\text{O}_7 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
1,0	49,95	40,04	10,01	50,15	35,88	9,97	

Согласно данным РФА, свежесажженные пирогерманаты РЗМ рентгеноаморфны, однако при нагревании до 900°C подвергаются кристаллизации, на что указывают данные рентгенофазового анализа нагретых до 900°C и затем быстро охлажденных пирогерманатов (табл. 3).

Таблица 3

Данные рентгенофазового анализа нагретых до 900 °С и быстро охлажденных образцов пирогерманатов РЗМ

l	$\text{Pr}_2\text{Ge}_2\text{O}_7$ d/n	$\text{Yb}_2\text{Ge}_2\text{O}_7$ d/n	Примечание
100	2,85	2,70	Рентгенограмма не содержит линий, характерных для оксидов РЗМ и GeO_2
40	1,89	1,84	
20	2,10	2,15	

ИК-спектры синтезированных пирогерманатов сложны. Отнесение полос поглощения позволяет считать, что поглощение 1630, 3400 см^{-1} указывает на наличие кристаллизационной воды. Полосы 800, 730, 550 см^{-1} относятся к связи Ge—O, а полоса 415 см^{-1} — к связи M—O.

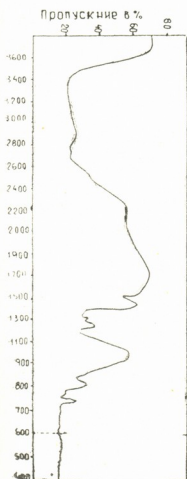


Рис. 3. ИК-спектр пирогерманата иттербия

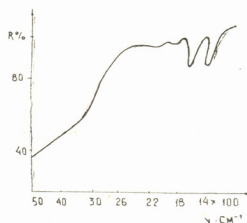


Рис. 4. Спектр диффузного отражения пирогерманата празеодима

В ИК-спектрах нагретых до 900°C образцов отсутствуют полосы поглощения при 1600, 3400 см^{-1} , что объясняется их обезвоживанием.

На основании полученных данных можно заключить, что пирогерманаты f-переходных металлов легко получаются путем взаимодействия между растворимым пирогерманатом лития и солями соответствующих f-элементов.

Синтезированные пирогерманаты являются полупроводниковыми материалами. По данным спектров диффузного отражения, ширина

запрещенной зоны пирогерманатов РЗМ соответствует $\sim 4-5$ ЭВ (рис. 4), и, несомненно, они могут найти практическое применение.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической
 химии и электрохимии

(Поступило 28.6.1985)

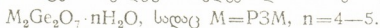
ზოგადი და არაორგანული ქიმია

ბ. კიკვაძე, ა. დემეტრაშვილი, ე. ნანობაშვილი

იზვიათმიწათა ელემენტების პიროგერმანატების სინთეზი და
 ბამოკვლევა

რეზიუმე

შესწავლილია იზვიათმიწათა ელემენტების პიროგერმანატების წარმოქმნის რეაქციები და მათი თვისებები ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის მეთოდების გამოყენებით. პიროგერმანატები შემდეგი შედგენილობის კრისტალჰიდრატებია:



დადგენილია, რომ სინთეზირებული ნაერთები წარმოადგენს ნახევარგამტარებს აკრძალული ზონის სიდიდით $4-5$ ЭВ და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ტექნიკაში.

GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

N. P. KIKVADZE, M. M. DEMETRASHVILI, E. M. NANOBASHVILI
 THE SYNTHESIS AND STUDY OF RARE-EARTH METAL
 PYROGERMANATES

Summary

The formation reactions of pyrogermanates of rare-earth metals (REM) and their properties have been studied by methods of physico-chemical analysis. Pyrogermanates are crystal hydrates of the following composition: $M_2Ge_2O_7 \cdot nH_2O$ in which $M = \text{REM}$, and $n = 4-5$. The synthesized compounds were found to be semiconductors with the value of the forbidden band 4-5 eV. These compounds can be used in engineering practice.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Н. Н. Пршибил. Комплексоны в химическом анализе. М., 1960.
2. И. В. Тананаев, М. Я. Шпирт. Химия германия. М., 1967.



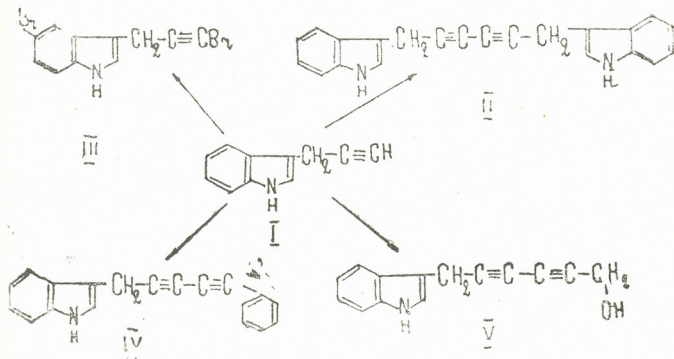
Н. А. ЭСАКИЯ, З. Ш. ЛОМТАТИДЗЕ, Ш. А. САМСОНИЯ,
 Т. Г. ШИУКАШВИЛИ, Н. Н. СУВОРОВ

СИНТЕЗ И БИОЦИДНЫЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ
 АЦЕТИЛЕНОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ИНДОЛА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 18.2.1984)

Ацетиленовые соединения являются метаболитами ряда растений и антибиотиками, генерируемыми грибами и актиномицетами [1, 2].

С целью изучения биоцидных свойств ацетиленовых и диацетиленовых производных индола нами осуществлены реакции превращения 3-пропаргилиндола:



Из 3-пропаргилиндола окислительной конденсацией с фенилацетиленом и пропаргиловым спиртом по методу Глязера—Эглинта на [3] получены соответственно 1-фенил (5'-индолил)пентан-1,3-диин (IV) и 6(3'-индолил)гексанол-1—2,4-диин (V), а соединение 1,6-ди(3'-индолил)гексан-4-диин (II) — симметричным сдвиганием 3-пропаргилиндола.

Бромирование 3-пропаргилиндола гипобромитным методом выделен 1-бром-3-(5'-броминдолил)пропан (III).

Окислительная конденсация проводилась в присутствии катализатора моногидрата ацетата двухвалентной меди в среде пиридина при пятикратном избытке конденсирующего агента. Смесь перемешивалась 1 ч при 40—45°C и оставлялась на 12—14 ч при 20—25°C.

Бромирование осуществлялось смесью 10N NaOH-бром (1:0,4) в тетрагидрофуране в течение 7 ч при комнатной температуре.

Состав и строение синтезированных соединений подтверждены данными ИК-, УФ- и ПМР-спектроскопии.

Испытывались на бактерицидные и актиномицидные свойства вещества: 3-пропаргилиндол (I), 1,6-ди(3'-индолил)гексан-2,4-диин (II), 1-бром-3-(5'-броминдолил)пропан (III), 1-фенил(5'-индолил)пентан-1,3-диин (IV) и 6(3'-индолил)гексанол-1-2,4-диин (V).

Влияние веществ I—V на рост некоторых микроорганизмов

Тест микроорганизмов	Контроль	Соединения									
		I		II		III		IV		V	
		Концентрация веществ, г/л									
		1,0	0,1	1,0	0,1	1,0	0,1	1,0	0,1	1,0	0,1
		Величина ЗОН ₂ угнетения тест-микроорганизмов, мм									
<i>Aspergillus niger</i>	0,0	—	—	—	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Act. griseus</i>	0,0	6,0	2,0	3,0	1,5	—	—	—	—	—	—
<i>Act. lavendulae</i>	0,0	7,0	3,0	4,0	1,0	—	—	—	—	—	—
<i>Bacterium tumefaciens</i>	0,0	6,0	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0	6,0	4,0	3,0	3,0
<i>Streptomyces spp.</i>	0,0	6,0	2,0	3,0	1,0	6,0	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0
<i>Pseudomonas tumefaciens</i>	0,0	—	—	—	—	3,0	2,0	4,0	3,0	3,0	2,0
<i>Nocardiopsis spp.</i>	0,0	—	—	—	—	3,0	2,0	4,0	3,0	4,0	3,0
<i>Pectobacterium aroideae</i>	0,0	5,0	1,0	4,0	1,0	—	—	—	—	—	—
<i>Xanthomonas campestris</i>	0,0	5,0	2,0	4,0	2,0	—	—	—	—	—	—

В качестве тест-микроорганизмов использовались следующие фитопатогенные бактерии: *Xanthomonas campestris*, *Pectobacterium aroideae* (вызывает бактериоз у белоголовой капусты, гниль), *Bacterium tumefaciens*, *Pseudomonas tumefaciens* (вызывает раковое заболевание виноградной лозы) и актиномицеты: *Actinomyces lavendulae*, *Actinomyces griseus*, *Streptomyces* spp., *Nocardiophasis* spp.

Тест-микроорганизмы выращивались в условиях поверхностного роста на следующих средах: для фитопатогенных бактерий — среда Буркхолтера, а для актиномицетов — синтетическая среда № 1 Красильникова.

Бактерицидность и актиномицидность веществ определялись луночным методом [4].

Результаты эксперимента приведены в таблице. Как видно из таблицы, испытуемые вещества I, II проявляют бактерицидные и актиномицидные свойства и подавляют развитие *Xanthomonas campestris*, *Pectobacterium aroideae*, *Bacterium tumefaciens*, *Actinomyces griseus*, *Actinomyces lavendulae* и *Streptomyces* spp. Нужно отметить, что 3-пропаргилин-дол более активно ингибирует рост и развитие исследуемых тест-микроорганизмов. Испытуемые вещества III, IV и V проявляют селективные ингибирующие свойства и подавляют с различной активностью рост и развитие фитопатогенных бактерий (*Bacterium tumefaciens*, *Pseudomonas tumefaciens*) и актиномицетов (*Streptomyces* spp., *Nocardiophasis* spp.), причем у вещества III в отношении *Streptomyces* spp. и у вещества IV в отношении *Bacterium tumefaciens* эти свойства выражены сравнительно более активно. Вещества III, IV и V не влияют на рост и развитие *Aspergillus niger*.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 23.3.1984)

ორბანული ქიმიის

ბ. ისაკია, ზ. ლომთათიძე, ზ. საგონია, თ. შიშკაშვილი, ნ. სუმროვი

ინდოლის ზომიერით აცეტილენური ნაწარმის სინთეზი და
 ბიოციდური თვისებები

რ ე ზ ი მ ე

3-პროპარგილინდოლის ბაზაზე სინთეზირებულია აცეტილენური და დია-ცეტილენური ნაერთები: 1-ბრომ-3(5'-ბრომ-ინდოლილ)პროპანი, 1-ფენილ(5'-ინდოლილ)პენტან-1,3-დიინი, 1,6-დი(3'-ინდოლილ)ჰექსან-2,4-დიინი და 6(3'-ინდოლილ)ჰექსანოლ-1,2,4-დიინი, რომლებიც გამოცდილ იქნა ბაქტერიციდულ და აქტინომიციდურ თვისებებზე.

ნაჩვენებია, რომ 3-პროპარგილინდოლი და მისი ნაწარმები სხვადასხვანაირი აქტივობით აფერხებენ ფიტოპათოგენური ბაქტერიებისა და აქტინომიცეტების ზრდა-განვითარებას.

N. A. ESAKIA, Z. Sh. LOMTATIDZE, Sh. A. SAMSONIA, T. G. SHUKASHVILI,
N. N. SUVOROV

THE SYNTHESIS AND BIOCIDAL CHARACTERISTICS OF SOME
ACETYLENE DERIVATIVES OF INDOLE

Summary

Acetylene and diacetylene compounds: 1-bromo-3 (5'-bromoindolyl)propane, 1-phenyl (5'-indolyl) pentane-1,3-diene, 1,6-di(3'-indolyl) hexane-2,4-diene and 6(3'-indolyl)hexanol-1,2,4-diene were synthesized from 3-propargylindole and their bactericidal and actinomycidal features were tested. 3-propargylindole and its compounds were found to inhibit, with various degrees of activity, the growth and development of bacteria and actinomycetes.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. М. Шемякин, А. С. Хохлов, М. Н. Колосов, Л. Д. Бергельсон, В. К. Антонов. Химия антибиотиков, т. 1. М., 1961, 774.
2. Ю. Дженсен. Биохимия растений. М., 1968, 389.
3. Г. Эгlington, В. Макрас. Сб. «Успехи органической химии», т. 4. М., 1966, 239.
4. Н. С. Егоров. Основы учения об антибиотиках. М., 1969, 185.



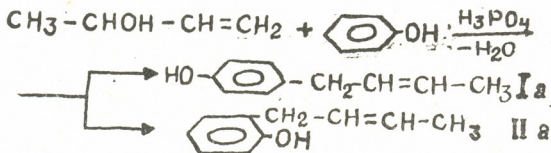
Э. Н. ЧИКОВАНИ

ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО АЛКИЛИРОВАНИЯ
 ФЕНОЛА 1-БУТЕН-3-ОЛОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. М. Хананашвили 3.6.1985)

Ранее нами изучено алкилирование фенолов вторичными непределными спиртами [1—3] и показано, что некоторые алкилфенолы и их производные обладают биологической активностью [4, 5]. Данная работа является продолжением наших исследований в этом направлении.

Нами проведено алкилирование фенола 1-бутен-3-олом в присутствии фосфорной кислоты. Исследованием ИК-спектра продукта реакции в области 2000—1700 см⁻¹ выявлено, что в результате реакции образуется смесь пара- и орто-замещенных изомеров:



С помощью ТСХ продукт алкилирования разделен. Выделены *p*-замещенный алкилфенол с *R*_f—0,35 и *o*-замещенный алкилфенол с *R*_f—0,62. Так как *o*-замещенный алкилфенол получается в незначительном количестве, нами изучен лишь *p*-замещенный продукт реакции.

Изучение УФ-спектра дает возможность установить порядок замещения в ароматическом кольце. Электронные поглощения появляются в области 280 нм, местоположение их в спектре указывает на замещение радикала в пара-положении.

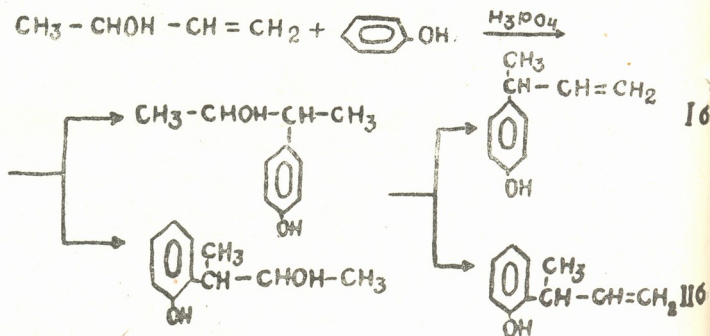
В ИК-спектре полученного замещенного алкилфенола наблюдаются поглощения, соответствующие гидроксильной группе, ароматическому ядру и непределному фрагменту. Вид спектра указывает на пара-замещение.

ПМР-спектр алкилпроизводного подтверждает, что данное вещество представляет собой пара-замещенный фенол. На это указывает равное распределение интегральных интенсивностей симметричных дублетов в области 6,3—7 м. д.

ПМР-спектральное исследование показало также различное строение боковой цепи пара-замещенного изомера, который, в свою очередь, представляет собой смесь изомеров Ia и Ib, не разделяемую хроматографически.

Об этом можно судить по виду сигналов от протонов, связанных, с одной стороны, с непределным фрагментом молекулы, а с другой стороны, с предельным фрагментом, связанным с непределной системой.

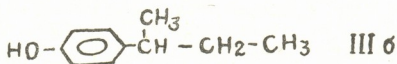
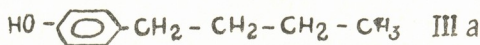
Наличие изомера 16 в продукте алкилирования объясняется протеканием следующей реакции:



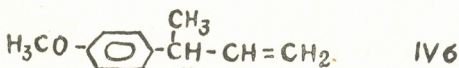
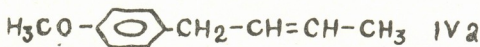
Это говорит о том, что алкилирование протекает не только по оксигруппе, но и по двойной связи α -замещенного аллильного спирта, после чего происходит дегидратация полученного продукта с образованием алкилфенола, соответствующего изомеру 16.

Строение полученного алкилфенола доказано также химическими превращениями (гидрированием, метилированием и окислением метилового эфира).

При гидрировании *p*-замещенного алкилфенола 1а, б в присутствии Pd/CaCO_3 выделен соответствующий предельный алкилфенол IIIа, б:



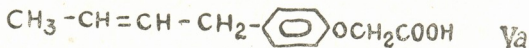
Метилированием 1а, б выделен соответствующий метиловый эфир IV а, б:



окислением которого выделены соответствующие кислоты.

Конденсацией пара-замещенных алкилфенолов 1а, б с монохлоруксусной кислотой после перекристаллизации (из изооктана) выделе-

на феноксикарбоновая кислота IVa, и б, обладающая биологически активными свойствами:



Данная смесь изомеров IVa и б значительно увеличивает сра-
стание и выход прививок виноградной лозы (62,4%) по сравнению с
гетероауксином (45,6%). Что касается основного продукта алкилиро-
вания Ia, б, то он оказался эффективным против грибкового заболе-
вания пшеницы, так как снижает развитие грибкового заболевания
(мучнистая роса пшеницы) на 58%.

Алкилирование фенола 1-бутен-3-олом в присутствии H_3PO_4 и хи-
мические превращения проводились по методу, описанному ранее [2].

Константы синтезированных соединений

№	Соединения	Выход, %	Т. кип., °C (р, мм)	d_4^{20}	n_D^{20}	MR _D		Фор- мула	Элементный анализ			
						най- дено	вы- чис- лено		Найдено, %		Вычисле- но, %	
									С	Н	С	Н
I а, б	1(4-оксифенил)-2- бутен	78	102— 103° (2)	1,0335	1,5402	44,94	45,77	$\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}$	80,00	8,33	81,04	8,02
	1(4-оксифенил)-1- метил-2-пропен											
III а, б	1(4-оксифенил)бу- тан	86	100— 101° (2)	0,9844	1,5152	45,88	46,25	$\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}$	79,60	8,97	80,00	9,33
	1(4-оксифенил)-1- метил-пропан											
IV а, б	1(4-метоксифенил)- 2-бутен	89	98— 99° (2)	0,9916	1,5227	49,88	50,68	$\text{C}_{11}\text{H}_{15}\text{O}$	81,46	8,85	81,44	8,69
	1(4-метоксифенил)- 1-метил-2-про- пен											
V а, б	1(4-метоксикарбок- сифенил)-2-бу- тен	29	Т.пл. 108— 109°					$\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{O}_3$	69,81	6,24	69,89	6,84
	1(4-метоксикарбок- сифенил)-1-ме- тил-2-пропен											

Физико-химические константы синтезированных соединений при-
ведены в таблице.

УФ-спектр поглощения изучался на спектрофотометре СФ-4. Ис-
следовались растворы в абсолютном этиловом спирте при концентрации
 $2 \cdot 10^{-3}$ м/л. ИК-спектр снимался на спектрофотометре UR-20 в виде
пленки.

ПМР-спектральное исследование проводилось для 1 моля раст-
вора в спектрометре высокого разрешения «Вариан-60».

При хроматографировании в тонком слое в качестве сорбента
использовался оксид алюминия II степени активности. Хроматогра-
фирование выполнялось на пластинках размером 240—300 мм в систе-
ме бензол-метанол (9:1). Хроматограмма проявлялась 0,25%-ным вод-
ным раствором перманганата калия. Вещества элюировались эфиром
и перегонялись в вакууме.



Таким образом, установлено, что при алкилировании фенола 1-бутен-3-олом в кислой среде протекают две параллельные реакции как по оксигруппе, так и по двойной связи.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 28.6.1985)

ორგანული ქიმია

ა. ჩიქოვანი

ფენოლის კატალიზური ალკილირების რეაქციის შესწავლა
1-ბუტენ-3-ოლით

რეზიუმე

1-ბუტენ-3-ოლის ფენოლთან ურთიერთქმედებისას H_3PO_4 თანდასწრებით, მიღებულია როგორც ორთო-, ისე პარა-ჩანაცვლებული იზომერები.

წარმოქმნილი პარა-ნაერთის აგებულება და რეაქციის მექანიზმი შესწავლილია როგორც ქიმიური გარდაქმნებით, ისე იწ, უი, ზმრ სპექტრებით.

დადგენილია, რომ პარაპროდუქტი იზომერების ნარევი (I ა, ნ). შესწავლილია (II ა, ნ და V ა, ნ) ნაერთების ბიოლოგიური აქტივობა.

ORGANIC CHEMISTRY

E. N. CHIKOVANI

STUDY OF THE REACTION OF CATALYTIC ALKYLATION OF PHENOL WITH 1-BUTENE-3-OL

Summary

Phenol has been alkylated with 1-butene-3-ol in the presence of H_3PO_4 . A mixture of para- and ortho-substituted isomers was obtained, as demonstrated by the study of the IR-spectra of the product obtained.

Para-alkylphenol was isolated by thin layer chromatography and studied. The structure and reaction mechanism of the formation of the para-product were studied both by chemical transformations (hydration, methylation, oxidation) and by complex spectral investigations (UV, IR, NMR).

The para-substituted alkylphenol was found to be a mixture of isomers, for two parallel reactions (involving the oxygroup and double bond) occur during alkylation. The biological activity of some alkyl derivatives was also studied.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Кахниашвили, Э. Н. Чиковани, Д. Ш. Иорамашвили. Сообщения АН ГССР, 70, № 1, 1973, 97.
2. А. И. Кахниашвили, Э. Н. Чиковани, Д. Ш. Иорамашвили. Сообщения АН ГССР, 70, № 2, 1973, 333.
3. А. И. Кахниашвили, Э. Н. Чиковани, Д. Ш. Иорамашвили, М. Н. Ментешашвили. Труды ТГУ, А 9 (157), 1975, 133.
4. А. И. Кахниашвили, А. В. Коберидзе, Н. И. Бендиашвили, Д. Я. Бугианишвили, Г. Ш. Глonti. Сообщения АН ГССР, 57, № 2, 1970, 385.
5. А. И. Кахниашвили, Э. Н. Чиковани, Д. С. Парджикия, К. В. Дондуа. Изв. АН ГССР, сер. хим., 5, № 4, 1979, 366.



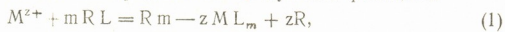
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. П. ЧИЧУА, В. Д. ЭРИСТАВИ

РАВНОВЕСНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ
МЕДИ(II) В СИСТЕМЕ «МЕДЬСОДЕРЖАЩИЙ РАСТВОР-
АНИОНИТ, МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ОКСАЛАТ-ИОНАМИ»

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андрионикашвили 18.1.1984)

В системе «катионсодержащий раствор-анионит, модифицированный лигандом» сорбция металлов протекает за счет образования их анионных комплексов непосредственно в фазе сорбентов, которые затем удерживаются матрицей анионита электростатическими силами [1]. Схематично это можно представить следующей реакцией:



где M^{z+} —катион сорбируемого металла с зарядом $z+$; m —число лигандов L^- в анионном комплексе $ML^{(m-z)-}$; RL —анионит модифицированный лигандом L^- ; R^+ —макрокатион анионита, входящий в состав его полимерной матрицы.

Изучение механизма сорбции меди (II) на модифицированных оксалат-ионами анионитах различной основности (АВ-16, АВ-17, ЭДЭ-10) подтвердило комплексообразовательный механизм [2].

Поскольку реакции комплексообразования в большинстве случаев практически необратимы при описании динамики комплексообразовательной сорбции катионов металлов на анионитах, модифицированных лигандами, нами для упрощения решения задачи изотерма сорбции принималась прямоугольной [3].

С целью установления правомерности использования предложенной упрощенной теории [3] для описания динамики сорбции меди (II) на оксалатных формах анионитов нами были сняты изотермы сорбции меди на анионитах АВ-16, АВ-17 и ЭДЭ-10 в C_2O_4 -форме.

Изотермы сорбции снимали обычным методом. В конические колбы помещали навеску анионита в оксалатной форме в количестве, соответствующем 1 г воздушно-сухого сорбента и 0,2 л водного раствора сульфата меди различной концентрации (от 0,01 мг Cu^{2+} /мл до 1,0 мг Cu^{2+} /мл). После установления равновесия определяли концентрацию меди (II) в растворе и по разности определяли количество меди (II), сорбированное на анионитах. Изотермы сорбции меди (II) на анионитах АВ-16, АВ-17 и ЭДЭ-10 приведены на рис. 1, на котором q и C_0' — количество меди (II) в мг-экв-ах, сорбированное на 1 г сорбенте и содержащееся в 1 мл раствора при равновесном состоянии системы.

Как видно из рис. 1, на котором даны средние значения пяти параллельных экспериментов, изотерма сорбции меди на анионитах, модифицированных оксалат-ионами, имеет ясно выраженный выпуклый

вид. Это позволяет при упрощенном описании динамики этого процесса использовать в первом приближении прямоугольную изотерму [4].

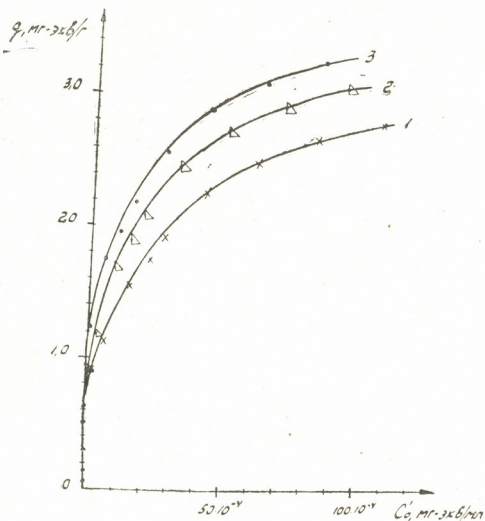


Рис. 1. Изотермы сорбции меди (II) на анионитах АВ-16 (1), АВ-17 (2) и ЭДЭ-10 (3) в C_2O_4 — форма для случая водных растворов сульфата меди

В [3] нами указывалось, что в случае сорбции катионов металлов из кислых растворов на формирование первичной комплексобразовательной хроматограммы существенную роль оказывает параллельно-

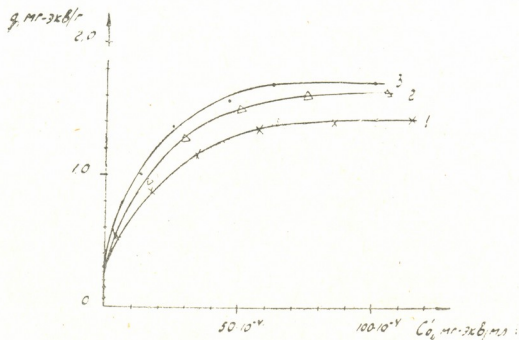


Рис. 2. Изотермы сорбции меди (II) на анионитах АВ-16 (1), АВ-17 (2) и ЭДЭ-10 (3) в C_2O_4 — форма для случая водно-кислотных растворов сульфата меди

последовательно протекающая реакция ионообменного вытеснения комплекса металла анионом кислоты, определяющей кислотность раствора:



Для установления влияния кислоты на вид изотермы сорбции на следующем этапе исследовалось равновесие в системе «водно-кислотный раствор меди — анионит», модифицированный оксалат-ионами. При этом исходные концентрации меди водно-кислотных растворов брались такими же, что и в первом цикле исследований. Для подкисления медьсодержащих растворов использовали серную кислоту (концентрация по серной кислоте составляла 0,006 н.), чтобы не вводить новый анион и не усложнять изучаемую систему. Результаты этой серии экспериментов приведены на рис. 2, где как и первом случае даются средние значения пяти параллельных опытов.

Как видно из данных, приведенных на рис. 2, кислотность раствора не влияет на вид изотермы, а лишь уменьшает емкость сорбента по меди, что хорошо согласуется с уравнением (2).

На основании проведенных исследований можно считать, что предложенная приближенная теория динамики комплексообразовательной сорбции металлов на анионитах, модифицированных лигандами [3], может быть использована для случая сорбции меди из кислых растворов на анионитах в оксалатной форме.

Всесоюзный научно-исследовательский
и конструкторский институт
аналитической техники (ВНИИАТ)
Тбилисского научно-производственного
объединения «Аналитприбор»

Грузинский политехнический
институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 20.1.1984)

ფიზიკური ქიმია

ბ. ჩიჩუა, ვ. ერისთავი

„სპილენძის კომპლექსების სისტემაში — ოქსალატ-იონებით მოდიფიცირებულ სორბენტებსა და სპილენძის სულფატის ხსნარების წონასწორული პირობების დროს“
 სპილენძი (II)-ის კონცენტრაციის განაწილება ოქსალატ-იონებით მოდიფიცირებულ სორბენტებსა და სპილენძის სულფატის ხსნარების წონასწორული პირობების დროს.

რეზიუმე

შესწავლილია სპილენძი (II)-ის კონცენტრაციის განაწილება ოქსალატ-იონებით მოდიფიცირებულ სორბენტებსა და სპილენძის სულფატის ხსნარების წონასწორული პირობების დროს.

დადგენილია, რომ სპილენძის სორბციის იზოთერმები ოქსალატ-იონებით მოდიფიცირებულ AV-16, AV-17 და ЭДЭ-10 ანიონიტებზე მიეკუთვნება ამოხვევილი იზოთერმებს.

ნაჩვენებია, რომ ხსნარების შევსიანობა არ ახდენს გავლენას სორბციის იზოთერმების სახეზე. ის ცვლის მხოლოდ სორბენტის ტევადობას სპილენძის მიმართ.

G. P. CHICHUA, V. D. ERISTAVI

EQUILIBRIUM DISTRIBUTION OF COPPER (II) CONCENTRATION IN THE SYSTEM COPPER-CONTAINING SOLUTION-OXALATE-ION MODIFIED ANIONITE

Summary

The distribution of copper (II) concentration between sorbents modified by oxalate ions and solutions of copper sulphate at equilibrium has been studied. The isotherms of copper sorption on anionites AB-16, AB-17 and ЭДЭ-10 in C_2O_4 -form were found to belong to convex isotherms. It is shown that the acidity of the solution does not affect the form of the sorption isotherm, but merely changes the sorbent capacity in copper.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. И. Броучек. Изв. АН СССР, т. 2, № 4, 1976, 295.
2. В. Д. Эристави, Г. П. Чичуа, Д. Н. Бахия, Ц. Н. Шенгелия, Т. Е. Мачаладзе, Т. А. Гвахария, З. О. Джавахишвили. Изв. АН СССР, т. 9, № 3, 1983, 210.
3. В. Д. Эристави, В. С. Голубев, Г. П. Чичуа, Д. Н. Бахия, Ц. Н. Шенгелия. ЖФХ, т. LVII, № 2, 1984, 434.
4. В. В. Рачинский. Введение в общую теорию динамики сорбции и хроматографии. М., 1964.

Г. О. ЧИВАДZE, В. В. ХАХНЕЛИДZE, Л. З. ЧХЕИДZE,
 Ц. И. НАСКИДАШВИЛИ

АЛКИЛИРОВАНИЕ ФЕНОЛА ЦИКЛООЛЕФИНАМИ НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ АЛЮМОСИЛИКАТАХ

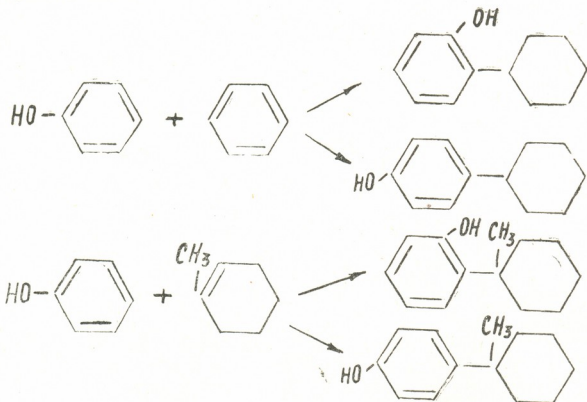
(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Г. Андроникашвили 6.2.1984)

Модифицированные гумбрин и синтетический цеолит *KL* ранее успешно были испытаны нами в реакции алкилирования фенолов высшими олефинами и спиртами. Эти катализаторы отличались хорошей активностью и селективностью [1—4].

В представленной статье приведены результаты исследования реакции алкилирования фенола циклогексенom и α -метилциклогексенom в присутствии вышеуказанных катализаторов.

Циклоалкилпроизводные фенола используются в качестве антиоксидантов, а также сырья для синтеза ряда соединений. В связи с этим синтез циклоалкилпроизводных фенолов является одной из важных проблем в современной химической промышленности. Интересно отметить, что алкилирование фенолов циклоолефинами изучено сравнительно мало. Нами осуществлен цикл работ по алкилированию фенола циклоолефинами. В статье приведены оптимальные условия реакции.

Реакция алкилирования фенола циклоолефинами протекает по следующей схеме:



Изучалось влияние температуры, отношения реагентов и продолжительности реакции на процесс алкилирования. Опыты проводились в интервале температур 90—160° при мольном отношении фенол: циклоолефин 1:1—5; 1—5:1. Реакция проводилась в трехгорлой колбе с перемешивающим устройством и в проточной системе. Продукты алкилирования анализировались на хроматографе ХТ-63, как описано

в работе [1]. Основными продуктами реакции алкилирования фенола, как и в предыдущих случаях, являлись в основном *o*- и *n*-алкилциклофенолы с небольшой примесью ди- и тризимеров и эфиры (табл. 1, 2).

Таблица 1

Условия и результаты алкилирования фенола циклогексеном и α -метилциклогексеном в жидкой фазе на модифицированном гумбрине и цеолите

Мольное отношение фенол: циклоолефины	Температура реакции, °С	Выход циклогексилфенолов от теории по фенолу, %	Состав алкилата							
			<i>o</i> -Циклогексилфенолы	<i>n</i> -Циклогексилфенолы	Циклоалкилфеноловые эфиры	Дициклоалкилфенолы	Трициклоалкилфенолы	Фенол	Циклоолефин	Неидентифицированные
Циклогексен на модифицированном гумбрине										
1 : 3	90—100	29	11	5	6	—	—	35	41	2
1 : 3	110—120	42	16	7	4	2	1	32	35	3
1 : 3	125—135	61	22	15	—	4	2	26	28	3
3 : 1	90—100	26	15	12	1	2	—	51	17	2
3 : 1	110—120	41	22	17	—	2	2	45	10	2
3 : 1	125—135	52	30	22	—	3	4	34	5	2
α -Метилциклогексен										
1 : 3	90—100	47	16	11	4	2	—	29	36	2
1 : 3	110—120	67	18	19	1	3	2	26	30	1
1 : 3	125—135	74	20	22	—	3	3	23	26	2
3 : 1	90—100	25	19	10	1	2	—	47	19	2
3 : 1	100—110	44	21	20	—	3	2	40	12	2
3 : 1	125—135	71	26	29	—	3	4	30	5	3
Циклогексен на цеолите										
3 : 1	90—100	21	13	9	2	1	—	51	22	2
3 : 1	110—120	43	22	16	—	4	2	40	13	3
3 : 1	125—135	69	27	22	—	3	3	33	9	2

Установлено, что при алкилировании фенола циклоолефинами в жидкой фазе в интервале температур 90—140° в алкилате преобладает *o*-изомер (табл. 1).

Увеличение количества фенола до 3 молей повышает выход моноалкилфенолов почти на 10% (табл. 1), при этом увеличивается и выход *n*-изомера. Повышение целевого продукта наблюдается и при увеличении количества циклоолефинов. Более высокая температура способствует образованию ди- и трициклоалкилфенолов. При низких температурах алкилирования 90—110° и мольном отношении фенол: циклогексен 1:1 количество циклоэфиров в алкилате достигает 12%. С повышением температуры от 90 до 140° и мольного отношения реагирующих компонентов от 1:1 до 1:3 и 3:1 выход эфиров заметно снижается (до 1% и меньше), что можно объяснить частичным превращением эфира в алкилфенолы. Применяемый катализатор брался

в весовых количествах 1:4 по отношению к фенолу. Большое количество катализатора не вызывает значительного повышения выхода моноалкилфенолов в наших условиях.

В присутствии цеолитного катализатора $AlCeKL$, обработанного растворами хлористого алюминия и хлористого церия, максимальный выход моноциклоалкилфенолов составляет 69% от теории в пересчете на фенол при температуре опыта 125—135° и мольном отношении фенол:циклогексен 3:1. Здесь также преобладает *o*-изомер.

Таблица 2

Условия и результаты алкилирования фенола циклогексеном и α -метилциклогексеном в проточной системе на модифицированном гумбрине (объемная скорость 0.3 час⁻¹)

Мольное отношение фенол: циклоолефин	Температура реакции, °C	Выход моноциклоалкилфенолов от теории на пропущенный фенол, %	Состав алкилата в масс %							
			<i>o</i> -Циклогексилфенолы	<i>n</i> -Циклогексилфенолы	Циклоалкилфенолы выс. э/ры	Дициклогексилфенолы	Трициклогексилфенолы	Фенол	Циклоолефины	Неидентифицированные
Циклогексен										
1:3	90—100	27	4	10	3	4	1	34	42	2
1:3	110—120	40	6	15	1	7	4	28	36	3
1:3	125—135	56	9	19	—	11	7	22	28	3
3:1	90—100	24	8	15	—	4	1	49	20	3
3:1	110—120	40	9	22	—	6	9	37	12	5
3:1	125—135	47	6	28	—	9	14	30	8	5
α -Метилциклогексен										
1:3	90—100	39	8	12	2	2	1	32	41	2
1:3	110—120	53	10	18	—	6	3	28	33	2
1:3	125—135	66	9	27	—	6	4	25	25	4
3:1	90—100	54	14	28	—	2	1	33	14	2
3:1	110—120	60	9	35	—	5	4	30	10	4
3:1	125—135	66	8	43	—	4	6	28	6	5

При алкилировании фенола циклогексеном и α -метилциклогексеном в присутствии модифицированного гумбринна максимальный выход моноциклоалкилфенолов (61 и 74% от теории соответственно) получен при температуре 125—135° и мольном отношении фенол:циклоолефин 1:3. При этом замечено, что при алкилировании фенола α -метилциклогексеном соотношение *o*- и *n*-изомеров в алкилате приближается к 1. По-видимому, —CH₃-группа направляет реакцию в сторону получения *n*-изомера.

В процессе алкилирования фенола данными циклоолефинами на модифицированном гумбрине в проточной системе в большем количестве образуются ди- и трициклоалкилфенолы (до 10—23%) (табл. 2). В смеси полученного алкилата преобладает *n*-изомер. Надо отметить, что наибольший выход *n*-изомера (43%) получен при алкилировании фенола α -метилциклогексеном при температуре 140° и мольном отношении фенол: α -метилциклогексен 3:1.



Проведены ИК-спектральные исследования некоторых образцов полученных продуктов на спектрофотометре «Перкин-Эльмер» (модель 577) (табл. 2). Наблюдаемая в спектрах интенсивная полоса поглощения на частоте 830 см^{-1} указывает на то, что полученные продукты являются главным образом *n*-алкилфенолами, а меньшее поглощение на частоте 758 см^{-1} вызывается присутствием в образцах продуктов с *o*-замещением. Слабое поглощение на частоте 890 см^{-1} показывает, что в этих образцах содержится малое количество диалкилфенолов. Бензольное кольцо характеризуется скелетными колебаниями $1505, 1592\text{—}1610\text{ см}^{-1}$, плоскими =CH колебаниями $1020, 1070\text{ см}^{-1}$; OH-группа определяется в основном полосой $\nu\text{ SA—O(H)}$ на 1240 см^{-1} , соответствующей валентным колебаниям OH-групп, ассоциированных водородными связями. Второй заместитель бензольного ядра, представляющий собой гем-замещенное циклогексановое кольцо, может быть подтвержден полосами валентных C—H-колебаний 2920 и 2845 см^{-1} , а также полосами $1108, 1345\text{ см}^{-1}$, характеризующими $\delta\text{ CH}_2$ в цикле. Метильная группа характеризуется деформационными колебаниями 1370 и 1460 см^{-1} .

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической
и органической химии
им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 16.2.1984)

ფიზიკური ქიმია

ბ. ჩივაძე, ვ. ხახნელიძე, ლ. ჩხეიძე, ზ. ნასკიდაშვილი

ფენოლის ალკილირება ციკლოოლეფინებით მოდიფიცირებულ
ალუმოსილიკატებზე

რეზიუმე

ცდები ჩატარდა თხევად ფაზაში სამყელა კოლბაში მორევით და გამტარ სისტემაში (ტემპერატურათა ინტერვალი $90\text{—}160^\circ$).

დადგენილია, რომ სამყელა კოლბაში ალკილირებისას 140° -ზე მიიღება ძირითადად *o*-იზომერი (26—30%), ხოლო გამტარ სისტემაში მსგავს პირობებში ძირითადად მიიღება *p*-იზომერი (43%).

PHYSICAL CHEMISTRY

G. O. CHIVADZE, V. V. KHAKHNELIDZE, L. Z. CHKHEIDZE,

Ts. I. NASKIDASHVILI

PHENOL ALKYLATION BY CYCLOOLEFINS ON MODIFIED
ALUMINOSILICATES

Summary

Phenol alkylation by cyclohexene and α -methylcyclohexene in the presence of modified gumbrine and zeolite has been studied. The experiments were carried out in liquid phase in a three-neck flask by stirring and in a conductive system at the temperature range $90\text{—}160^\circ$, the mole ratio of the reacting components being phenol: cycloolefin 1:1-5; 1-5:1. Mainly *o*-isomers were obtained (26-30%) by alkylation in three-neck flask at 140° , whereas under the same conditions in the conductive system *p*-isomers are obtained.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. X. И. Арешидзе, Г. О. Чивадзе, В. В. Хахнелидзе, Л. И. Балахшвили. Нефтехимия, т. 17, № 6, 1977, 852.
2. X. И. Арешидзе, Г. О. Чивадзе, В. В. Хахнелидзе, Л. З. Чхеидзе. Сообщения АН ГССР, 95, № 3, 1979, 617.
3. X. И. Арешидзе, Г. О. Чивадзе, М. В. Курашев, В. В. Хахнелидзе. Нефтехимия, 19, № 2, 1979, 188.
4. X. И. Арешидзе, Г. О. Чивадзе, В. В. Хахнелидзе. Нефтехимия, 21, № 4, 1981, 523.

Ш. Д. САБЕЛАШВИЛИ, К. К. ХАЧАТУРЯН, М. С. МЕРАБИШВИЛИ

АДСОРБЦИЯ CO_2 НА ПРИРОДНЫХ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ КЛИНОПТИЛОЛИТАХ

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 10.2.1984)

Развитие промышленности приводит к загрязнению окружающей среды. С целью сохранения чистоты воздушного бассейна перед многими производствами стоит вопрос об удалении из промышленных газообразных выбросов таких агрессивных газов, как SO_2 , H_2S , окислы азота, CO_2 и др. Выбор подходящего метода очистки выбросов зависит от природы улавливаемого вещества.

Большое количество работ посвящено исследованию сорбционных свойств природных и синтетических цеолитов по CO_2 и другим кислым компонентам [1—5]. Однако еще недостаточно выявлены возможности использования цеолитов, в основном природных, в различных технологических процессах очистки и одновременной осушки газов и жидкостей от кислых примесей.

Целью данной работы являлось исследование адсорбционной способности природных клиноптилолитов различных месторождений по CO_2 в динамических условиях. Так как известно, что в газовом потоке всегда присутствует влага, то в связи с этим нами рассматривался также вопрос о ее влиянии на адсорбционную способность клиноптилолитовой породы по отношению к CO_2 .

В качестве исходного сырья были использованы клиноптилолит-содержащие породы Чугуевского (КлЧг-8), Тедзамского (КлТ-5, КлТ-7), Якутского (КлХн), Ноемберянского (КлН-Ц-5) и Ай-Дагского (КлАД-9) месторождений, в которых содержание клиноптилолита достигает ~ 80%.

Исследование проводилось в динамических условиях на лабораторной установке [6]. В ходе эксперимента снимались выходные кривые адсорбции CO_2 . Для определения концентрации двуокиси углерода за слоем цеолита использовался метод хроматографического анализа. Исследование проводилось при следующих условиях: наполнитель колонки (длина колонки 1 м, диаметр 0,3 см) — порapak Q зернением 80—100 меш, температура нагрева колонки хроматографа 30°C , газ-носитель — гелий, скорость газа-носителя 20 мл/мин, объем вводимой пробы 0,8 мл. Исходная концентрация CO_2 принималась равной 19,6 мг/л, или 1 об. %.

Подготовка цеолита к опыту состояла в его прокаливании при температуре 300°C с одновременной продувкой сухим азотом в течение 3 часов. В этих условиях достигалось практически полное обезвреживание цеолита. После регенерации цеолит охлаждался до температуры опыта, а затем через него пропускалась смесь CO_2 (или $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) с азотом до тех пор, пока не устанавливалось адсорбционное равновесие.

Процесс совместного удаления паров воды и CO_2 в основном определяется адсорбцией двуокиси углерода. Поэтому основной характеристикой цеолитов для данного случая является их адсорбционная способность по последней.

В таблице приведены результаты определения сорбционной емкости исследуемых цеолитов при поглощении чистой CO_2 и CO_2 из смеси $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Для оценки активности природных цеолитов здесь же приведены динамические характеристики синтетического цеолита СаА.

Динамическая активность цеолитов по CO_2 и $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ($\text{Co}_{\text{CO}_2} = 19,6$ мг/л;
 $\text{Co}_{\text{H}_2\text{O}} = 15,2 \pm 0,9$ мг/л)

Наименование образцов	Динамическая активность, г/100 г	
	CO_2	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
КлЧг-8	2,74	2,22
КлТ-5	0,30	—
КлТ-7	0,35	—
КлХн	0,55	—
КлН-Ц-5	1,92	1,35
КлАД-9	2,75	2,13
СаА	6,13	4,91

Из данных таблицы следует, что образцы клиноптилолитов исследуемых месторождений в природном виде не являются активными адсорбентами по CO_2 и значительно уступают синтетическому цеолиту СаА, особенно цеолиты из Тедзами и Якутии. Динамическая активность всех взятых образцов по CO_2 уменьшается по ряду:

$$\text{КлАД-9} \geq \text{КлЧг-8} > \text{КлН-Ц-5} > \text{КлХн} > \text{КлТ-7} \geq \text{КлТ-5}.$$

Так как цеолиты преимущественно сорбируют воду, то при адсорбции двуокиси углерода из смеси $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ должно наблюдаться уменьшение емкости сорбента. В наших опытах при поглощении цеолитами двуокиси углерода в присутствии паров воды происходит снижение динамической активности по CO_2 на 20—30% по сравнению с адсорбционной способностью по чистой CO_2 . Полученные результаты находятся в согласии с имеющимися литературными данными [7].

Причиной сильно заниженной адсорбируемости двуокиси углерода цеолитами Тедзами и Якутии является, вероятно, то, что они богаты катионами кальция (КлТ-5, КлТ-7) и натрия (КлХн). По-видимому, эти катионы блокируют входные отверстия каналов цеолита, препятствуя проникновению в них молекул CO_2 .

Из литературных данных известно, что при замещении кальция и натрия катионами калия последние локализуются в иных позициях, делая структуру цеолита более открытой [8].

С целью улучшения сорбционной емкости по CO_2 отмеченные выше образцы были подвергнуты модифицированию. Модифицирование проводилось путем трехкратной обработки крупки цеолитов зернением 1÷1,25 мм 0,5 н. раствором КСl при комнатной температуре; отношение Т:Ж составляло 1:10; время одной обработки 1 час при постоянном взбалтывании. Образцы промывались до удаления ионов хлора.

На полученных образцах цеолитов в калиевой форме была изучена адсорбция чистой двуокиси углерода и CO_2 из смеси $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Экспериментальные данные показывают, что модифицирование отмеченных выше образцов цеолитов 0,5 н. КСl приводит к значительному улучшению их адсорбционной способности по CO_2 : так, динамическая активность по CO_2 клиноптилолита из Якутии в калиевой форме увеличивается в 7,3 раза по сравнению с природным образцом, а клиноптилолита Тедзами КлТ-5 — в 13 раз, что составляет 60—65% от динамической активности СаА.

Таким образом, на основании изучения динамики сорбции CO_2 установлено, что все исследуемые цеолиты в природном виде обладают невысокой активностью по двуокиси углерода и значительно усту-

пают синтетическому цеолиту СаА, за исключением КлЧг-8 и КлАД-9, динамическая активность которых составляет ~45% от активности СаА.

Модифицирование цеолитов (КлХн, КлТ-5) 0,5 н. раствором КСl приводит к значительному улучшению их адсорбционной способности по двуокиси углерода.

Кавказский институт
минерального сырья
им. А. А. Твалчрелидзе

(Поступило 10.2.1984)

ფიზიკური ქიმია

შ. საბელაშვილი, კ. ხაჩატურიანი, მ. მერაბიშვილი

CO_2 -ის ადსორბცია ბუნებრივ და მოდიფიცირებულ
კლინოპტილოლითებზე

რეზიუმე

დადგენილია, რომ გამოსაკვლევი ბუნებრივი კლინოპტილოლითშემცველი ტუფების უმეტესი ნაწილი, განსაკუთრებით თეძამისა და იაკუტიის საბადოს ცეოლითები, დაბალ აქტივობას ამჟღავნებს CO_2 -ის მიმართ და მნიშვნელოვნად ჩამორჩება СаА-ცეოლითის დინამიკურ აქტივობას.

თეძამისა და იაკუტიის საბადოების ნიმუშების მაგალითზე ნაჩვენებია, რომ მათი მოდიფიცირება 0,5 N KCl-ის ხსნარით არსებითად აუმჯობესებს (7—13-ჯერ) აღნიშნული საბადოების ცეოლითების სორბციულ უნარიანობას CO_2 -ის მიმართ.

PHYSICAL CHEMISTRY

Sh. D. SABELASHVILI, K. K. KHACHATURYAN, M. S. MERABISHVILI

ADSORPTION OF CO_2 ON NATURAL AND MODIFIED
CLINOPTILOLITES

Summary

In natural form, all the samples studied were found to possess low activity with respect to CO_2 and are considerably inferior to the synthetic zeolite CaA, with the exception of the clinoptilolites of the Chuguev and Ai-Dag deposits, the dynamic activity of which amounts to ~45% of the CaA activity.

Modification of zeolites (deposits of Hungur (Yakutia) and of Tedzami) with 0.5 n. solution of KCl leads to an improvement of their adsorptive capacity with respect to carbon dioxide; in this case the dynamic activity increases 7-13 times.



ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Л. Уротадзе, В. Д. Лукин, В. А. Астахов. ЖПХ, 48, № 12, 1975, 2680.
2. Г. В. Цицишвили, С. Л. Уротадзе, В. Д. Лукин, Р. М. Багиров. Сообщения АН ГССР, 81, № 2, 1976, 369.
3. Н. С. Торочешников, А. И. Сидоров, Н. В. Кельцев. Сб. «Цеолиты, их синтез, свойства и применение. М.—Л., 1965, 240.
4. Ц. Цанов, Ил. Галабова. Годишн. Висш. хим.-технол. ин-т (София), 24, № 4, 1981, 137.
5. А. А. Саламов, С. А. Гусейнов, А. И. Исмаилов. Азерб. хим. ж., № 6, 1981, 100.
6. К. К. Хачатурян, Ш. Д. Сабелашвили, М. С. Мерабишвили, О. М. Мдивнишвили. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле. 35, № 3, 1982, 59.
7. И. Н. Дияров, А. С. Михайлов, Г. Я. Романова, Н. Т. Шитовкин, В. Г. Козин, Р. Г. Галеева, Т. Р. Сафиулин. Сб. «Природные цеолиты». Тбилиси, 1979, 269.
8. Ш. Д. Сабелашвили, Т. Г. Андроникашвили, З. И. Коридзе. Сб. «Клиноптилолит». Тбилиси, 1977, 126.



Р. И. АГЛАДЗЕ (академик АН ГССР), Г. Ш. МАМПОРИЯ,
 Г. Н. МЧЕДЛИШВИЛИ

АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ МАРГАНЕЦ-ХРОМ В РАСТВОРЕ ХЛОРИСТОГО НАТРИЯ

В технике сверхвысоких частот применяются ферриты-хромиты марганца, содержащие 50—60 мол. % MnO , 3—20 мол. % Cr_2O_3 и 20—48 мол. % Fe_2O_3 [1].

Как показала практика, наиболее подходящим сырьем для синтеза ферритов являются смеси окислов или гидроокисей, полученные электрохимическим методом [2, 3].

Однако сведения, касающиеся получения смеси гидроокисей $Mn(OH)_2$ — $Cr(OH)_3$ — $Fe(OH)_2$ анодным растворением соответствующих металлов и сплавов, весьма ограничены.

С целью разработки технологии электрохимического получения окисного сырья моно- и полиферритов-хромитов системы MnO — Fe_2O_3 — Cr_2O_3 необходимо изучение электрохимического поведения как индивидуальных металлов, так и их сплавов.

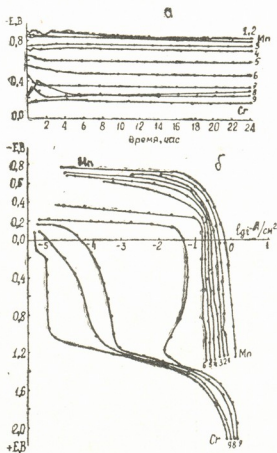


Рис. 1. Изменение потенциала во времени (а) и анодные поляризационные кривые (б) марганец-хромовых сплавов в 1 М растворе хлористого натрия. Обозначения кривых соответствуют номерам сплавов в таблице

В настоящей работе изучены особенности анодного поведения хрома, марганца и двойных сплавов системы марганец-хром в растворах хлористого натрия.

В исследуемых марганец-хромовых сплавах содержание хрома менялось от 10 до 90 вес. %.



Значения стационарных потенциалов марганец-хромовых сплавов, содержащих до 30% хрома, мало отличаются от стационарного потенциала марганца (1 М NaCl). С увеличением содержания хрома потенциалы сплавов облагораживаются, приближаясь к значению потенциала хрома. Характер кривых потенциал-время для всех сплавов одинаков (рис. 1,а).

Кривые поляризации марганец-хромовых сплавов, полученные потенциодинамическим методом, представлены на рис. 1,б. Из этих данных видно, что характер поляризационных кривых в 1 М растворе хлористого натрия для сплавов системы марганец-хром, содержащих до 60% хрома, одинаков.

В области отрицательных значений потенциалов $-0,75$ — $-0,20$ В наблюдаются горизонтальные участки ($b_a = 50$ мВ), соответствующие процессу анодного растворения сплавов с переходом в раствор двухвалентных ионов марганца и трехвалентных — хрома. При этом рН раствора повышается до 11,8.

С увеличением содержания хрома в сплавах горизонтальные участки смещаются в сторону положительных значений потенциалов. В интервале потенциалов $+1,1$ — $+1,4$ В хром из сплавов № 7—9 растворяется в виде шестивалентных ионов, а марганец — в виде Mn^{2+} .

Опыты показали, что при растворении двойных сплавов системы марганец-хром, содержащих до 60% Cr, растворы окрашиваются в цвета, характерные для $Mn(OH)_2$ — белый и $Cr(OH)_3$ — серо-голубой или зеленовато-голубой (см. таблицу).

Т а б л и ц а

Показатели процесса анодного растворения марганец-хромовых сплавов в 1 М растворе хлористого натрия (анодная плотность тока — 20 А/дм², продолжительность электролиза — 1 час)

№ сплавов	Состав сплава, %		Сила анодного тока, А	Объемная плотность тока, А/л	Напряжение на ванне, В	Температура электролита, °С	Выход по току, %	рН раствора конечный	Цвет осадка
	Cr	Mn							
1	0,	99,7	10	20	4,0	15	112,6	11,8	Белый
2	10,	90	4	8	3,9	17	123,4	11,8	Серо-голубой
3	20,	80	4	8	3,3	15	123,0	11,6	Серо-голубой
4	30,	70	4	8	3,8	14	123,0	11,5	Серо-голубой
5	40,	60	4	8	3,3	15	120,0	11,6	Серо-голубой
6	50,	50	4	8	3,8	19	119,0	11,6	Серо-голубой
7	60,	40	4	8	3,8	30	107,9	11,8	Серо-голубой
8	70,	30	4	8	4,9	18	106,9	6,0	Коричневый
9	80,	20	4	8	5,4	15	102,7	2,1	Желтый
	90,	10	4	8	5,0	14	101,7	1,8	Желтый
	99,6	0	4	8	5,0	10	100,0	1,4	Желтый

При анодном растворении марганец-хромовых сплавов, содержащих хром в количестве выше 60%, рН раствора понижается и достигает 1,8.

Переход в раствор составляющих компонентов марганец-хромовых сплавов с концентрацией хрома ниже 60% при их активном

растворении осуществляется равномерно, вследствие чего соотношение количеств обоих компонентов в осадке оказывается таким же, как в сплаве.

Для сплавов системы Mn—Cr область потенциалов, в которой наблюдается активное растворение, занимает промежуточное положение между потенциалами растворения соответствующих металлов. В данном случае активирующим металлом является марганец.

Равномерное растворение сплавов системы $Mn \neq Cr$ (до 60 вес.% Cr) можно объяснить на основе механизма растворения сплавов, предложенного авторами [4].

Равномерное растворение сплавов системы Mn—Cr (до 60 вес.% хромовых сплавов, применяемых для электрохимического получения ферритового сырья, граничной концентрацией хрома является $C_{Cr}^{rp} = 60\%$, разделяющая сплавы на две группы. При $C_{Cr}^{rp} > C_{Cr}^{rp}$ сплавы ведут себя, как марганец; при анодном растворении этих сплавов образуются гидроксиды марганца (Mn (II)) и хрома (Cr (III)) следовательно, возможно получение смеси гидроксидов заданного состава.

Когда $C_{Cr} > C_{Cr}^{rp}$, характер поляризационных кривых сплавов близок к хрому ($b_a = 90$ мВ). При анодном растворении таких сплавов хром ионизируется в виде шестивалентных ионов (Cr (VI)), а марганец — в виде гидроксиды Mn (II).

Академия наук Грузинской ССР
Институт неорганической химии
и электрохимии

(Поступило 21.11.1984)

ელემენტარობის

რ. აბლაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ზ. მამფორია,
ზ. მამფორია

მანგანუმ-ქრომის სისტემის უნაღწოებების ძველ ნატრიუმის
ქლორიდის ხსნარში

რეზიუმე

განხილულია Mn—Cr სისტემის უნაღწოებების ანოდური გახსნა ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარში. დადგენილია ქრომის ზღვრული კონცენტრაცია უნაღწოებებში ($C_{Cr}^{ul} = 60$ წონითი %).

იმ შემთხვევაში, როდესაც ქრომის რაოდენობა უნაღწოებებში $C_{Cr} < C_{Cr}^{ul}$, მიიღება მანგანუმის (Mn (II)) და ქრომის (Cr (III)) ჰიდროქსიდების ნარევი, ხოლო როცა $C_{Cr} > C_{Cr}^{ul}$ უნაღწოებების გახსნა მიმდინარეობს მანგანუმის ჰიდროქსიდის (Mn (II)) და ქრომის მეფავს წარმოქმნით.

R. I. AGLADZE, G. SH. MAMPORIA, G. N. MCHEDLISHVILI

ANODIC BEHAVIOUR OF MANGANESE-CHROMIUM SYSTEM
ALLOYS IN SODIUM CHLORIDE SOLUTIONS

Summary

Anodic dissolution of Mn-Cr system alloys in sodium solutions has been studied and the limiting concentration of chromium in the alloy established ($C_{lim}^{Cr} = 60$ wt. %). When chromium amount in the alloy $C^{Cr} < C_{lim}^{Cr}$, a mixture of manganese (Mn (II)) and chromium (Cr (III)) hydroxide is obtained; when $C^{Cr} > C_{lim}^{Cr}$, the dissolution of the alloys occurs with the formation of Mn (II) hydroxide and chromic acid.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. И. Рабкин, С. А. Соскин, Б. Ш. Эйнштейн. Ферриты. Л., 1968.
2. Р. И. Агладзе, М. Н. Джалиашвили, М. Ю. Лочошвили, Г. Ш. Мампория. Сб. «Структура и свойства ферритов». Минск, 1974.
3. Р. И. Агладзе, М. Н. Джалиашвили, Г. Ш. Мампория, Д. Л. Гогичадзе, Э. С. Кемоклидзе, С. В. Смыкова. Тез. докл. V межотрасл. конф. по ферритам. Донецк, 1975.
4. Г. М. Флорианович, Т. И. Ширинов. Тез. докл. VI Всесоюз. конф. по электрохимии, т. III. М., 1982.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Л. Н. ДЖАПАРИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР),
 Н. В. МЗАРЕУЛИШВИЛИ, Д. Г. ОТИАШВИЛИ, В. М. МДИВАНИ,
 М. Т. ДАДУНАШВИЛИ, Э. Н. БОЧОРАДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ $ZnSO_4-NH_4OH-H_2O$

Процесс осаждения цинка щелочами широко применяется как для его извлечения из растворов [1], так и для получения оксида или гидроксида цинка [2—4]. В качестве щелочных агентов чаще всего применяются NaOH или аммиак. Поэтому изучение системы Zn^{2+} — щелочь — H_2O является актуальным и ему посвящен ряд работ [5—8].

Так как аммиак является комплексообразующим аддендом, то при исследовании системы $Zn^{2+}-NH_4OH-H_2O$ авторами [7, 8] основное внимание было уделено процессу образования аммиакатов цинка.

В настоящей работе система $ZnSO_4-NH_4OH-H_2O$ исследована с целью выяснения влияния температуры реакционной среды, концентрации и ионного отношения $OH^-:Zn^{2+}$ на состав и свойства осадков, полученных взаимодействием NH_4OH с водным раствором сульфата цинка.

Т а б л и ц а 1

Результаты исследования системы $ZnSO_4-NH_4OH-H_2O$

OH ⁻ :Zn ²⁺ , n	Температура и концентрация ионов цинка в исходном растворе														
	10 °С 0,05 г-ион/л			20 °С 0,025 г-ион/л			40 °С 0,025 г-ион/л			60 °С 0,05 г-ион/л			60 °С 0,033 г-ион/л		
	С	Х	pH	С	Х	pH	С	Х	pH	С	Х	pH	С	Х	pH
0,25	4,27	14,6	6,83	2,18	12,8	6,24	2,14	14,4	6,13	4,35	13,0	5,74	2,84	13,9	5,74
0,50	3,53	29,4	6,93	1,73	30,8	—	1,72	31,2	6,26	3,40	32,0	5,75	2,40	27,3	5,75
1,00	1,95	61,0	7,00	0,65	74,0	7,04	1,02	59,2	6,44	2,40	52,0	5,95	—	—	5,95
1,5	0,68	86,4	7,72	0,25	90,0	7,38	0,34	86,4	6,68	0,95	81,0	6,20	0,49	85,2	6,20
1,7	0,25	94,2	7,72	0,05	98,0	7,34	0,15	94,2	7,10	0,39	92,5	6,36	0,25	95,4	6,36
1,8	0,19	96,1	7,83	0,02	99,0	7,67	0,07	97,1	7,26	0,12	97,6	6,86	0,10	97,1	6,86
1,9	0,17	—	7,94	0	100	8,20	0,05	98,1	7,67	0,05	99,0	7,25	0,05	98,5	7,25
2,0	0,10	98,1	8,50	0	100	8,36	0	100	7,91	0,02	99,5	7,52	0	100	7,52
2,5	—	—	—	0	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,0	—	—	—	0,15	94,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание: С — концентрация ионов цинка в растворе над осадком, г-ион·л⁻¹, 10³;
 Х — степень осаждения цинка, % от исходного

Указанную систему исследовали в основном с применением метода остаточных концентраций и измерения pH равновесных растворов [9]. Ионное отношение $OH^-:Zn^{2+}$, обозначаемое далее через n, изменяли в широких пределах. Цинк в равновесных растворах определяли трилометрическим методом, а ионы OH^- — титрованием соляной кислотой по метилоранжу.

Полученные осадки после тщательной промывки дистиллированной водой до отрицательной реакции на SO_4^{2-} ионы в воздушно-сухом состоянии анализировали химическим, термогравиметрическим и рентгеноструктурными методами анализов. Присутствие в осадках аммиака проверяли следующим образом: навеску осадка растворяли в серной кислоте и в полученном растворе с помощью прибора ОР-264/1



(Венгрия) определяли концентрацию ионов аммония, рН равновесных растворов измеряли на том же приборе с применением комбинированного стеклянного электрода.

Термогравиметрические исследования проведены на дериватографе системы «F. Paulik, J. Paulik, L. Erdey».

Систему $ZnSO_4-NH_4OH-H_2O$ исследовали в интервале температур 10—60°C при концентрации ионов цинка от 0,05 до 0,025 г-ион/л. Сводные данные и результаты исследования представлены в табл. 1.

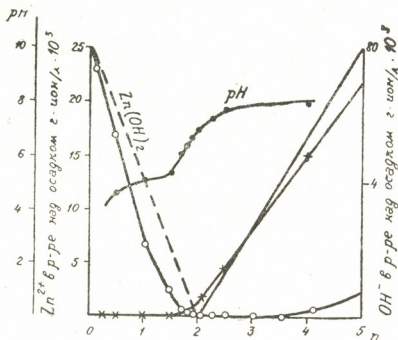


Рис. 1. Остаточные концентрации ионов цинка (o) и гидроксила (x) и рН равновесного раствора (●) в системе $ZnSO_4-NH_4OH-H_2O$

Результаты, полученные при исследовании системы в разных условиях, практически аналогичны. На рис. 1 в качестве примера приведены данные, полученные при температуре 20°C и концентрации ионов цинка 0,025 г-ион/л.

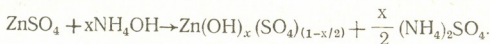
Таблица 2

Состав осадков, полученных в разных условиях

Исходная концентрация Zn^{2+} , г-ион/л	Т опыта, °C	рН осаждения	Ионное отношение, п	Состав осадка
0,025	10	6,83—8,35	0,25—2,0	$Zn(OH)_{1,6}(SO_4)_{0,2} \cdot nH_2O$
	20	6,24—8,36	0,25—2,0	$Zn(OH)_{1,7}(SO_4)_{0,15} \cdot nH_2O$
	40	6,13—6,68	0,25—1,5	$Zn(OH)_{1,7}(SO_4)_{0,15} \cdot nH_2O$
	40	7,10—7,91	1,70—2,0	$Zn(OH)_{1,8}(SO_4)_{0,1} \cdot nH_2O$
	60	7,52	2,0	$Zn(OH)_{1,9}(SO_4)_{0,05} \cdot nH_2O$
0,033	40	6,13—7,91	0,25—2,0	$Zn(OH)_{1,7}(SO_4)_{0,15} \cdot nH_2O$
	60	5,74—6,86	0,25—1,8	$Zn(OH)_{1,7}(SO_4)_{0,15} \cdot nH_2O$
	60	7,52	2,0	$Zn(OH)_{1,8}(SO_4)_{0,1} \cdot nH_2O$
0,05	10	6,83—7,72	0,25—1,5	$Zn(OH)_{1,7}(SO_4)_{0,15} \cdot nH_2O$
	10	7,83—8,50	1,80—2,0	$Zn(OH)_{1,9}(SO_4)_{0,05} \cdot nH_2O$
	60	5,74—7,52	0,25—2,0	$Zn(OH)_{1,9}(SO_4)_{0,05} \cdot nH_2O$
	60	7,52	2,0	$Zn(OH)_{1,9}(SO_4)_{0,05} \cdot nH_2O$

Как показывают эти данные, температура и концентрация ионов цинка в исходном растворе не влияют на степень осаждения цинка. На этот процесс заметное влияние оказывает ионное отношение п. Уже при значении п=1,8 не менее 96% цинка переходит из раствора в осадок.

Составы осадков, полученных в разных условиях, приведены в табл. 2. Во всех случаях осадки состоят из гидрокисульфатов цинка, образование которых можно изобразить следующей реакцией:



Значения x меняются от 1,6 до 1,9, и на эту величину в основном влияют температура и ионное отношение. С увеличением температуры системы доля ионов SO_4^{2-} в осадках уменьшается. С увеличением p происходит замещение ионов SO_4^{2-} ионами OH^- и тем самым уменьшение доли SO_4^{2-} в составе гидроксисульфата цинка.

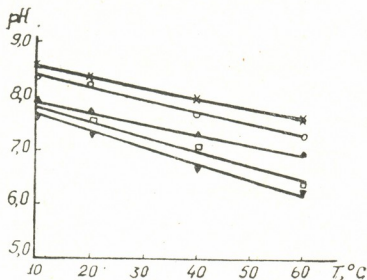


Рис. 2. Зависимость pH равновесного раствора от температуры при ионных отношениях: $p=x-2,0$; $o-1,9$; $\blacktriangle-1,8$; $\square-1,7$; $\blacktriangle-1,5$.

На равновесные значения pH влияют как p , так и температура реакционной среды. Из данных рис. 2 видно, что в интервале значений $p=1,5-2,0$ и $T=(10-60)^\circ\text{C}$ зависимость pH от температуры является прямолинейной и ее можно описать уравнением

$$\text{pH} = A + BT,$$

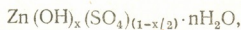
где A и B — постоянные, не зависящие от температуры, T — температура, $^\circ\text{C}$.

Величины коэффициентов A и B , определенные методом наименьших квадратов для разных значений p , сведены в табл. 3, и ими можно воспользоваться при осаждении цинка из сульфатного раствора аммиаком.

Таблица 3

p	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5
A	8,72	8,60	8,04	7,99	7,99
$B \cdot 10^2$	-2,008	-2,270	-1,963	-2,605	-3,075

Таким образом, исследование системы $\text{ZnSO}_4-\text{NH}_4\text{OH}-\text{H}_2\text{O}$ показало, что наиболее полного осаждения цинка аммиаком из сульфатных растворов можно добиться при $\text{pH } 8,72-0,0201 T$; полученные в разных условиях осадки представляют собой гидроксисульфаты цинка с общей формулой



где x меняется от 1,6 до 1,9. На эту величину существенное влияние оказывает температура реакционной среды.

Академия наук Грузинской ССР

Институт неорганической
химии и электрохимии

(Поступило 2.11.1984)



ლ. ჯაპარიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
 ნ. მზარეულშვილი, დ. ოტიშვილი, ვ. მდივანი, ვ. დაღუნაშვილი,
 ე. ბოჭორაძე

ZnSO₄—NH₄OH—H₂O სისტემის გამოკვლევა

რეზიუმე

ნარჩენი კონცენტრაციების მეთოდის გამოყენებით შესწავლილია ZnSO₄—NH₄OH—H₂O სისტემა საწყის ხსნარში თუთიის იონების სხვადასხვა კონცენტრაციისა და ტემპერატურის პირობებში.

ნაჩვენებია, რომ ყველა შემთხვევაში ნაღები შედგება თუთიის ჰიდროქსისულფატებისაგან, რომელთა შემადგენლობაზე გავლენას ახდენს იონური ფარდობა OH⁻ : Zn²⁺ და ტემპერატურა.

CHEMICAL TECHNOLOGY

L. N. JAPARIDZE, N. V. MZAREULISHVILI, D. G. OTIASHVILI, V. M. MDIVANI,
 M. T. DADUNASHVILI, E. N. BOCHORADZE

STUDY OF THE ZnSO₄—NH₄OH—H₂O SYSTEM

Summary

The title system has been studied by the method of residual concentrations. The composition of zinc hydroxy sulphates, formed under various initial concentrations of zinc and different temperatures, have been determined. It is shown that the most complete precipitation of zinc can be achieved at pH=8.72-0.0201 T.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. Vian *et al.* *Separ. Sci. and Technol.* 17, № 13-14, 1982-1983, 1511-1525.
2. Ямамито Иосикадзу, Хисано Сэйти. Японская заявка, кл. С 01 G 9/02, № 56—5324, 1981.
3. Ясухара Хирочи, Куно Сейити. Японская заявка, МКИ С 01 G 9/02, № 58—49616, 1983.
4. Накая Синья, Каван Талюцу. Японская заявка, МКИ, С 01 G 9/02, № 56—32813, 1982.
5. A. Vian *et al.* *Rev. Real acad. cienc exact., fis. y natur. Madrid* 76, № 4, 1982, 920-922.
6. И. В. Тананаев, Н. В. Мзареулишвили. *ЖНХ*, 1, № 10, 1956, 2216—2224.
7. Г. Г. Уразов, Р. С. Мхитарян. *Изв. АН АрмССР*, X, 1, 1957, 3—19.
8. Г. Г. Уразов, Р. С. Мхитарян. *Изв. АН АрмССР*, X, 2, 1957, 83—96.
9. И. В. Тананаев, Н. В. Мзареулишвили. *ЖНХ*, I, № 8, 1956, 1826.



А. Ш. КАНДЕЛАКИ, Е. А. ГАМКРЕЛИДЗЕ, Г. А. КУЧУХИДЗЕ

КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ДЕМЕТАЛЛИЗАЦИЯ НЕФТЯНЫХ МАСЕЛ С ЦЕЛЬЮ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЭМУЛЬСИЙ

(Представлено академиком Л. Д. Меликадзе 25.11.1983)

Успешное развитие различных отраслей тяжелой промышленности — металлургии, машиностроения, металлообработки — тесно связано с созданием различного ассортимента современных масляных и вододсмешиваемых смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС) сложных многокомпонентных композиций, состоящих из углеводородной основы или воды (60—95%) и присадок. В связи с этим разработка высококачественной углеводородной основы для смазочно-охлаждающих технологических сред является актуальной проблемой, тесно связанной с повышением надежности, экономичности и срока службы этой группы смазочных материалов. Ранее [1, 2] была показана целесообразность использования марганцевого катализатора в условиях деметаллизации масляных дистиллятов.

Цель настоящей работы — на базе низкокачественных остаточных масел Краснодарской нефти разработать новый СОТС для среднего и тонкого волочения медных и алюминиевых проволок кабельной промышленности. Учитывая положительную роль деметаллизации для

Т а б л и ц а 1

Физико-химические свойства остаточного масла до и после деметаллизации

Показатели	Остаточное масло	
	до очистки	после очистки
Плотность, ρ_4^{20}	0,899	0,890
Вязкость, ССт при 50° С	168,31	154,29
при 100° С	21,64	20,66
Индекс вязкости	85	88
Коксуемость, % (по массе)	0,56	0,43
Температура, °С		
— вспышки (в закрытом тигле)	216	232
— застывания	-17	-15
Цвет (в мм) по КН-51 стекло № 4, при разбавлении, % 15 : 85		
Содержание серы, % масс	17	5
Содержание металлов, % масс	1,1	0,7
— железо	$0,99 \cdot 10^{-4}$	$0,81 \cdot 10^{-5}$
— ванадий	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$0,98 \cdot 10^{-5}$
— никель	$0,95 \cdot 10^{-4}$	$0,80 \cdot 10^{-5}$
— медь	$0,83 \cdot 10^{-4}$	$0,71 \cdot 10^{-5}$
— свинец	$0,71 \cdot 10^{-4}$	$0,63 \cdot 10^{-5}$

удаления нежелательных микроэлементов, процесс велся в автоклаве периодического действия с целью максимальной очистки, в результате чего были подобраны наиболее оптимальные режимные параметры:

температура 300—325°C, давление около 40 ат, концентрация водорода 85—87 объемн. %, продолжительность процесса 2 часа.

Свойства остаточного масла из краснодарской нефти до и после деме­таллизации представлены в табл. 1.

В результате деме­таллизации существенно улучшился цвет масла и степень дезодорации. Выход очищенного масла составил 98—99%. Очищенное масло подвергалось длительному производственному испытанию в качестве компонента СОТС на операцию тонкого волочения медной проволоки. Каждый раз приготавливался следующий состав СОТС:

масло—10 кг

мыло—10 кг

вода—980 кг

Сопоставительную оценку эксплуатационных испытаний проводили по количеству протянутого металла (медная проволока), обрывае­мости проволоки, продолжительности работы, расход нового состава эмульсии, а также по изменению физико-химических свойств.

В процессе испытаний было установлено, что обрываемость про­волоки снизилась в два раза, увеличились скорости волочения и выход готовой проволоки.

Результаты испытания нового и существующих составов эмуль­сии даны в табл. 2.

Результаты испытания исходного, очищенного, остаточного и контрольного веретенного масел

№	Показатели	СОТС на основе исходного остаточного масла	СОТС на основе очищенных остаточн. масла	СОТС на основе веретенного масла
1	Скорость волочения, м/мин	400—450	600—700	350—400
2	Протянуто проволоки, кг	243	296	186
3	Число обрывов при изготовлении 1 кг про­волоки	10	5	12
4	Длительность испытания, месяцы	3	3	3

Как видно из табл. 2, разработанный состав СОТС на основе очи­щенных остаточных масел краснодарской нефти обладает высокими смазочно-охлаждающими технологическими характеристиками, что позво­ляет значительно снизить брак и не оказывает вредного влияния на окружающую среду. Полученные медные изделия после волочения по всем показателям отвечают нормам ГОСТа. В то же время разра­ботанная СОТС на основе остаточных масел в два раза дешевле, чем СОТС на основе веретенного масла, применяемая в кабельной про­мышленности.

Необходимо отметить благоприятное влияние мыла на биостой­кость испытуемых составов СОТС. Как известно, микробное пораже­ние водосмешиваемых смазочно-охлаждающих смесей является основ­ной причиной уменьшения срока службы. Количество бактериальной микрофлоры в испытуемых композициях не превышало $1 \cdot 10^3$ — $3 \cdot 10^3$ кл/мл, а грибы отсутствовали вообще, что указывает на удов­летворительную биостойкость разработанного состава.

Опыты, проведенные в производственных условиях, показали, что результаты лабораторных и промышленных исследований совпадают как по качественным показателям полученных продуктов, так и по длительности безостановочной работы установок волочения.

Кутаисский политехнический институт

Предприятие «Грузкабель» г. Зестафони

ა. კანდელაკი, ე. გამკრელიძე, გ. კუჩუხიძე

ნავთობის ზეთების კატალიზური დემეტალიზაცია მისი შემოქმედებით-
გამცინებელი ემულსიის სახით გამოყენების მიზნით

რეზიუმე

კრასნოდარის ნავთობის ნარჩენი ზეთების დემეტალიზაციით მანგანუმის კატალიზატორზე დამუშავებულია შემზეთ-გამცინებელი ემულსია კაბელის წარმოებაში სპილენძის მავთულის გაწელების პროცესში.

დადგენილია დემეტალიზაციის პროცესის პარამეტრები: ტემპერატურა 300—325° და წნევა 40 ატმ. წყალბადის კონცენტრაცია — 85—87 მოც. %, პროცესის ხანგრძლივობა — 2 საათი.

ჩატარებულია შედარებითი შეფასება საექსპლოატაციო გამოცდისა გაწე­ლილი ლითონის რაოდენობაზე, სადენის წყვეტადობაზე, მუშაობის ხანგრძლი­ვობასა და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შეცვლაზე.

დადგინდა, რომ სადენის წყვეტადობა შემცირდა 2-ჯერ, გადიდა მისი წელვადობა, სიჩქარე და გაიზარდა პროდუქციის გამოსავალი.

CHEMICAL TECHNOLOGY

A. Sh. KANDELAKI, E. A. GAMKRELIDZE, G. A. KUCHUKHIDZE

CATALYTIC DEMETALLIZATION OF PETROLEUM OILS WITH
A VIEW TO THEIR APPLICATION IN THE PRODUCTION OF
LUBRICATING-COOLING EMULSIONS

Summary

By demetallization of low-quality residual oils of Krasnodar oil on manganese catalyst, a lubricating-cooling emulsion has been obtained for the average and fine drawing of Cu and Al wires used in the cable industry.

The regime parameters of the demetallization process have been determined: temperature, 300-325°C; pressure, 40 atm.; hydrogen concentration, 85-87 vol%; process duration, 2 hr.

A comparative evaluation was made of service tests for the volume of the drawn metal, wire-breaking, service-life, as well as the change of physicochemical characteristics.

Wire-breaking was found to decrease, by one half, while its drawing rate and the yield of the ready production increased.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Патент США, кл. 208—213, № 4045331, 1977г.
2. А. Ш. Канделаки, Ц. В. Порчхидзе. Сообщения АН ГССР, 110, № 1, 1983.

О. Е. МОДЕБАДЗЕ, Г. В. МЕПАРИШВИЛИ, Т. С. ХАЧАПУРИДЗЕ,
В. Н. БАКРАДЗЕ, Г. Р. КАПАНАДЗЕ, М. А. КУПРАВА

РЕНТГЕНОФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД, ПОДВЕРГНУТЫХ ВОЗДЕЙСТВИЮ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом академии Т. Г. Андроникашвили 24.5.1984)

В данной работе рентгенофазовому анализу были подвергнуты мраморы месторождений Коэлга и Дизи, а также мраморовидный известняк Салиетского (ГССР) месторождения до и после воздействия лазерного излучения. Цель работы — выявление минералогического состава карбонатных пород в поверхностном слое реза и использование результатов рентгенофазового анализа при разработке технологических параметров резки мрамора лазерным излучением как для мраморов, близких по структуре и генетическому происхождению, так и для отличающихся по данным свойствам и содержанию инородных примесей.

Дифрактограммы получены дифрактометром ДРОН-3 с использованием излучения CuK_α . Образцы для исследования (в виде порошков) сняты с поверхностных слоев разрезанного материала, непосредственно подвергнутых воздействию лазерного излучения.

Рентгенограммы образцов мрамора вышеназванных месторождений представлены на рис. 1, 2, 3. Они показывают, что характер воздействия лазерного излучения на фазовый состав исследуемых образцов мрамора и известняка этих месторождений качественно идентичен. В частности, под воздействием температуры, как отмечалось ранее [1], происходит разложение кальцита.

Вместе с тем, рентгенограммы указывают на то, что часть оксида кальция до воздействия нагретой воды или паров воды в результате гидратации на воздухе переходит в гидроксид кальция. Например, на рентгенограмме образца известняка месторождения Салиети, не подвергнутого воздействию лазерного излучения (рис. 3,а), как и следовало ожидать, обнаруживаются максимумы дифракционного отражения (линии, соответствующие межплоскостным расстояниям), характерные для CaCO_3 ; после же воздействия лазерного излучения на образцы салиетского месторождения высота максимумов, соответствующих CaCO_3 , сильно понижается (интенсивность линии кальцита убывает), но появляются довольно интенсивные линии, соответствующие содержанию достаточного количества $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Вместе с тем, некоторые слабые дифракционные максимумы на приведенной рентгенограмме говорят о наличии в мраморовидном известняке салиетского месторождения небольших инородных примесей.

Несмотря на общее сходство рентгенограмм мраморов Коэлги и Дизи и мраморовидного известняка Салиети, дифракционные максимумы CaO на рентгенограммах образцов Коэлги (рис. 1) и Дизи (рис. 2) после воздействия лазерного излучения значительно ниже, а интенсивность аналогичных максимумов CaCO_3 выше аналогичных максимумов на рентгенограмме образца салиетского месторождения (рис. 3). Данное обстоятельство показывает, что при идентичных технологических условиях резки мрамора лазерным лучом разложение кальцита в мраморовидном известняке салиетского месторождения



происходит более интенсивно, чем в образцах мраморов месторождений Коэлга и Дизи. Вместе с тем, для достижения одинаковой глубины реза скорость перемещения лазерного луча в случае мраморовидного известняка салиетского месторождения при остальных идентичных условиях должна быть меньше, чем в случае мраморов Коэлга и Дизи, что в первую очередь должно быть связано с наличием тугоплавких примесей в образцах салиетского месторождения.

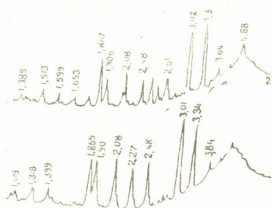


Рис. 1. Рентгенограммы мрамора месторождения Коэлга до (1) и после (2) воздействия лазерного излучения с использованием водяного пара



Рис. 2. Рентгенограммы мрамора месторождения Дизи до (1) и после (2) воздействия лазерного излучения с использованием водяного пара

Таким образом, на основании интерпретации результатов рентгенофазового анализа образцов месторождений Коэлга и Дизи, подвергнутых воздействию мощного лазерного излучения, установлено, что в зависимости от плотности мощности, а также скорости применяемого лазерного излучения изменяется степень разложения основного соответствующего компонента мрамора — кальцита (при этом обнаруживается присутствие некоторых инородных примесей в исследуемых образцах мрамора и мраморовидного известняка).

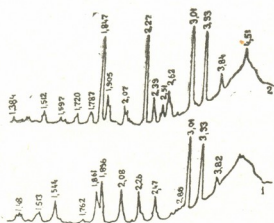


Рис. 3. Рентгенограммы мраморного известняка месторождения Салиети до (1) и после (2) воздействия лазерного излучения с использованием водяного пара

С другой стороны, при сравнении результатов рентгенофазового анализа образцов мраморов месторождений Коэлга и Дизи и мраморовидного известняка Салиети (и других месторождений) также четко установлено, что в зависимости от структуры и генетического происхождения мрамора (или мраморовидных известняков) в определенной мере изменяется степень разложения кальцита в идентичных условиях технологической обработки лазерным излучением.

Интерпретация результатов проведенных экспериментальных исследований показала, что для полного разложения кальцита толщиной 1—2 мм (на глубине 30—40 мм) при резке мраморов месторождений Коэлга и Дизи с применением CO_2 -излучения ($\lambda=10,6$ мкм) установки «Кардамон-33» (мощность — 0,8 кВт) лазерный луч следует передвигать со скоростью 2,5—3 м/час при плотности мощности лазерного излучения $1,5 \cdot 10^5$ Вт/см². Экспериментами выявлено также, что излучение CO_2 -лазера эффективно поглощается ($K=56$ см⁻¹) кальцитом [2].

Можно сделать и другой, не менее значительный, вывод: если для мраморов месторождений Коэлга и Дизи технологические параметры резки лазерным лучом в общем виде мало отличаются друг от друга (из-за сходных физико-химических свойств мраморов данных месторождений) и составляют величины одного порядка, то для мраморов (и мраморовидных известняков) других месторождений (например, Салиетского) параметры резки существенно отличаются от рекомендуемых в данной работе. Суть значительного расхождения состоит не только в различии структуры и генетического происхождения породы, но и в присутствии инородных примесей (например, различных кварцитов и др.). Как правило, тугоплавкие примеси значительно осложняют процесс резки мрамора, так как повышают значение необходимой плотности, энергии лазерного луча, что, в свою очередь, увеличивает размеры повреждений поверхности от кромки реза и повышает степень частичного разложения кальцита в смежных с полостью реза областях мрамора или мраморовидного известняка. При резке мрамора с большим количеством инородных тугоплавких примесей необходимо разработать другую технологию резки с применением, например, излучения мощных импульсных лазеров.

Наконец, следует отметить, что оптимальные условия резки мрамора, установленные на основе данных рентгенофазового анализа, хорошо согласуются с результатами, полученными ранее [3] с применением петрографического и других методов исследований структуры мрамора и мраморовидных известняков.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 31.5.1984)

კიბერეტიკის ინსტიტუტი

მ. მოღვაძე, ვ. მუხარცხიანი, |თ. ხაბაშვილი|, ვ. ბატრაძე, ვ. კახანაძე,
ა. კუპრაშვილი

კარბონატული ჯიშების რენტგენულფაზური ანალიზი მათემა-
ტიკური გამოთვლებით შემოქმედებისას

რეზიუმე

ნაშრომში გადმოცემულია კოელგას, დიზის და სალიეთის ადგილმდებარეობის კარბონატული ჯიშების რენტგენულფაზური ანალიზის შედეგები მათემატიკური გამოთვლებით შემოქმედებისას.

რენტგენულფაზური ანალიზის შედეგების განხილვის საფუძველზე დადგინდა, რომ CO_2 -ლაზერის გამოყენებით ($\lambda=10,6$ მკმ) კოელგისა და დიზის მარმარილოების ჭრისას ოპტიმალურია ლაზერის სხივის გადაადგილების სიჩქარე 2,5—3 მ/სთ, ხოლო გამოთვლების სიმძლავრის სიმკვრივე $1,5 \cdot 10^4$ ვტ/სმ².

О. Е. MODEBADZE, G. V. MEPARISHVILI, T. S. KHACHAPURIDZE,
V. N. BAKRADZE, G. R. KAPANADZE, M. A. KUPRAVA

ROENTGEN-PHASE ANALYSIS OF CARBONATE ROCKS SUBJECTED TO LASER EMISSION

Summary

Some results of roentgen-phase analysis of carbonate rocks in the Koelga, Dizi and Salietai fields, subjected to laser emission, are discussed. When marble in the Koelga and Dizi fields is cut with CO_2 -laser emission ($\lambda=10.6$ mkm) the rate of laser beam travel within $2.5=3$ m/h was found to be optimal, the density of emissive power being $1.5 \cdot 10^4$ W/cm².

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. О. Е. Модебадзе, Г. В. Мепаришвили и др. Сообщения АН ГССР, 106, № 1, 1983, 71.
2. Л. И. Миркин. Физические основы обработки материалов лучами лазера. М., 1975, 383.
3. В. В. Кузнецов, Ю. И. Протасов. Разрушение горных пород ИК-излучением. М., 1980.

Ф. Д. МАЙСАДЗЕ

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПАЛЕОГЕНОВЫХ НОРМАЛЬНО-ОСАДОЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ КВАЙСИНСКОГО РАЙОНА

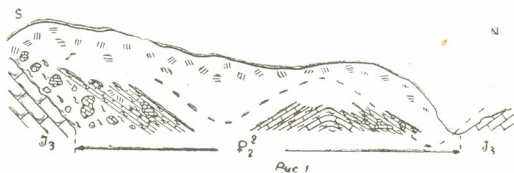
(Представлено академиком А. Л. Цагарели 27.3.1984)

Палеогеновые образования в Квайсинском районе представлены двумя различными фациями: палеоцен-верхнеэоценовыми нормально-осадочными породами и верхнеэоценовыми олистостромами (свита глыбовых брекчий) [1].

Нормально-осадочные образования развиты в южной части изученного района. Часто эти отложения с базальными образованиями несогласно налегают на меловые и более древние породы. Возраст нормально-осадочных пород до настоящего времени определялся как средний и верхний эоцен [2, 3]. В результате проведенных нами совместно с И. П. Гамкрелидзе работ выяснилось, что в восточной части изученного района (в бассейне р. Варах-ком) в строении нормально-осадочных отложений принимает участие также палеоцен-нижний эоцен. Существование последних в рассматриваемом районе отмечалось лишь в штольне Квайсинского месторождения [4].

Олистостромы, представляющие собой регрессивные образования, в основном сложены олистолитами верхнеюрских известняков и вулканитов байосской порфириновой серии. Надвиг флишевых отложений перекрывает северную полосу распространения олистостромов, частично перемещая их к югу, в результате чего олистостромы находятся в тектоническом контакте с разновозрастными отложениями, в том числе и с верхнеэоценовыми автохтонными нормально-осадочными породами.

Изучение ряда новых разрезов палеогеновых нормально-осадочных отложений представляет определенный интерес для уточнения некоторых вопросов стратиграфии рассматриваемых образований и геологического строения района. Одним из таких участков является ущелье р. Варах-ком (левый приток р. Грамула). Здесь имеются два разреза палеогеновых отложений, обнажающихся в русле реки и на ее левом склоне.



На левом склоне р. Варах-ком, вдоль аробной дороги, с юга на север прослеживается следующая последовательность пород (см. рис. 1):

1. Массивные органогенно-детритовые рифогенные известняки.
2. Глыбовая брекчия, состоящая из включений верхнеюрских и меловых известняков, с преобладанием первых. Обломки известняков



в основном угловатых форм, хотя часть из них носит следы окатанности. В поперечнике размеры обломков варьируют в пределах 0,2—7 м. Большими размерами характеризуются верхнеюрские известняки. Цементом служат сланцеватые мергели, содержащие следующий комплекс фораминифер: *Subbotina eocaenica* (Ferq.), *Subbotina trilocolinoides* (Plumm.), *Acarinina pseudotopilensis* Subb., *Acarinina acarinata* Subb., *Acarinina bullbrookii* (Bolli), *Globorotalia aragonensis* Nutt. (определение Г. Годердзишвили, в шлифах): 20—22 м.

3. Чередование плагиоклаз-кварцевых среднезернистых карбонатных песчаников и песчаных мергелей. Падение слоев 20—25°/20—30° 3—4 м.

4. Крупнообломочный конгломерат, состоящий в основном из хорошо окатанных обломков известняков. Цемент представлен карбонатом. 2—2,5 м.

5. Чередование плагиоклаз-кварцевых мелкозернистых карбонатных песчаников и песчаных плотных мергелей. В последнем наблюдается включение глыбы слонстого известняка величиной 4×8 м. 8 м.

Перерыв в обнажении 15—20 м.

6. Плотные органогенно-детритовые песчаные известняки с прослоями более мягких мергелей с микрофауной. Азимут падения слоев здесь южный, что обусловлено наличием синклинали, северное крыло которой слагается описанной пачкой. Мульда синклинали не обнажается. Падение слоев 170°∠20—25° 7—8 м.

7. Спорадические обнажения плотных песчаных мергелей с прослоями песчано-глинистых известняков. В этих отложениях наблюдается хорошо выраженная антиклиналь, северное крыло которой имеет азимут падения слоев 15—20°∠30—35° (южное крыло слагает пачка 6). Ширина сводовой части антиклинали 30—35 м.

8. Сланцеватые песчаные мергели, в которых наблюдаются два включения массивных органогенно-детритовых известняков (1,2×0,6 и 5×7 м), литологически схожих с известняками мела. В первом из них содержатся конкреции кремня. В непосредственной близости от последнего включения имеется прослойка (5—7 см) среднеобломочного гравелита, состоящего исключительно из обломков вулканогенных пород. Цементом в гравелите служит карбонатное вещество. Падение слоев 20°∠25—30° 10—12 м.

9. Аналогичные песчаные сланцеватые мергели с включением глыбы (3×5 м) известняка 5—6 м.

Затем следуют спорадические выходы тех же сланцеватых песчаных мергелей, слагающих небольшую синклинали.

10. Массивные рифогенные известняки с останцами на них ранее описанных мергелей с южным падением слоев.

В приведенном разрезе по макроскопическим признакам пачки 1 и 10 относятся к верхней юре, пачка 2 содержит комплекс нижне- и среднеэоценовой микрофауны. По геологическим соображениям, эта пачка должна датироваться началом среднего эоцена. Пачки 3—9 по их стратиграфическому положению в разрезе должны быть отнесены также к среднему эоцену, хотя в этих отложениях содержится комплекс палеоцен-нижнеэоценовой микрофауны, находящейся, по-видимому, во вторичном залегании.

Описанный разрез среднего эоцена, наряду с мощной базальной формацией, примечателен и тем, что в нем впервые были обнаружены включения экзотических глыб в нормально-осадочных образованиях палеогена.

Другой разрез рассматриваемых отложений обнажается в самом русле р. Варах-ком, недалеко от вышеописанного разреза.

Здесь, над верхнеюрскими известняками (с юга на север) после некоторого перерыва в обнажении следуют нормально-осадочные от-

ложения, представленные чередованием плотных пелитоморфных глинистых известняков и песчаных сланцеватых мергелей. В них наблюдаются отдельные прослойки плагиоклаз-кварцевых карбонатных песчаников.

В мергелях и известняках на разных стратиграфических уровнях данного разреза в значительном количестве содержится фораминиферная микрофауна, представленная следующим комплексом палеоценового возраста: *Subbotina eoacaenica* (Ferg.), *Acarinina acarinata* Subb., *Acarinina* sp., *Globorotalia marginodentata* sbb., *Globorotalia* sp., *Nuttallides trumpyi* Nutt., *Subbotina trisoculinoides* (Plumm.), *Subbotina eoacaenica* (Ferg.), *Bulimina* sp., *Globorotalia membranacea* (Ehrenb.).

Палеоценовый комплекс фораминифер обнаружен еще в 14 шлифах данного разреза (определение Г. Годердзшвили).

Далее к северу наблюдается тектонический контакт между описанными отложениями и верхнеюрскими известняками. Последние надвинуты с севера на юг, перекрывая верхнюю часть разреза. Азимут падения плоскости надвига $15^\circ \angle 60^\circ$.

Видимая мощность рассматриваемых отложений в данном разрезе составляет 190—200 м. Верхняя часть их, по-видимому, представлена нижним эоценом. По данным бурения (скв. 282, 283, 297), истинная их мощность в бассейне р. Варах-ком равна 250—300 м.

Сравнивая описанные разрезы, можно отметить некоторые различия между ними. В частности, в разрезе по руслу р. Варах-ком известняки играют более значительную роль. Если в первом разрезе (вдоль аробной дороги) хорошо фиксируются пликативные структуры, то во втором (по руслу реки) слои характеризуются моноклинальным северным падением.

Таким образом, приведенный новый фактический материал позволил впервые установить в поверхностных обнажениях Квайсинского района присутствие палеоцен-нижнеэоценовых отложений, а также наличие экзотических глыб в нормально-осадочных образованиях палеогена.

Академия наук Грузинской ССР
 Геологический институт
 им. А. И. Джанелидзе

(Поступило 29.3.1984)

გეოლოგია

ფ. მანსაძე

ახალი მონაცემები კვანისის რაიონის პალეოგენური ნორმულ-დანალექი წარმონაქმნების შესახებ

რეზიუმე

საკვლევ რაიონში პალეოგენური ნალექები წარმოდგენილია ორი ფაცეისით: ნორმულ-დანალექით და ოლისტოსტრომებით. ნორმულ-დანალექი ქანების ასაკად მიღებული იყო შუა და ზედა ეოცენი. ჩატარებული სამეზობლის შედგად დადგინდა, რომ მათ აგებულებაში მონაწილეობენ აგრეთვე პალეოცენური და ქვედაეოცენური ასაკის ნალექებიც. ამასთან პირველად იქნა დადგენილი ნორმულ-დანალექი ქანებში კირქვის ლოდების ჩანართების არსებობა.

F. D. MAISADZE

NEW DATA ON THE PALEOGENE NORMAL-SEDIMENTARY
FORMATIONS OF THE KVAISA AREA

Summary

In the title area Paleogene sediments are represented by two facies: normal sediments and olistostromes. The age of the normal-sedimentary rocks is related to the Middle-Upper Eocene. Investigations have shown that Paleogene and Lower Eocene sediments also take part in their composition; the presence of inclusions of limestone blocks in the normal-sedimentary rocks was established for the first time.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Ф. Д. Майсадзе. Сообщения АН ГССР, 57, № 2, 1970.
2. Ф. Д. Майсадзе. Сообщения АН ГССР, 58, № 2, 1970.
3. Н. С. Бендукидзе. Сообщения АН ГССР, 12, № 9, 1951.
4. В. Р. Надирадзе и др. Сб. «Эндогенные рудные формации Юго-Осетии и Абхазии». Тбилиси, 1976.



П. О. ДЖИДЖЕЙШВИЛИ, Р. Л. ШАВИШВИЛИ

ГЕОКИНЕМАТИКА ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. П. Гамкрелидзе 2.6.1985)

Объект исследования по тектонической схеме П. Д. Гамкрелидзе [1] охватывает подзону восточного погружения антиклинория Главного Кавказского хребта, зону известнякового Дагестана и Казбекско-Сарыбашскую зону, а также Кусаро-Дивичинский прогиб и южную часть Терского прогиба.

В работе была поставлена задача на основании сейсмических данных выделить сейсмоактивные блоки и установить характер их относительных движений и напряженное состояние региона. Для этой цели были изучены механизмы очагов около 100 землетрясений, расположенных в исследуемой области, первые вступления которых четко отмечены на сейсмограммах. Построения и вычисления проводились по стандартной методике, разработанной А. В. Введенской [2]. Полученные результаты мы сравнивали с различными геофизическими полями и разломной тектоникой региона. В результате была построена карта, на которой выделены отдельные сеймотектонические блоки (рис. 1). Из карты видно, что в западной части региона

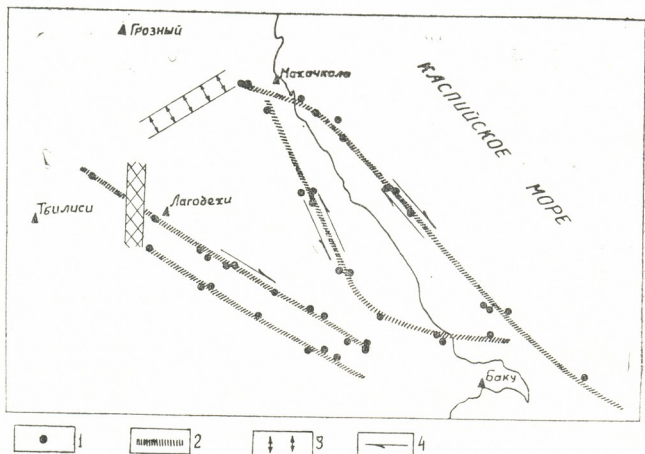


Рис. 1. Условные обозначения: 1 — эпицентры землетрясений, 2 — глубинные разломы, 3 — зона растяжения, 4 — направления смещений

выделяется узкая полоса зоны растяжения, которая протягивается в район ущелья рр. Андийское-Кейсу и Сулак. В структурно-морфологическом отношении она является непосредственным продолжением Верхне-Алазанского поперечного поднятия. Все землетрясения, про-



исходившие в этой полосе, характеризуются субгоризонтальными напряжениями растяжения с азимутом $130-140^\circ$, а все возможные плоскости разрыва имеют северо-восточные простирания и представляют собой сбросы, имеющие левостороннюю сдвиговую составляющую. Полоса растяжения полностью пересекает зону известнякового Дагестана. Ее северной границей является Махачкала-Красноводский глубинный разлом, а на юге она упирается в зону аспидных сланцев лейаса.

Интересные результаты были получены при изучении механизма очагов землетрясений вдоль Махачкала-Красноводского глубинного разлома.

Все землетрясения, отмеченные в этой области, имеют почти одинаковый механизм. Все плоскости, совпадающие с линией разлома, представляют собой правосторонние сдвиги, падающие на юго-запад под углом в среднем 50° . Главные оси сжатия во всех случаях имеют северо-восточное направление.

При рассмотрении землетрясений, наблюдавшихся вдоль границы Главного Кавказского хребта с Кусаро-Дивичинским прогибом, оказалось, что оси сжатия и здесь имеют такое же северо-восточное направление, как и в районе Махачкала-Красноводского разлома, что указывает на принадлежность этих двух областей к единой геодинамической системе. Однако, в отличие от Махачкала-Красноводского разлома, плоскости разрыва, соответствующие вышеупомянутому граничному разлому, представляют собой левосторонние сдвиги.

Вышесказанное позволяет заключить, что Кусаро-Дивичинский блок вдоль своих граничных разломов испытывает относительное движение в северо-западном направлении.

Западнее Кусаро-Дивичинского блока, в районе восточного сегмента антиклинория Главного Кавказского хребта выделяется крупный блок треугольной формы. Он объединяет в себе в виде единой массы ряд тектонических зон — известнякового Дагестана, Восточного погружения аспидных сланцев и Казбегско-Сарыбашскую. Южной границей блока является Гебско-Лагодехский глубинный разлом. Все землетрясения, происходившие вдоль этого разлома, характеризуются идентичным механизмом очага. Все плоскости разрыва, совпадающие с линией разлома, имеют падение под углом до 70° и представляют собой взбросы с правосторонней сдвиговой составляющей.

Таким образом, характер сдвиговых смещений на границах этого блока, условно именуемого нами Дагестанским, позволяет говорить об его относительном смещении в юго-восточном направлении.

Западнее г. Лагодехи протягивается меридиональная зона дробления, представленная большим количеством слабых землетрясений, плоскости разрыва которых располагаются хаотично. По всей вероятности, эта зона является скоплением сравнительно небольших, но сейсмоактивных разрывных нарушений, расположенных хаотично вдоль указанной полосы.

პ. ჯიჯიშვილი, რ. შავიშვილი

აღმოსავლეთ კავკასიონის გეოკინემატიკა

რეზიუმე

კავკასიონის მთავარი ქედის აღმოსავლეთ ნაწილში მიწისძვრის კერათა მექანიზმების შესწავლისა და მათი გეოლოგიური ინტერპრეტაციის საფუძველზე გამოყოფილ იქნა ცალკეული სეისმოაქტიური ბლოკები. დადგენილ იქნა მათი როგორც ვერტიკალური, ისე ჰორიზონტული ფარდობითი მოძრაობის ხასიათი სიღრმულ რღვევების გასწვრივ.

GEOLOGY

P. O. JIJESHVILI, R. L. SHAVISHVILI

THE GEOKINEMATICS OF THE EASTERN CAUCASUS

Summary

On the basis of a study and analysis of the focal mechanisms of earthquakes, together with other geological and geophysical data, separate seismically active blocks have been identified in the region of the Eastern Caucasus, suffering both vertical and horizontal strike-slip movements along deep faults.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. П. Д. Гамкредидзе. Геотектоника, № 3, 1966.
2. Л. М. Балакина, А. В. Введенская и др. Поле упругих напряжений Земли и механизм очагов землетрясений. М., 1972.

Н. Л. РЧЕУЛИШВИЛИ, Е. А. ХУЧАУ

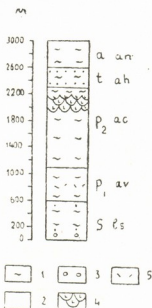
ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ НИЖНЕЮРСКИХ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ГОРНОЙ АБХАЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. И. Схиртладзе 22.12.1983)

Изучение глинистых минералов катагенетически преобразованных толщ способствует решению ряда вопросов, связанных с проблемами формирования осадочных пород и месторождений метаморфогенного типа [1].

Исследованием пелитовой фракции терригенных отложений Южного склона Большого Кавказа (М. А. Беридзе, Г. А. Чихрадзе, А. Г. Твалчрелидзе, Б. А. Алибегашвили и др.) выявлен ее исключительно двухкомпонентный состав. Она представлена ассоциацией диоктаэдрической гидрослюды и магнезиально-железистого хлорита. Лишь в верхней части сланцевой серии Горной Рачи отмечаются присутствие неупорядоченного по оси *c* каолинита [2] и наличие гидрослюда-монтмориллонитовых пакетов в нижнеюрских глинистых сланцах ущелья р. Цхенисцкали [3]. Однако упрощенный состав глинистых минералов не соответствует первичному компонентному набору пелитовых осадков, он отражает активную деятельность постдиагенетических процессов, достигших начальной ступени зеленокаменной фации метаморфизма [4]. Всеми исследователями отмечается $2M_1$ (перекристаллизованная) модификация гидрослюд. Степень вторичных изменений РОВ аспидных сланцев идентична антрацитовому этапу углефикации органического вещества [5]. Затушеванность первичных минеральных комплексов глинистого осадка повлекла за собой противоречивые трактовки происхождения аспидно-глинистых сланцев [6, 7] с вытекающими отсюда неадекватными решениями вопросов палеогеографии и палеотектоники.

Рис. 1. Сводная схематическая колонка нижнеюрских отложений Горной Абхазии: 1 — глинистые сланцы, 2 — песчаники, 3 — пиллоулавы, 4 — кварцевые кератофиры, Sls — синемюр, лашипсинская свита, P_{1av} — нижний плинсбах, авадхарская свита, P_{2ac} — верхний плинсбах, ацгарская свита, t ah — тоар, ахейская свита, а ап — аален, анчхойская свита



Глинистые минералы Горной Абхазии изучались нами при составлении детальных структурно-литологических разрезов. Методом рентгеноструктурного анализа исследована пелитовая фракция терригенных пород различных стратиграфических уровней (рис. 1) каждой



структурно-фациальной зоны. В результате выявлено также два основных минеральных компонента: диоктаэдрическая слюда мусковитового типа и магнезиальножелезистый хлорит. Однако, наряду с этим, отчетливо проявилось отмеченное и ранее [8] различие в степени совершенства структуры слюдястых минералов.

На дифрактограммах пелитовой фракции разновозрастных глинистых сланцев (рис. 2) серии рефлексов 14,1; 7,08 и 3,53 А, характеризующие хлорит, принципиально однозначны во всех образцах. При обработке образцов IN HCl данные рефлексы исчезают (рис. 2, 1).

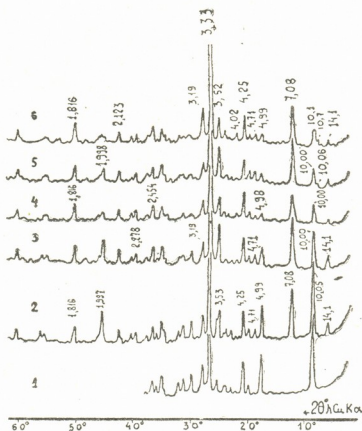


Рис. 2. Дифрактограммы пелитовой фракции разновозрастных глинистых сланцев

На дифрактограмме глинистого сланца лашинской свиты снемюрского возраста серия рефлексов слюдястых минералов 10,05; 4,99; 3,33 и 1,997 А характеризуется узкими высокими заостренными пиками (2,2). Слюда определяется как серицит. На дифрактограмме аспидного сланца авадхарской свиты нижнеплинсахаского возраста пики 10,00 и 4,94 А сравнительно ниже и положе (рис. 2,3). Слюдястые минералы определены серицит-гидрослюдой. На дифрактометрических кривых аспидных сланцев ацгарской свиты верхнеплинсахаского возраста формы рефлексов слюдястых минералов еще менее совершенны и диагностируются диоктаэдрической гидрослюдой (рис. 2,4; 2,5). Пологая правая ветвь первого базального рефлекса, более широкое основание и закругленная вершина указывают на незначительную примесь смешаннослойных компонентов, наряду с гидрослюдой, в глинистых сланцах ахейской свиты тоарского возраста (рис. 2,6).

В глинистых сланцах анхойской свиты (аален) определены гидрослюды $2M_1$ — $1M$ политипной модификации. Наряду с пиками 3,85 и 3,18 А, характеризующими $2M_1$ модификацию, на дифрактограммах фиксируются рефлексы 3,09—3,11 А, основной показатель политипа $1M$. (Диагностика проведена Н. П. Вяхиревым).

Реликты первичных глинистых минералов мы попытались определить в пелитовой фракции песчано-алевритовых пород. В разновоз-

растных образованиях песчаники и алевролиты характеризуются меньшей степенью метаморфических преобразований. По сравнению с глинистыми породами они характеризуются более низкими показателями отражательной способности витринита. Выяснилось, что цементирующая масса синемюрских песчаников представлена серицит-гидрослюдой. Глинистая составная слюдисто-плагиоклазово-кварцевых песчаников ахейской свиты сложена гидрослюдисто-смешанно-слойными минералами. На дифрактограммах слабокарбонатных слюдисто-кварцевых песчаников тоарского возраста, наряду с сериями гидрослюд и малым количеством хлорита, фиксируются также рефлексы 7,15 и 3,56 Å (рис. 3, 1; 3, 4). После кипячения образца в 1N HCl в течение 1 часа хлорит был удален (рис. 2, 3). Исчезновение рефлексов 7,15 Å при прогреве обработанного образца до 600°C позволяет диагностировать их принадлежность каолиниту (рис. 3, 2).

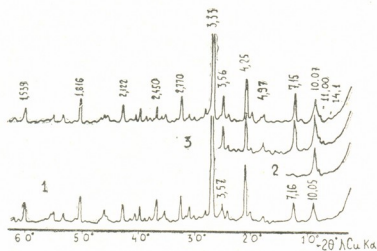


Рис. 3. Дифрактограммы пелитового цемента тоарских песчаников

Таким образом, на основании изучения глинистых минералов нижнеюрских аспидных сланцев геосинклинали Южного склона Большого Кавказа в пределах Абхазии установлена связь степени совершенства их кристаллических решеток со стратиграфическим положением в разрезе. Определение реликтовых глинистых минералов послужит дополнительным критерием для проведения более достоверных палеогеографических реконструкций.

Кавказский институт
 минерального сырья
 им. А. А. Твалчрелидзе

(Поступило 23.12.1983)

ლითოლოგია

ბ. რაზულიშვილი, ე. ხუზუა

მთიანი აფხაზეთის ქვედაიურული ტერიტორიული ნალექების თიხის
 მინერალები

რეზიუმე

მთიანი აფხაზეთის დანალექი ქანების თიხის მინერალები შესწავლილია რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის მეთოდით. დადასტურდა, რომ ასპიდური თიხაფიქლების პელიტური ფრაქცია შედგება ორი ძირითადი კომპონენტისაგან,



სახელდობრ, ქლორიტისა და ჰიდროქარსისაგან. ამავე დროს გამოვლინდა თიხის მინერალების კრისტალური მესრის სტრუქტურის სრულყოფის დაქვეითება სტრატეგრაფიულ სვეტში ქვევიდან ზევით (სინემიურულიდან ტოარსულ-ალენურამდე).

პირველადი მინერალების რელიქტები გამოკვლეულია ფსამიტური და ალევრიტული ქანების ცემენტში და დიაგნოსტირებულია როგორც კაოლინიტი.

LITHOLOGY

N. L. RCHEULISHVILI, E. A. KHUCHUA

CLAY MINERALS OF LOWER JURASSIC TERRIGENOUS DEPOSITS OF MOUNTAIN ABKHAZIA

Summary

Clay minerals of terrigenous deposits of mountain Abkhazia have been studied by X-ray structural analysis. The basic two-component composition of the pelitic fraction of slates has been confirmed. Simultaneously, the degree of perfection of the crystal lattice of clay minerals was found to be related to the stratigraphic position of the sediments. Relicts of primary minerals have been determined in the cement of aleurolite-sandstone rocks and diagnosed as kaolinite.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. Н. Холодов. Литология и полезные ископаемые, № 5, 1982.
2. М. А. Беридзе. Сообщения АН ГССР, XL, № 3, 1965.
3. Г. А. Чихрадзе. Литология ниже- и среднеюрских отложений Южного склона Большого Кавказа. Тбилиси, 1979.
4. В. Н. Шолпо. Альпийская геодинамика Большого Кавказа. М., 1978.
5. Б. К. Чичуа и др. Сб. «Геология и технология минерального сырья Кавказа». Тбилиси, 1982, 134—140.
6. И. В. Кириллова. Бюлл. МОИП, отд. геол., 1966, т. XLI, № 3.
7. Г. А. Чихрадзе. Литология и полезные ископаемые, № 6, 1971.
8. А. Г. Твалчрелидзе. Геология рудных месторождений, № 5, 1973.

Г. Ш. БАЗГАДЗЕ, Р. Д. ГИОРГАДЗЕ, М. Г. КАЛАБЕГАШВИЛИ

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАДИАЛЬНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ
 ЗАМКНУТЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК
 С ПРОДОЛЬНЫМИ ШАРНИРАМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 30.12.1983)

Рассмотрим замкнутую цилиндрическую оболочку, которая образована путем шарнирного сопряжения двух равновеликих круговых цилиндрических панелей. Конструкция подвергается действию поперечной распределенной нагрузки интенсивности q .

В основу расчета положим вариант полумоментной теории упругих цилиндрических оболочек, согласно которому деформации удлинения ε_2 и сдвига ω , а также коэффициент Пуассона ν отличны от нуля.

Система дифференциальных уравнений упругого равновесия оболочки в перемещениях имеет вид [1]

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\partial^2}{\partial \xi^2} + \frac{1-\nu}{2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right) u + \frac{1+\nu}{2} \frac{\partial^2 v}{\partial \xi \partial \theta} - \nu \frac{\partial w}{\partial \xi} = 0, \\ & \frac{1+\nu}{2} \frac{\partial^2 u}{\partial \xi \partial \theta} + \left(\frac{\partial^2}{\partial \theta^2} + \frac{1-\nu}{2} \frac{\partial^2}{\partial \xi^2} \right) v + \left(-\frac{\partial}{\partial \theta} + a^2 \frac{\partial^3}{\partial \theta^3} \right) w + R^2 \bar{q}_2 = 0, \\ & \nu \frac{\partial u}{\partial \xi} + \left(\frac{\partial}{\partial \theta} - a^2 \frac{\partial^3}{\partial \theta^3} \right) v - \left(1 + a^2 \nu \frac{\partial^4}{\partial \xi^2 \partial \theta^2} + a^2 \frac{\partial^4}{\partial \theta^4} \right) w + R^2 \bar{q}_3 = 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где

$$a^2 = \frac{h^2}{12 R^2}, \quad \bar{q}_2 = \frac{1-\nu^2}{E h} q_2, \quad \bar{q}_3 = \frac{1-\nu^2}{E h} q_3,$$

u, v , и w — компоненты перемещения; R — радиус цилиндра; h — толщина оболочки; E — модуль упругости ее материала, а q_2 и q_3 — компоненты внешней нагрузки.

Согласно операторному методу [1], решение системы (1) представим в виде

$$u = \sum_{i=2}^3 D_{1i} \psi_i, \quad v = \sum_{i=2}^3 D_{2i} \psi_i, \quad w = \sum_{i=2}^3 D_{3i} \psi_i, \quad (2)$$

где ψ_i ($i = 2, 3$) являются решениями следующих уравнений:

$$D \psi_2 + R^2 \bar{q}_2 = 0 \quad \text{и} \quad D \psi_3 + R^2 \bar{q}_3 = 0. \quad (3)$$

Что касается определителя системы (1) и некоторых миноров D_{ki} ($k = 1, 2, 3; i = 2, 3$), то с учетом возможности пренебрежения величины a^2 по сравнению с единицей, они находятся по формулам

$$D = a^2 \left(c_0 \frac{\partial^8}{\partial \theta^8} + c_1 \frac{\partial^8}{\partial \xi^2 \partial \theta^6} + c_2 \frac{\partial^8}{\partial \xi^4 \partial \theta^4} + c_3 \frac{\partial^8}{\partial \xi^6 \partial \theta^2} + \right.$$



$$\begin{aligned}
 & + c_4 \frac{\partial^6}{\partial \theta^6} + c_5 \frac{\partial^6}{\partial \xi^2 \partial \theta^4} \Big) + c_6 \frac{\partial^4}{\partial \xi^4} + c_7 \frac{\partial^4}{\partial \xi^2 \partial \theta^2}, \\
 D_{21} = & a^2 \left(\nu c_9 \frac{\partial^6}{\partial \xi^3 \partial \theta^3} + c_9 \frac{\partial^6}{\partial \xi \partial \theta^5} + \nu \frac{\partial^4}{\partial \xi \partial \theta^3} \right) + c_0 \frac{\partial^2}{\partial \xi \partial \theta}, \\
 D_{31} = & a^2 c_9 \frac{\partial^5}{\partial \xi \partial \theta^4} - c_0 \frac{\partial^3}{\partial \xi \partial \theta^2} + c_3 \frac{\partial^3}{\partial \xi^3}, \\
 D_{22} = & a^2 \left(c_0 \frac{\partial^6}{\partial \theta^6} + c_8 \frac{\partial^6}{\partial \xi^2 \partial \theta^4} + \nu \frac{\partial^6}{\partial \xi^4 \partial \theta^2} \right) + c_{10} \frac{\partial^2}{\partial \xi^2} + c_0 \frac{\partial^2}{\partial \theta^2}, \\
 D_{32} = & -a^2 \left(c_0 \frac{\partial^5}{\partial \theta^5} + \frac{\partial^5}{\partial \xi^2 \partial \theta^3} \right) + c_0 \frac{\partial^3}{\partial \theta^3} + c_1 \frac{\partial^3}{\partial \xi^2 \partial \theta}, \\
 & (4) \\
 D_{33} = & c_0 \left(\frac{\partial^4}{\partial \theta^4} + \frac{\partial^4}{\partial \xi^4} \right) + c_4 \frac{\partial^4}{\partial \xi^2 \partial \theta^2},
 \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned}
 c_0 = \frac{1-\nu}{2}, \quad c_1 = \frac{2-\nu-\nu^2}{2}, \quad c_2 = \frac{1+\nu-2\nu^2}{2}, \quad c_3 = \nu c_0, \\
 c_4 = 2c_0, \quad c_5 = 2c_1, \quad c_6 = \frac{(1-\nu)(1-\nu^2)}{2}, \quad c_7 = -c_3, \\
 c_8 = \frac{2+\nu-\nu^2}{2}, \quad c_9 = \frac{1+\nu}{2}, \quad c_{10} = 1-\nu^2.
 \end{aligned}$$

В случае свободно опертых краев оболочки решения дифференциальных уравнений (3) с учетом формул (2) и (4) могут быть представлены в виде следующих рядов:

$$\psi_2 = \sum_{n=1}^{\infty} \bar{\psi}_{2n}(s) \cos \frac{n\pi}{l} x, \quad \psi_3 = \sum_{n=1}^{\infty} \bar{\psi}_{3n}(s) \cos \frac{n\pi}{l} x, \quad (5)$$

где

$$x = l\xi, \quad s = R\theta, \quad \text{а } l \text{ — длина оболочки.}$$

Подставляя ряды (5) в уравнения (3) приходим к обыкновенным дифференциальным уравнениям восьмого порядка, для интегрирования которых используем вариант метода коллокаций, предложенный М. Ш. Микеладзе [2]:

$$\bar{\psi}_2 = \sum_{k=1}^{m_1} A_k \sin \frac{k\pi s}{s_0}, \quad \bar{\psi}_3 = \sum_{k=1}^{m_2} B_k \cos \frac{k\pi s}{s_0}, \quad (6)$$

где A_k и B_k — неизвестные пока постоянные, а s_0 — половина длины поперечного сечения оболочки.

Подставляя (6) в соответствующие дифференциальные уравнения при $s = s_j$ ($j = 1, 2, \dots, N$) и учитывая одновременно условия обращения в нуль изгибающего момента в шарнирах, приходим к следующей системе алгебраических уравнений для определения неизвестных коэффициентов A_k и B_k :

$$\sum_{k=1}^{m_1} A_k \Phi(k) \sin z s_j = p \sin \frac{s_j}{R},$$

$$\sum_{k=1}^{m_2} B_k \Phi(k) \cos z s_j = p \cos \frac{s_j}{R}, \quad (7)$$

$$\sum_{k=1}^{m_1} \left\{ A_k \left[2a^2 (-c_0 z^7 - c_8 z^5 t^2 - \nu z^3 t^4) - c_0 z_5 - c_1 z^3 t^2 - c_3 z^3 t^2 - \right. \right. \\ \left. \left. - \nu c_1 z t^4 - \frac{c_6}{c_0} z t^2 - c_0 z^3 \right] \right\} \cos z s_r + \sum_{k=1}^{m_2} \{ B_k [a^2 (-c_0 z^6 - z_4 t^2) - \\ - c_0 (z^6 + z^2 t^4 - z^4) - c_4 z^4 t^2 - c_3 (z^4 t^2 + t^6 - 2 z^2 t^4) - c_1 z^2 t^2] \} \cos z s_r = 0,$$

где

$$z = \frac{k\pi}{s_0}, \quad t = \frac{\pi R}{l}, \quad p = -12 R^4 \frac{(1-\nu^2)}{E h^3},$$

$$\Phi(k) = c_0 z^8 + c_1 z^6 t^2 + c_2 z^4 t^4 + c_3 z^2 t^6 - c_4 z^6 - c_5 t^2 z^4 + \\ + \frac{c_6}{a^2} t^4 + \frac{c_7}{a^2} z^2 t^2,$$

а $s = s_r$ — координата, определяющая местонахождение шарнира.

Рассмотрим два случая действия нагрузки. В первом случае нагрузка действует перпендикулярно к плоскости, в которой расположены шарниры, а во втором случае в той же плоскости.

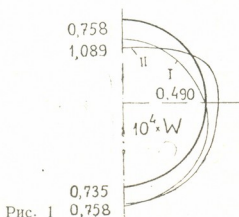


Рис. 1

Результаты расчета для конкретного примера ($l=6$ м; $R=0,5$ м; $h=0,02$ м; $\nu=0,3$; $q=1$ т/м², $E=2,1 \times 10^7$ т/м²; $n=1$) показывают, что построенные решения удовлетворяют исходным дифференциальным уравнениям с точностью до трех значащих цифр при 17 точках коллокаций.

На рис. 1 приведены эпюры прогибов для обоих случаев.

ბ. ბაზღაძე, რ. გიორგაძე, მ. ქალაბეგაშვილი

ბრძივი სახსრების მქონე შეკრული ცილინდრული გარსების
რადიალური გადაადგილებების განსაზღვრისათვის

რ ე ზ ი მ ე

განხილულია შეკრული ცილინდრული გარსი, რომელიც შედგენილია ერთ-მანეთთან სახსრულად დაკავშირებული ორი ტოლიდი წრიული პანელისგან.

განგარიშება ემყარება ნახევრადმომენტური თეორიის ვარიანტს, რომელიც შენარჩუნებულია მხოლოდ სტატიკური ხასიათის დაშვებები. გადამწყვეტი განტოლებების მისაღებად გამოყენებულია ოპერატორული მეთოდი, ხოლო მისი ინტეგრებისთვის — კოლოკაციის მეთოდი.

განსაზღვრულია გარსის რადიალური გადაადგილებანი, როცა დატვირთვა მოქმედებს სახსართა სიბრტყის მართობულად და მის პარალელურად.

STRUCTURAL MECHANICS

G. Sh. BAZGADZE, R. D. GIORGADZE, M. G. KALABEGASHVILI

TOWARDS THE DETERMINATION OF RADIAL DISPLACEMENTS
OF CLOSED CYLINDRICAL SHELLS WITH LONGITUDINAL
HINGES

Summary

A closed cylindrical shell composed, of two hinge-joined equidimensional circular panels, is considered. The analysis is based on a variant of the semi-momentless theory in which only assumptions of static nature are retained. Resolving equations are obtained by the operational method, the collocation method being used for integration. Radial displacements of the shell are determined for cases in which the load acts both parallel and perpendicularly to the plane of hinges.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. А. Л. Гольденвейзер. Теория упругих тонких оболочек. М., 1976.
2. М. Ш. Микеладзе. Упругость и пластичность элементов конструкций и машин. Тбилиси, 1976.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Т. Д. ШУКАКИДZE

РАСЧЕТ ПОЛУКРУГЛОГО КОЛЬЦЕВОГО ДИСКА КУСОЧНО-ПОСТОЯННОЙ ТОЛЩИНЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 13.5.1984)

В статье исследуется упругий изгиб полукруглого кольцевого диска кусочно-постоянной толщины (рис. 1).

Дифференциальное уравнение имеет вид [1]

$$D_j \nabla^2 \nabla^2 W = q(r, \Theta), \quad (1)$$

где

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \Theta^2}; \quad D_j = \frac{E h_j^3}{12(1-\nu^2)};$$

W — прогиб диска; r и Θ — полярные координаты ($a_1 \leq r \leq b$; $0 \leq \Theta \leq \leq \frac{\pi}{2}$); h_j — кусочно-постоянная толщина, соответствующая j -му участку; $q(r, \Theta)$ — интенсивность распределенной нагрузки; E — модуль упругости и ν — коэффициент Пуассона.

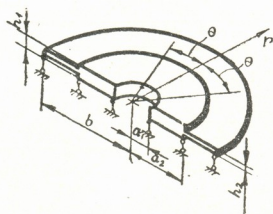


Рис. 1

Для диска, свободно опертого по прямолинейным краям, сохраняя лишь первый член в разложении Фурье, можем написать

$$W = f(r) \sin \left(\frac{\pi}{2} + \Theta \right); \quad q(r, \Theta) = \frac{4q}{\pi} \sin \left(\frac{\pi}{2} + \Theta \right). \quad (2)$$

С учетом (2) уравнение (1) дает

$$f^{(4)}(r) + \frac{2}{r} f^{(3)}(r) - \frac{3}{r^2} f''(r) + \frac{3}{r^3} f'(r) - \frac{3}{r^4} f(r) = \frac{4}{\pi D_j} q. \quad (3)$$

Для решения (3) был использован как метод последовательных приближений, так и метод коллокации.

В соответствии с первым — дифференциальное уравнение (3) приводится к эквивалентной системе линейных интегральных уравнений типа Вольтерра второго рода:



$$\begin{aligned} \phi''(x) = & [F_3(x) - F_4(x)\bar{\psi}'(x) - F_5(x)\bar{f}'(x)]q + F_1(x)[\psi(1) + (x-1)\psi'(1) + \\ & + \int_1^x (x-t)\phi''(t)dx] + F_2(x)[f(1) + (x-1)f'(1) + \int_1^x (x-t)f''(t)dt]. \\ \bar{f}''(x) = & \psi(1) + (x-1)\psi'(1) + \int_1^x (x-t)\phi''(t)dt, \end{aligned} \quad (4)$$

где

$$x = \frac{r}{a_j}; \quad f''(x) = \psi(x); \quad \bar{\psi}'(x)q = \psi'(x); \quad \bar{f}'(x)q = f'(x).$$

$$F_1(x) = \frac{3}{x^2}; \quad F_2(x) = \frac{3}{x^4}; \quad F_3(x) = \frac{4a^4}{\pi D_j}; \quad F_4(x) = \frac{2}{x}; \quad F_5(x) = \frac{3}{x^3},$$

Система (4) решается методом последовательных приближений, полагая в нулевом приближении $f'(x)$ и $\psi'(x)$ равными нулю. На каждом этапе последовательных приближений решение системы (4) строится с помощью рекуррентных соотношений М. Ш. Микеладзе [2]. Неизвестные параметры определяются из граничных условий и условий сопряжения на границе между смежными участками диска.

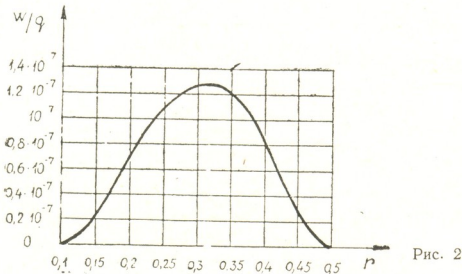


Рис. 2

Для решения уравнения (3) методом коллокации были использованы два подхода.

Согласно первому из них, функция $f(r)$ ищется в виде полинома восьмой степени для каждого j -го участка диска:

$$f(r) = \sum_{m=0}^n A_m r^m; \quad n = 1, 2, \dots, 8,$$

где A_1, A_2, \dots, A_n — неизвестные пока коэффициенты.

Выражения функции и ее производных должны удовлетворять уравнению (3), граничным условиям и условиям сопряжения на границе между смежными участками. В результате приходим к решению системы алгебраических уравнений, которое легко реализуется на ЭВМ.

При другом подходе функция выражается для всего диска в целом с помощью одного полинома двенадцатой степени

$$f(r) = \sum_{m=0}^k A_m r^m; \quad k = 1, 2, \dots, 12.$$

Выражения функций и ее производных должны удовлетворять граничным условиям и дифференциальному уравнению в девяти равноотстоящих точках коллокации. Неизвестные коэффициенты определяются из соответствующей системы алгебраических уравнений. В этом случае влияние скачка толщины отражается лишь в скачкообразном изменении цилиндрической жесткости D_j .

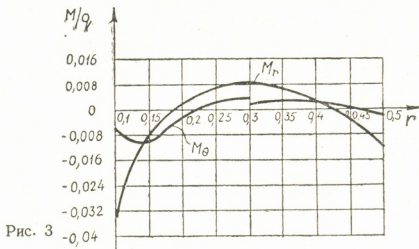


Рис. 3

Подробно был рассмотрен жестко заделанный по криволинейным краям диск, толщина которого скачкообразно меняется лишь в одной точке $r = a_2$. ($a_1 = 0,1$ м, $a_2 = 0,3$ м, $b = 0,5$ м, $h_1 = 0,035$ м, $h_2 = 0,025$ м, $E = 3 \cdot 10^4$ кН/м², $\nu = 0,15$).

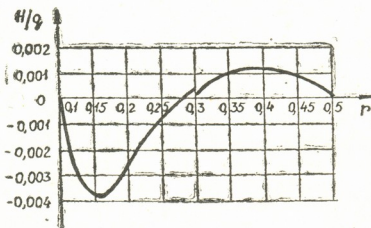


Рис. 4

Практически мало отличающиеся друг от друга результаты дали метод последовательных приближений и метод коллокации при первом подходе. Эти результаты были сопоставлены с решениями, полученными как для полукруглого кольцевого диска постоянной толщины

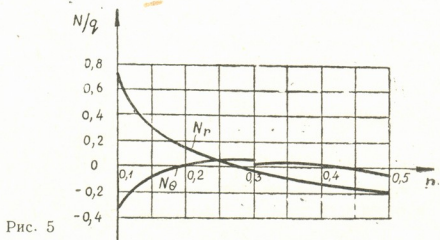


Рис. 5

[3], так и для диска переменной толщины, объем которых равнялся объему заданного диска кусочно-постоянной толщины.



Что касается расчета методом коллокации при другом подходе, то, когда одна из промежуточных точек коллокации совпадает с точкой скачкообразного изменения толщины, были рассмотрены соответственно три случая. В первом из них бралась толщина h_1 , во втором — h_2 , а в третьем — $\frac{h_1 + h_2}{2}$.

Прогибы во всех трех случаях получились практически приемлемыми для всего диска в целом. Однако все три решения заметно искажают картину напряженно-деформированного состояния конструкции вблизи точки скачкообразного изменения толщины.

На рис. 2—5 изображены эпюры прогибов, изгибающих и крутящего моментов и поперечных усилий, при $\theta=0$, полученных методом коллокации при первом подходе, которые практически мало отличаются от точных результатов, полученных методом последовательных приближений.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 31.5.1984)

საშენობლო მეცნიერება

თ. შუკაკიძე

შებენ-შებენ მუდმივი სისქის ნახევარწრიული რგოლური დისკოს
განგებარება

რეზიუმე

დისკოს დრეკადი წონასწორობა შესწავლილია კოლოკაციისა და მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდებით.

ორივე გზით მიღებული შედეგები შედარებულია როგორც ერთმანეთთან, ისე იმ განგებარებათა შედეგებთან, რომლებიც შეესაბამება ტოლი მოცულობის მქონე მუდმივი და ცვლადი სისქის ნახევარწრიულ რგოლურ დისკოებს.

STRUCTURAL MECHANICS

T. D. SHUKAKIDZE

ON THE ANALYSIS OF A SEMICIRCULAR ANNULAR DISK OF PIECEWISE THICKNESS

Summary

The elastic equilibrium of the title disk was investigated by the collocation and successive approximation methods. The results were compared with the solutions obtained both for a semicircular annular disk of constant thickness and for a disk of variable thickness, the volume of which equalled the volume of the prescribed disk of piecewise thickness.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. П. Тимошенко. Пластинки и оболочки. М., 1948.
2. М. Ш. Микеладзе. ПММ, XVII, вып. 3, 1953.
3. Т. Д. Шукакидзе. «Строительные конструкции». Сборник научных трудов ГПИ. Тбилиси, 1985.

Л. И. КAVЛADЗЕ

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕНТА АРМИРОВАНИЯ, КОЭФФИЦИЕНТА АСИММЕТРИИ ЦИКЛА И ЧИСЛА ЦИКЛОВ НАГРУЖЕНИЯ НА ЖЕСТКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК РАБОТАЮЩИХ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ДЛИТЕЛЬНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 30.8.1984)

В ГрузНИИЭГСе были проведены исследования для установления влияния армирования сжатой зоны балок, уровня нагрузки, характеристики асимметрии цикла и числа циклов нагружения на характер изменения жесткости железобетонных элементов.

Экспериментальными образцами служили железобетонные балки сечением 15×20 см при длине 140 см. Проценты армирования сечений балок были равны 1, 1, 5, 2%. Марка бетона 400. В соответствии с содержанием продольной арматуры опытные балки были разделены на три группы, обозначенные Б-I, Б-II, Б-III.

Вибрационным воздействием подвергались образцы всех трех групп при двух уровнях нагрузки со значениями $k=0,45$ и $K=0,55$ с коэффициентами асимметрии цикла $\rho=0$ и $\rho=0,3$. Частота собственных колебаний балок с установленным на них вибратором была равна в среднем 66 Гц, а частота вынужденных колебаний — 36 Гц. Динамические нагружения балок проводились с использованием универсальной вибрационной машины УВМ-2500. Опыты проводились по схеме однопролетной шарнирно-опертой балки с сосредоточенной силой посередине пролета. Собственная частота определялась непосредственно перед началом испытания, а также в процессе его проведения через определенные промежутки времени вибрационных воздействий.

В зависимости от изменения в процессе испытаний собственной частоты образцов вводилась поправка в настройку возмущающей силы вибратора. Таким образом, сохранялся уровень динамической нагрузки и коэффициент асимметрии цикла в процессе всего испытания балок.

В железобетонных конструкциях, подверженных динамическим воздействиям, появление трещин изменяет напряженное состояние элемента, а также динамические характеристики: собственные частоты, логарифмический декремент и др.

На рис. 1÷2 показаны графики зависимости относительных величин частоты собственных колебаний железобетонных балок от числа циклов нагружения, построенные по данным наших экспериментов. Как видно из рассмотрения графиков, степень снижения частоты собственных колебаний при одном и том же значении прикладываемого динамического усилия зависит от процента армирования элемента, коэффициента асимметрии цикла и уровня нагружения. В балках с большим процентом армирования снижение частоты собственных колебаний меньше, чем в балках с меньшим процентом армирования. Уменьшение частоты собственных колебаний в образцах происходило наиболее интенсивно в течение 500 000 циклов. При уменьшении характеристики асимметрии цикла и увеличении уровня нагрузки частота собственных колебаний балок падает с большей интенсивностью.



Падение частоты собственных колебаний тесно связано с изменением жесткости балок. Для установления закономерности изменения жесткости в зависимости от процента армирования, уровня нагрузки,

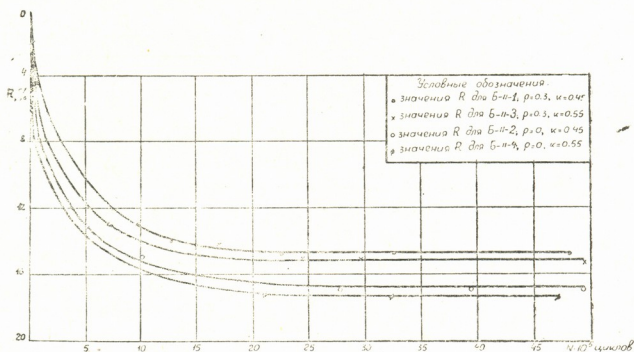


Рис. 1. График изменения относительных величин частоты собственных колебаний балок с $\mu=2\%$ в зависимости от количества циклов нагружения

характеристики асимметрии цикла и числа циклов нагружения был проведен корреляционный анализ экспериментальных данных балок серии I и III. Опытные данные, полученные в результате испытаний

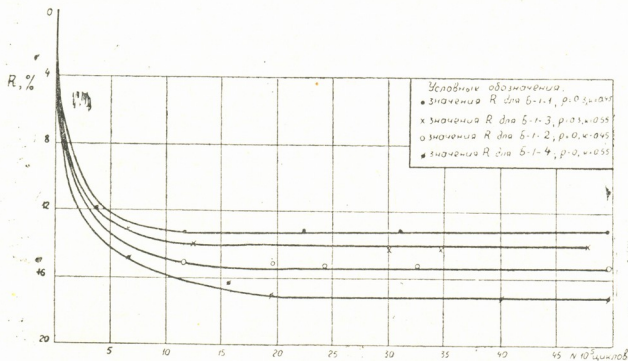


Рис. 2. График изменения относительных величин частоты собственных колебаний балок с $\mu=1,5\%$ в зависимости от количества циклов нагружения

образцов серии II, служили для проверки достоверности предлагаемого выражения, имеющего следующий вид:

$$\alpha = B_N/B_0 = 0,84 + 0,45\beta_\rho\beta_N, \quad (1)$$

где α — относительная величина жесткости, равная отношению жесткости элементов после N — циклов нагружения (B_N) к первоначальной жесткости B_0 , рассчитываемой по формулам СН и П]1].

$$\beta_\rho = 0,475 + 0,05\rho \quad (2)$$

— коэффициент, учитывающий влияние характеристики асимметрии цикла на изменение жесткости;

$$\beta_N = 0,677 - 0,095 \lg N \quad (3)$$

— коэффициент, учитывающий влияние числа циклов нагружения на уменьшение жесткости балок.

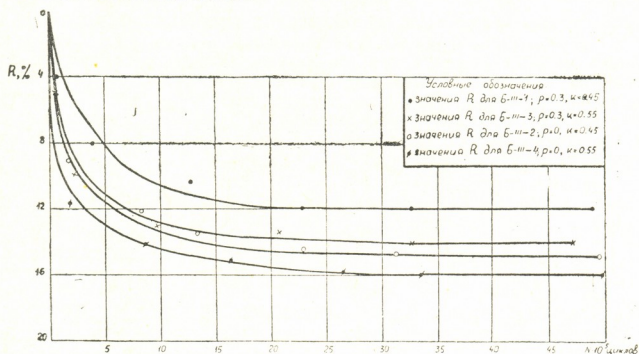


Рис. 3. График изменения относительных величин частоты собственных колебаний балок с $\mu=1\%$ в зависимости от количества циклов нагружения

Источник	μ	ρ	κ	К-во циклов, $N \cdot 10^6$	$B_{оп. N}$, МПа	$B_{расч. N}$, МПа	ОП. уасч.	оп. $\omega_{N, Гц}$	расч. $\omega_{N, Гц}$	ОП. расч.
Балки серии Б-II нашего эксперимента	1,5	0,3	0,45	0,06	106,4	111,2	1,04	52,5	51,1	1,03
				1,28	94,8	104,1	1,1	47,5	49,2	0,97
				4,88	89,7	96,6	1,08	47	47,6	0,99
			0,55	0,65	109,5	103,3	1,06	52	55,7	0,93
				1,16	95,2	104,9	1,10	51,5	54,5	0,94
				4,906	89,7	86,2	0,96	51	49,7	1,03
		0	0,45	0,06	107,0	115,2	1,08	55	56,5	0,97
				1,05	96,4	104,1	1,08	51	53,7	0,95
				5,36	90,4	88,6	0,98	50	49,7	1,01
			0,55	0,035	109,0	127,2	1,17	57	53,4	1,07
				1,742	94,6	80,5	0,85	49,5	42,7	1,16
				4,685	90,9	75,0	0,82	49	42	1,17
Н. П. Гамрекели [2]	1,2	0	0,55	0,5	251,6	217,3	1,16	45	45	1,0
				1,6	224,3	207,5	1,08	42	45,7	0,92
				3,5	214,9	204,9	1,05	40	45,9	0,87
В. В. Левнич [3]	2	0,3	0,5	0,2	98,34	113,0	0,87	—	—	—
				2,0	93,14	103,1	0,90	—	—	—
	0	0,5	0,2	99,85	113,9	0,88	—	—	—	
			2,0	95,67	104,3	0,92	—	—	—	

В таблице приводятся опытные и расчетные значения жесткостей балок серии II, подсчитанные по формуле (1); так же даны экспериментальные и расчетные значения жесткостей по данным других исследований.



Согласно таблице, применение формулы (1) обеспечило приемлемое соответствие опытных и вычисленных значений жесткостей.

Как уже отмечалось выше, частота собственных колебаний снижается в соответствии с изменением жесткости. Падение частоты можно учесть тем же коэффициентом α (формула 1) по выражению

$$\omega_N^2 = 1,25 \omega_0^2 \alpha, \quad (4)$$

где ω_0 — начальная частота собственных колебаний балок.

Приемлемость формулы (4) проверялась как для результатов наших испытаний, так и для результатов экспериментов других авторов (см. таблицу). Применение формулы обеспечило вполне приемлемое совпадение опытных и расчетных данных.

Учет падения и частоты собственных колебаний необходим при расчете резонансных зон конструкций, работающих при вибрационных воздействиях.

Грузинский НИИ энергетики
и гидротехнических сооружений

(Поступило 5.9.1984)

საშენობლო მეცნიერება

ლ. ყავლაძე

არმირების პროცენტის, ციკლის ასიმეტრიულობის მახასიათებლის და დატვირთვის ციკლთა რიცხვის გავლენა რკინაბეტონის კოჭების სიხისტეზე ხანგრძლივი დინამიკური დატვირთვის მონაცემებისა

რ ე ზ ი მ ე

რკინაბეტონის კოჭების გამოცდის შედეგების საფუძველზე, მაღალი სიხისტის დინამიკური დატვირთვის მოქმედების დროს, შემუშავებულია ღუნვადი ელემენტების სიხისტის განსასაზღვრავი ემპირიული ფორმულა. იგი ითვალისწინებს არმირების პროცენტის, ციკლის ასიმეტრიულობის მახასიათებლის და დატვირთვის ციკლთა რიცხვის სხვადასხვაობას.

მიღებული ფორმულის ვარგისიანობა შემოწმებულია სხვა ავტორთა შედეგებით, რაც შესაძლებელს ხდის მის პრაქტიკულ გამოყენებას.

STRUCTURAL MECHANICS

L. I. KAVLADZE

THE EFFECT OF REINFORCEMENT DEGREE, COEFFICIENT OF CYCLE SKEWNESS AND NUMBER OF LOAD CYCLES ON CONCRETE BEAM RIGIDITY UNDER THE ACTION OF SUSTAINED DYNAMIC LOAD

Summary

An empiric formula has been developed for determining the rigidity of bending elements on the basis of the results of testing reinforced concrete beams under conditions of high-frequency dynamic load. It provides for the reinforcement degree, coefficient of cycle skewness and the variability of the number of load cycles. The validity of the formula derived was verified by the experimental results of other authors, which permits its practical use.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. СНиП П-В, 1-62. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования. М., 1970.
2. Н. П. Гамрекели. Определение декремента колебаний железобетонных изгибаемых элементов в зависимости от армирования и усталостных характеристик. Тбилиси, 1978.
3. В. Левичич. Исследование напряженно-деформированного состояния изгибаемых элементов при многократно повторяющихся нагрузках. Львов, 1974.

В. Г. РЦХИЛАДЗЕ, И. И. АГЛАДЗЕ, Е. Т. ТХИЛАВА,
 Л. А. ЧХИКВАДЗЕ, Р. С. РАЗМАДЗЕ, Т. С. БРЕГАДЗЕ,
 О. В. ШЕНГЕЛИЯ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ МЫШЬЯКА И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ

(Представлено академиком Ф. Ф. Тавадзе 2.6.1984)

Мышьяк как правило является спутником многих руд цветных металлов. При металлургической переработке этих руд мышьяк равномерно распределяется между полупродуктами и осложняет их последующую переработку. С другой стороны, за последнее время соединения мышьяка нашли широкое применение в полупроводниковой и других областях новой техники. Поэтому изучение термодинамических свойств мышьяка и его соединений является необходимым условием для оценки поведения мышьяка при изучении металлургических процессов переработки мышьякосодержащего сырья.

Работа посвящена экспериментальному измерению упругости пара мышьяка и определению парциальных энтальпии смешения висмута в мышьякосодержащем сплаве.

В доступной нам литературе отсутствуют экспериментальные данные по определению парциальных энтальпии смешения висмута в мышьякосодержащем сплаве.

Для измерения давления пара металлического мышьяка использовались два метода:

1. При измерении низких давлений от 1 до 30 мм рт. ст. применяли метод переноса массы потоком инертного газа.

2. При измерении более высоких давлений — 50 мм рт. ст. и выше использовался также известный метод термографии.

В качестве инертного газа был использован аргон особой чистоты.

С целью установления влияния чистоты исходного препарата на полученных значениях упругости пара, в экспериментах, при определении низких давлений, использовали образцы мышьяка технической и высокой чистоты (марки 21—5).

Экспериментальные данные представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Давление пара металлического мышьяка
 (метод переноса)

Металлический мышьяк технической чистоты		Металлический мышьяк особой чистоты (марка 21—5)	
T, °C	P, мм рт. ст.	T, °C	P, мм рт. ст.
477	27,98	484	18,77
457	15,94	456	7,82
440	12,75	431	3,95
409	3,14	409	2,58
381	1,61	395	1,63
425	6,56	385	1,25



Из таблицы видно, что значения величин упругости пара мышьяка технической чистоты выше, чем мышьяка высокой чистоты. Давление пара после опыта вычисляли известным уравнением

$$P = P_{\text{ат}} \frac{p}{p + N_0}, \quad (1)$$

где p —число молей исследуемого вещества; N_0 —число молей инертного газа; $P_{\text{ат}}$ —атмосферное давление.

Эти данные описываются уравнениями

$$\lg P \pm 0,2391 = (10,2860 \pm 0,0900) - (0,6619 \pm 0,1412) \frac{10^4}{T},$$

$$\lg P \pm 0,1304 = (8,8484 \pm 0,0489) - (0,5774 \pm 0,0703) \frac{10^4}{T}.$$

При измерении пара методом термографии использовали металлический мышьяк только марки 21.5.

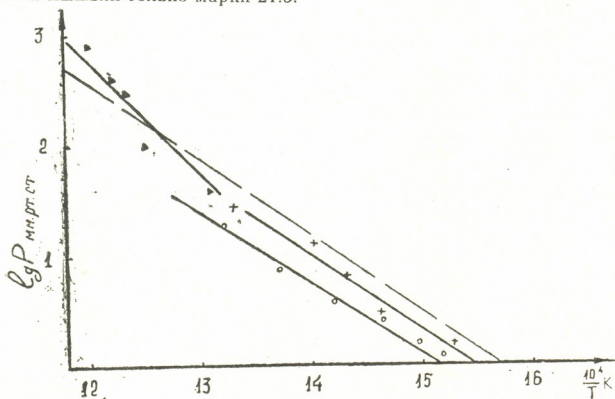


Рис. 1. Экспериментальные данные по давлению пара мышьяка: O — металлический мышьяк технической чистоты, X — металлический мышьяк особой чистоты (марка 21.5), Δ — металлический мышьяк особой чистоты, измеряемый методом термографии

Результаты экспериментов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Давление пара металлического мышьяка	
$T, ^\circ\text{C}$	$T, \text{мм рт. ст.}$
490	40
525	100
535	300
545	400
556	740

Эти данные могут быть представлены в виде уравнения

$$\lg P \pm 0,9801 = (18,7271 \pm 0,2236) - (1,3171 \pm 0,6249) \frac{10^4}{T}.$$



Экспериментальные данные по изучению давления пара мышьяка представлены на рис. 1.

На высокотемпературном калориметре с изотермической оболочкой были определены парциальные энтальпии смешения висмута в мышьякосодержащем свинце при температуре 600°C для трех разрезов с соотношением $As:Pb$ как 1:6, 1:9 и 1:19. Максимальное содержание висмута составляло 15% (вес).

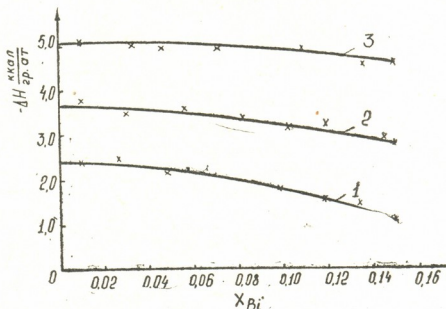


Рис. 2. Изменения парциальных энтальпий смешения висмута в системе $As-Pb-Bi$ при 600°C: 1 — $As:Pb = 1:19$, 2 — $As:Pb = 1:9$, 3 — $As:Pb = 1:6$

Сплав мышьяка и свинца приготавливали сплавлением компонентов в откачанных и отпаянных кварцевых ампулах. Для экспериментов использовали материалы особой чистоты — мышьяк ОСЧ-17-4, свинец — СООО и висмут — В11-000.

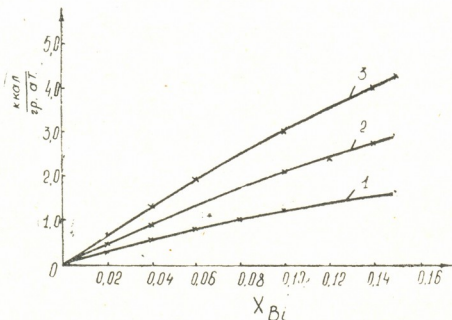


Рис. 3. Энтальпии смешения в системе $As-Pb-Bi$ при 600°C: 1 — $As:Pb = 1:19$, 2 — $As:Pb = 1:9$, 3 — $As:Pb = 1:6$

Установка и методика проведения экспериментов подробно описана в работах [1, 2]. Тепловой эквивалент калориметра — W определяли электрической градуировкой. Градуировочный опыт заключался в автоматической регистрации изменения температуры расплава при пропускании через помещенный в расплав нагреватель электрического тока. Сопоставление результатов двух методов градуировки проводили по данным пяти контрольных опытов.

В качестве растворяемого компонента брали чистый холодный добавок свинца. Обработка данных показала удовлетворительное совпадение величин W при электрической градуировке и градуировке холодными добавками.



В калориметре определялся непосредственно тепловой эффект растворения навесок висмута в жидком мышьякосодержащем свинце. При добавке отдельных навесок к расплаву свинца изменение концентрации висмута в нем превышало 1,5—2,0 ат.%, что давало возможность достаточно точно определить парциальную молярную энтальпию растворения. Данные по энтальпии и теплоемкостям компонентов были взяты из справочника [3].

После нахождения парциальной энтальпии растворения висмута в мышьякосодержащем свинце, интегральную теплоту смешения для трехкомпонентного сплава рассчитывали по формуле Даркена [4]

$$\Delta H = (1 - X_{\text{Bi}}) \left[\Delta H_{X_{\text{Bi}}=0} + \int_0^{X_{\text{Bi}}} \frac{\Delta \bar{H}_{\text{Bi}}}{(1 - X_{\text{Bi}})^2} dX_{\text{Bi}} \right] \frac{X_{\text{As}}}{X_{\text{Pb}}}$$

Полученные результаты представлены на рис. 2 и 3.

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

მეტალურგია

3. რცხილაძე, ი. აგლაძე, ე. თხილავა, ლ. ჩხიკვაძე, რ. რაზმაძე,
თ. ბრეგაძე, ო. შენგელია

დარიშხანისა და მისი ნაერთების თერმოდინამიკური ფუნქციების
მქსპერიმენტული განსაზღვრა

რეზიუმე

380—560°C ტემპერატურულ ზღვრებში გავზომეთ დარიშხანის ორთქლის წნევები ორი მეთოდით.

ექსპერიმენტულად, კალორიმეტრიული მეთოდით განსაზღვრულ იქნა ბისმუტის დარიშხან-ტყვიის შენადნობთან შერევის ენტალპია 600°C ტემპერატურაზე. შენადნობში დარიშხან-ტყვიის შემცველობა ისე შეეფარდებოდა ერთმანეთს როგორც 1:6, 1:9 და 1:19. შესაბამისად გავითვალეთ სამმავე სისტემის დარიშხან-ტყვია-ბისმუტის ინტეგრალური შერევის ენტალპია.

METALLURGY

V. G. RTSKHILADZE, I. I. AGLADZE, E. T. TKHILAVA, L. A. CHKHIKVADZE,
R. S. RAZMADZE, T. S. BREGADZE, O. V. SHENGELIA

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE THERMODYNAMIC FUNCTIONS OF ARSENIC AND ITS COMPOUNDS

Summary

The vapour pressures of arsenic were measured in the temperature range 380-560°C by two different methods. The mixing enthalpies of Bi with arsenic-lead alloys were determined experimentally by the calorimetric method. The ratio of arsenic to lead in three sections of the alloys was 1:6, 1:9 and 1:19. The integral mixing enthalpies of the triple system arsenic-lead-bismuth were calculated.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. Н. Звиададзе, М. В. Кереселидзе, Л. А. Чхиквадзе. Вопросы металлургии и коррозии металлов. Тбилиси, 1972, 128.
2. В. Г. Дюбанов, А. Я. Стомахин, А. Ф. Филипов. Тез. докл. Всесоюзной конф. по колориметрии. М., 1971, 32.
3. Д. Ф. Эллиот, М. Глейзер. Термохимия сталеплавильных процессов. М., 1969.

L. S. Darken. J. Amer. Chem. Soc., 72, 1950, 2909.



Л. Е. ГУКАСЯН, Д. А. НОЗАДЗЕ, И. Дж. МЕЗВРИШВИЛИ

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОДОЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ БОРАЛЮМИНИЯ ОТ ЦЕЛОСТНОСТИ ВОЛОКОН

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 24.12.1984)

Исследования последних лет [1, 2] показали, что одним из важных структурных факторов, оказывающих влияние на свойства волокнистых композиционных материалов (ВКМ), является дробленность армирующих волокон, возникающая в процессе компактирования материала. При прокатке вдоль волокна наблюдается неравномерное дробление по слоям материала. Для правильной оценки влияния дробления волокон на механизмы разрушения [3] и продольную прочность необходимо учитывать неравномерность его распределения по слоям ВКМ.

Предположим, что ВКМ состоит из N слоев. Относительное содержание дробленных волокон в слое 1 — $F(\sigma_{fr1})$, в слое 2 — $F(\sigma_{fr2})$ и т. д. Пусть

$$F(\sigma_{fr1}) > F(\sigma_{fr2}) > \dots > F(\sigma_{frN}), \quad (1)$$

где σ_{fr} — осевое напряжение в волокнах, при котором происходит их разрушение в процессе изготовления ВКМ.

Проанализируем случай кумулятивного (k) разрушения. Предположим, что относительное содержание дробленных волокон во всех слоях не больше предельно допустимо $F(\sigma_{max})$, т. е.

$$F(\sigma_{fr1}) \leq F(\sigma_{max}), \quad (2)$$

где $F(\sigma_{max})$ — относительное число разрушений отдельных волокон [4], которое накапливается до полного разрушения пучка целых волокон. В этом случае, очевидно,

$$\sigma_b = \sigma_b^*.$$

где σ^* — прочность пучка волокон при k -разрушении ВКМ, в котором определенная часть волокон предварительно разрушена; σ_b — прочность пучка целых волокон.

Если условие (2) не выполняется, то задача сводится к отысканию напряжений σ_{max}^* , при которых произойдет полное разрушение пучка волокон в ВКМ, в котором в одном или в нескольких слоях дробление превышает предельно допустимую величину. Для решения этой задачи воспользуемся методом шаговых приближений. Обозначим через P нагрузку, при которой произойдет разрушение рассматриваемого пучка волокон. Очевидно, что

$$P = \sum_i^N P_i, \quad (3)$$



где P_i — нагрузка, приходящаяся на i -й слой в момент разрушения ВКМ. Предположим, что

$$\sigma_{fr1} > \sigma_{fr2} > \dots > \sigma_{frk} > \sigma_{max}^* \geq \sigma_{fr(k+1)} \dots \sigma_{frN}. \quad (4)$$

Нагрузки, приходящиеся на слои материала в момент его полного разрушения, определяются по формулам [3]

$$P_{i=1, \dots, k} = \sigma_{max}^* [1 - F(\sigma_{fri})] s_f m, \quad (5)$$

$$P_{i=k+1, \dots, N} = \sigma_{max}^* [1 - F(\sigma_{max}^*)] s_f m. \quad (6)$$

где s_f — площадь поперечного сечения волокна; m — число волокон в слое. Прочность рассматриваемого пучка в этом случае определится по формуле

$$\sigma_b^* = \frac{P}{s_f N m}. \quad (7)$$

Подставляя в формулу (7) формулы (3), (5) и (6), получаем

$$\sigma_b^* = \frac{1}{N} \sigma_{max}^* \left[N - \sum_i^k F(\sigma_{fri}) - (N - k) F(\sigma_{max}^*) \right]. \quad (8)$$

Значение σ_{max}^* по аналогии с прочностью пучка с целыми волокнами [4], определится из условия

$$\frac{d\sigma_b^*}{d\sigma} = 0. \quad (9)$$

Заменяя в формуле для определения $F(\sigma_{fr})$ (1) σ_{fr} на σ_{max}^* , получаем

$$F(\sigma_{max}^*) = 1 - \exp(-m_1 \Theta^{\frac{-\beta}{1+\beta}} \sigma_{max}^{*\beta}), \quad (10)$$

где

$$m_1 = 0,25 \left[\frac{0,5 \alpha d_f r (1 + 1/\beta)}{\tau_m} \right]^{\frac{\beta}{1+\beta}}; \quad (11)$$

d_f — диаметр волокна; α и β — параметры вейбулловского распределения; τ — прочность на сдвиг матрицы; Θ — относительная прочность границ раздела компонентов.

С учетом формул (10) и (11) уравнение (9) принимает вид

$$[\exp(-m_1 \Theta^{\frac{-\beta}{1+\beta}} \sigma_{max}^{*\beta})] (m, \beta \Theta^{\frac{-\beta}{1+\beta}} \sigma_{max}^{*\beta} - 1) = \frac{k - \sum_i^k F(\sigma_{fri})}{N - k}. \quad (12)$$

Последовательно придая k значения целых положительных чисел, начиная от 1, сначала находим значение σ_{max}^* , удовлетворяющее условию (4), а затем по формуле (8) определяем σ_b^* .

При некумулятивном (НК) механизме разрушения ВКМ дробленность волокон приводит к уменьшению «живого» сечения материала [3, 5]. Аналогично формуле (10):

$$F(\sigma_{nc}) = 1 - \exp(-m_1 \Theta^{\frac{-\beta}{1+\beta}} \sigma_{nc}^\beta), \quad (13)$$

где $F(\sigma_{nc})$ — доля волокон, разрушившихся к моменту достижения в них напряжений σ_{nc} . Если

$$F(\sigma_{fr1}) \leq F(\sigma_{nc}),$$

то дробленность волокон не влияет на прочность пучка и

$$\sigma_{jnc}^* = \sigma_{jnc}, \quad (15)$$

где σ_{jnc}^* — прочность пучка волокон при НК-разрушении ВКМ, в котором определенная часть волокон раздроблена; σ_{jnc} — прочность целого пучка волокон при НК-разрушении ВКМ.

Если же для относительного содержания дробленных волокон в каком-либо слое ВКМ превышает величину $F(\sigma_{nc})$, то дробленность, очевидно, уменьшает прочность материала. Рассуждая так же, как и при анализе k -разрушения, можно показать, что в рассматриваемом случае

$$\sigma_{jnc}^* = \sigma_{nc} \left\{ 1 - \frac{1}{N} \left[\sum_i^p F(\sigma_{fri}) + (N-p) F(\sigma_{nc}) \right] \right\}, \quad (16)$$

где p — целое положительное число, определяемое из условия

$$F(\sigma_{fr1}) > F(\sigma_{fr2}) > \dots > F(\sigma_{frp}) > F(\sigma_{nc}) \geq F(\sigma_{fr(p+1)}) > \dots > F(\sigma_{frN}) \quad (17)$$

В случае смешанного (С-) разрушения ВКМ, как это вытекает из его определения [3], прочность σ_{jm}^* пучка волокон, в котором некоторая их часть предварительно разрушена, определится по формуле

$$\sigma_{jm}^* = \sigma_b (1 - \Theta). \quad (18)$$

Экспериментальную проверку проверки изложенной теории проводили на боралюминии, полученном прокаткой вдоль волокон с разными объемными долями волокон. На рис. 1 приведены экспериментальные кривые распределения средней степени дробленности волокон по слоям

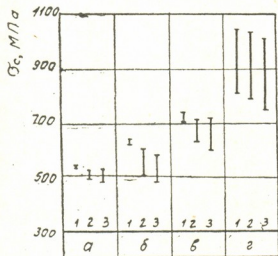


Рис. 1. Распределение средней степени дробленности волокон по слоям боралюминия: \circ — $V_d = 0,2$; \triangle — $V_d = 0,26$; Δ — $V_d = 0,36$; \square — $V_d = 0,46$

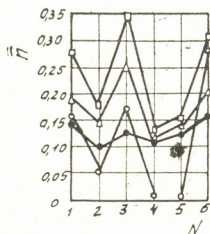


Рис. 2. Расчетные и экспериментальные значения прочности боралюминия с различными объемными долями волокон: а) $V_d = 0,2$; б) $V_d = 0,26$; в) $V_d = 0,36$; г) $V_d = 0,46$

боралюминия. Эти кривые показывают, что с увеличением объемной доли волокон в боралюминии повышается степень дробленности волокна. Можно заметить также, что наибольшее дробление достигается в периферийных и центральных слоях материала. На рис. 2 представлены расчетные и экспериментальные данные по максимальной и минимальной продольной прочности исследованного боралюминия. Расчет проводили по формулам настоящей статьи и данных рис. 1. Предварительно, по методике, изложенной в работах [3, 5] определяли ме-



ханизм разрушения ВКМ. Отрезки, обозначенные цифрой 1, соответствуют расчетным значениям прочности материала без дробления волокон: отрезки, обозначенные цифрой 2, — прочности, рассчитанной с учетом неравномерного дробления волокон в слоях материала; отрезки, обозначенные цифрой 3, — экспериментальным значениям прочности. Можно видеть, что дробление волокон снизило прочность бор-алюминия и его учет сблизил расчетные данные с экспериментальными.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 24.12.1984)

მეტალურგია

ლ. გუკასიანი, დ. ნოზაძე, ი. მეზვრიშვილი

ბორალუმინის ბრძობის სიმტკიცის დამოკიდებულება ბოჭკოთა მთლიანობისაგან

რეზიუმე

განხილულია ბორის ძაფების მსხვრევადობის გავლენა გრძივ სიმტკიცეზე. მათ გაჭიმვისას ნაჩვენებია, რომ ძაფების მსხვრევადობის ხარისხი არათანაბარია მასალის სხვადასხვა შრეში. შემოთვინებულია ბორალუმინის კომპოზიციური მასალის სიმტკიცის ანალიზური გამოსახულება, რომელიც ითვალისწინებს ბორის ძაფების არათანაბარ მსხვრევადობას.

METALLURGY

L. E. GUKASIAN, D. A. NOZADZE, I. D. MEZVRISHVILI

DEPENDENCE OF THE LONGITUDINAL STRENGTH OF BORAL
ON THE INTACTNESS OF THE FIBRES

Summary

The influence of boron fibre crushability upon the longitudinal strength at stretching is considered. It is shown that the degree of fibre crushability in a boral composite is nonidentical in different layers of the material. Analytical expressions of strength of fibrous composite materials are proposed.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. Е. Гукасян. Автореферат канд. дисс. М., 1981, 143.
2. Б. А. Арефьев. ФИЗХОМ, № 1, 1984, 121—127.
3. М. Kh. Shorshorov *et al.* Composite Materials; v. 17, № 6, 527—538.
4. А. Келли. Высокопрочные материалы. М., 1976, 261.
5. Л. Е. Гукасян. Рукопись в ВИНТИ, деп. 18.04.84, № 2447-84 деп.

М. В. ХВИНГИЯ (член-корреспондент АН ГССР), Т. Н. ТЕЛИЯ

О ВЛИЯНИИ ФОРМЫ ПЕТЛИ ГИСТЕРЕЗИСА НА ОСНОВНЫЕ РЕЗОНАНСНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВИБРАЦИОННЫХ МАШИН

Колебания вибрационных машин с однократными электромагнитными вибраторами без подмагничивания в области основного резонанса (соотношение частот механической системы и возмущающей силы равно 1:1) с гистерезисом при питании от стандартной сети по схеме однополупериодного выпрямления описываются в безразмерном виде следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \ddot{\zeta} + f_i(\zeta) &= 0,5 Q^2; \\ \dot{Q} &= z(\tau) - a(1 - \zeta)Q; \\ z(\tau) &= \begin{cases} b \sin \tau, & Q(\tau) \geq 0; \\ 0, & Q(\tau) \leq 0. \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

Для описания формы замкнутой петли гистерезиса (ПГ) предлагаются следующие выражения $f_i(\zeta)$ (индекс i указывает на варьруемость формы) [1]:

$$f_1(\zeta) = c\zeta \pm \alpha_1\zeta; \quad (2)$$

$$f_2(\zeta) = c\zeta \pm \alpha_2\zeta_0; \quad (3)$$

$$f_3(\zeta) = c\zeta \pm \alpha_3\zeta_0 \left(1 - \frac{\zeta}{\zeta_0}\right); \quad (4)$$

$$f_4(\zeta) = c\zeta \pm \alpha_4\zeta_0^n \left[2^{n-1} - \left(1 \pm \frac{\zeta}{\zeta_0}\right)^n\right]; \quad (5)$$

$$f_5(\zeta) = c\zeta \pm \alpha_5\zeta_0 \left[1 - \left(\frac{\zeta}{\zeta_0}\right)^2\right]; \quad (6)$$

$$f_6(\zeta) = c\zeta \pm \alpha_6\zeta^n; \quad (7)$$

$$f_7(\zeta) = c\zeta \pm \alpha_7\zeta_0^n \left[1 - \left(\frac{\zeta}{\zeta_0}\right)^2\right]. \quad (8)$$

В выражениях (1), (2)–(8) введены обозначения

$$\zeta = \frac{x}{\delta}; \quad \tau = \omega t; \quad \frac{\Phi^2}{\mu_0 \delta \omega^2 sm} = Q^2;$$

$$b = \frac{u_0}{\omega \omega^2 \sqrt{\mu_0 \delta sm}}; \quad a = \frac{\delta r}{\mu_0 s \omega^2 \omega}; \quad \frac{k}{m} = p^2;$$

$$c = \frac{p^2}{\omega^2}; \quad \alpha_1 = \frac{\beta_1}{m \omega^2}; \quad \alpha_2 = \frac{\beta_2}{m \omega^2}; \quad \alpha_3 = \frac{\beta_3}{m \omega^2};$$



$$\alpha_4 = \frac{\beta_4 \delta}{m \omega^2}; \quad \alpha_5 = \frac{\beta_5}{m \omega^2}; \quad \alpha_6 = \frac{\beta_6 \delta}{m \omega^2}; \quad \alpha_7 = \frac{\beta_7 \delta}{m \omega^2},$$

где m — приведенная масса; x — относительная координата реактивной и корпусной частей, отсчитываемая от начального состояния; μ_0 — магнитная проницаемость воздуха; s — площадь поверхности магнита; Φ — магнитный поток; u_0 — амплитудное значение напряжения; δ — начальный зазор; r — активное сопротивление обмотки; ω — число витков; ω — стандартная угловая частота (50 Гц); k — коэффициент жесткости упругой системы; p — частота свободных колебаний (50 Гц); β_1, \dots, β_7 — постоянные, которые определяются сравнением площадей петель реальной машины и соответствующей модели. Все параметры вибрационной машины соответствуют серийному образцу ПТ-174 [2]; $c = 1,0$; $b = 0,225$; $a = 0,03$; $\alpha_1 = 0,03$.

Определение постоянных β_1, \dots, β_7 практически осуществляется следующим образом. Для примера рассмотрим вычисление параметра β_4 . Пользуясь зависимостями (5) и вышеприведенными обозначениями, определяется выражение площади ПГ для модели

$$\bar{A}_4 = \int_{-x_0}^{x_0} \vec{F}(x) dx - \int_{-x_0}^{x_0} \hat{F}(x) dx = \frac{2^{n+1}(n-1)\beta_4 x_0^{n+1}}{n+1}, \quad (9)$$

где x_0 — максимальное перемещение; n — постоянная. Ниже определяются параметры петли для реальной машины [2]. Площадь ПГ для $x_0 = 1,2$ мм равняется

$$A = 130 \text{ кгмм}. \quad (10)$$

Приравнявая (9) и (10), при $n=2$ найдем

$$\beta_4 = \frac{130(n+1)}{2^{n+1}(n-1)x_0^{n+1}} = \frac{130 \cdot 3}{8 \cdot 1 \cdot 2^3} = 28,2 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}.$$

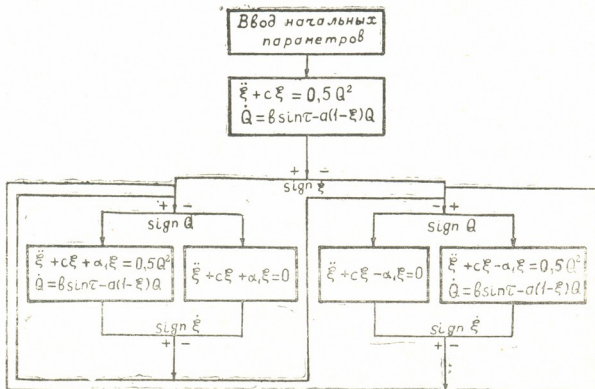


Рис. 1

Для интегрирования нелинейных уравнений по различным участкам ПГ применяется метод Рунге—Кутты. Вычисления проводились

на ЭЦВМС-1040. Для всех вышеприведенных форм $f_i(\xi)$ задача также решается методом замены реальной ПГ равновеликой по площади петель с последующим сравнением решений. Сначала принимаем ее в виде (2); блок-схема решения показана на рис. 1, затем та же петля заменяется петлей (3) и т. д.

$f_i(\xi)$	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
ζ_{oi}	0,85	0,70	0,59	0,30	0,59	0,69	0,59

В результате решения получены амплитудные значения исследуемой системы (1) при различных формах ПГ. Эти результаты приведены в таблице. Сравнение результатов показывает, что форма ПГ существенно влияет на амплитуду основных резонансных колебаний рабочего органа вибрационных машин. Таким образом, приведенное решение не дает возможности утверждать, что форма ПГ не влияет на величину амплитуды колебаний [3].

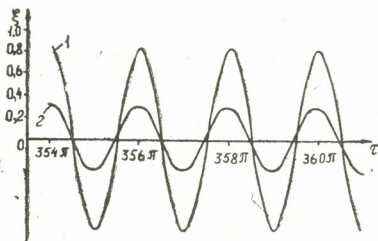


Рис. 2

Согласно предложенной методике можно определить оптимальную форму ПГ, обеспечивающую максимальную или минимальную амплитуду колебаний. Из таблицы следует, что петля $f_1(\xi)$ дает максимальную (рис. 2, кривая 1), а петля $f_4(\xi)$ (рис. 2, кривая 2) минимальную амплитуду колебаний.

Академия наук Грузинской ССР
Институт механики машин

(Поступило 24.2.1984)

მანქანათმშენებლობა

მ. ხვიციანი (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), თ. თაღლია

ვიზრაციული მანქანების ძირითად რეზონანსულ რხევებზე
ვისტარების მარყუჟის ფორმის გავლენის შესახებ

რეზიუმე

მიღებულია ვიბრაციული მანქანის მუშა ორგანოს ამპლიტუდური მნიშვნელობები ჰისტერეზის მარყუჟის სხვადასხვა ფორმის დროს. დადგენილია ჰისტერეზისის მარყუჟის ოპტიმალური ფორმა, რომელიც უზრუნველყოფს რხევის მაქსიმალურ ან მინიმალურ ამპლიტუდას.

M. V. KHVINGIA, T. N. TELIA

ON THE INFLUENCE OF THE FORM OF THE HYSTERESIS LOOP ON
THE BASIC RESONANCE OSCILLATIONS OF A VIBRATION MACHINE

Summary

Amplitude values of the working member of a vibration machine are obtained at different forms of hysteresis loop providing for maximum or minimum amplitude of oscillation.

ЉИЉИРАЉЉЉ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Я. Г. Пановко. Внутреннее трение при колебаниях упругих систем. М., 1960.
2. М. В. Хвингия. Динамика и прочность вибрационных машин с электромагнитным возбуждением. М., 1980.
3. Н. В. Василенко. Сб. «Вопросы рассеяния энергии при колебаниях упругих систем». Киев, 1962.

Д. Ц. МИРЦХУЛАВА, И. К. НОНИЕВ, Г. А. ШАИНЯН

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА В НАТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 22.3.1984)

При проектировании, строительстве и эксплуатации сложных гидротехнических объектов необходимо знание количественных и качественных закономерностей их поведения. Практическая проверка закономерностей работы плотин на стадии проектирования часто не представляется возможной по ряду соображений. Поэтому большое значение приобретает изучение указанного вопроса на базе метода математического моделирования.

Для оценки и прогнозирования технического состояния, а также своевременного предупреждения аварийных ситуаций на арочной плотине проектом предусмотрены натурные наблюдения за общими перемещениями, напряженно-деформированным состоянием тела и скального основания, раскрытием строительных швов, контроль температурного режима, наблюдения за фильтрацией в основании, бортах и теле сооружения и др. Важное место в программе исследований занимают наблюдения за горизонтальными перемещениями арочной плотины, величина и характер которых являются одним из основных показателей ее статической работы. Разработанная методика иллюстрируется на примере анализа горизонтальных перемещений Ингурской арочной плотины. Измерения радиальных перемещений в ключевой консоли плотины проводились посредством прямых и обратных отвесов и методом полигонометрии, а температуры в арочных сечениях — преобразователями температуры типа ПТС-60.

Основными факторами, определяющими горизонтальные перемещения высотной плотины, являются: гидростатическое давление, изменения ее температуры, неравномерная осадка основания и необратимые деформации тела и основания, связанные с изменениями их физико-механических показателей, вызванных наполнением водохранилища и являющихся функцией времени [1].

Изменением УВБ обусловлены смещение, сдвиг и изгиб в сторону нижнего бьефа, увеличивающиеся с ростом напора. Температурный фактор вызывает изгиб консолей, величина и направление которого зависит от характера распределения средних температур и средних температурных градиентов по их горизонтальным сечениям. Неравномерная осадка сооружения, зависящая от деформируемости основания, вызывает поворот основания в сторону большей осадки. Необратимые процессы вызывают поворот в сторону нижнего бьефа, обусловленный остыванием тела плотины, ползучестью бетона, закрытием строительных швов и трещин.

Для возможности анализа и прогноза развития во времени плановых перемещений центральной консоли Ингурской плотины ограничимся рассмотрением следующих основных факторов: гидростатической нагрузки, температуры и необратимых изменений, связанных со временем.



Математическая модель, аппроксимирующая горизонтальные перемещения L в какой-либо точке плотины, может быть представлена в виде суммы функций

$$L = f_1(H) + f_2(T) + f_3(\Theta) + f_4(t), \quad (1)$$

где f_1 — функция составляющей гидростатической нагрузки H ; f_2 и f_3 — функции составляющих средних температур T и средних температурных градиентов Θ ; f_4 — затухающая функция необратимой составляющей, связанной со временем t .

Математическая модель (1) предполагает аддитивность всех четырех функций.

Учет влияния гидростатической нагрузки может быть выражен в виде полинома третьей степени

$$f_1(H) = \alpha_1 H + \alpha_2 H^2 + \alpha_3 H^3, \quad (2)$$

где α_1 , α_2 и α_3 — коэффициенты влияния напора H .

Параметрами температурного состояния плотины являются средняя температура T и средний температурный градиент Θ . Для их нахождения поперечное сечение ключевой консоли по высоте разделяется на четыре горизонтальные арки с непересекающимися температурными полями. Затем для каждой из них по показаниям преобразователей температуры, установленных по оси секции, определяются параметры T и Θ за рассматриваемые промежутки времени. Влияние температурного режима тела плотины на ее перемещения определяется как сумма функций

$$f_2(T) + f_3(\Theta) = \beta_1 T_1 + \beta_2 T_2 + \beta_3 T_3 + \beta_4 T_4 + \gamma_1 \Theta_1 + \gamma_2 \Theta_2 + \gamma_3 \Theta_3 + \gamma_4 \Theta_4, \quad (3)$$

где β_1 — β_4 — соответственно коэффициенты влияния средних температур T_1 — T_4 сечений на уровнях 71, 103, 153 и 203 м; γ_1 — γ_4 — соответственно коэффициенты влияния средних температурных градиентов Θ_1 — Θ_4 сечений на уровнях 71, 103, 153 и 203 м.

Зависимость, аппроксимирующая необратимые явления во времени, принимается в виде

$$f_4(t) = \delta_1 e^{-t} + \delta_2 e^t, \quad (4)$$

где δ_1 и δ_2 — коэффициенты влияния фактора времени t .

В выражении (4) первое слагаемое в виде экспоненциального члена с отрицательным показателем степени моделирует затухание процесса адаптации сооружения во времени, а второе — с положительным показателем степени — нарастание изменений. Эта функция в целом достаточно хорошо описывает эволюционные явления. Время отсчитывалось с 1.01.81 г., и за единицу его измерения принимался год. Следует заметить, что произвольное определение начала отсчета времени не имеет практического значения [2].

Определив таким образом параметры, характеризующие упругие силовые и температурные воздействия, а также изменения явления во времени, модель (1) можно представить в виде

$$L = \alpha_1 H + \alpha_2 H^2 + \alpha_3 H^3 + \beta_1 T_1 + \beta_2 T_2 + \beta_3 T_3 + \beta_4 T_4 + \gamma_1 \Theta_1 + \gamma_2 \Theta_2 + \gamma_3 \Theta_3 + \gamma_4 \Theta_4 + \delta_1 e^{-t} + \delta_2 e^t, \quad (5)$$

где T_1 — T_4 и Θ_1 — Θ_4 — средние температуры и средние температурные градиенты в сечениях центральной консоли на уровне 71, 103, 153 и 203 м.

Уравнение (5) отражает характер горизонтальных перемещений на уровне 203 м.

Аналогичного типа уравнения получены и для нижних сечений.

Коэффициенты влияния параметров были определены путем решения системы 40 уравнений с 13 неизвестными методом наименьших квадратов с использованием ЭВМ ЕС-1022.

Таким образом, через коэффициенты влияния были установлены эмпирические зависимости горизонтальных перемещений и вызывающими их основными факторами, позволяющие прогнозировать смещение ключа плотины на период очередного этапа наполнения водохранилища.

Метод коэффициентов влияния позволяет судить о чувствительности параметров состояния сооружения к отклонениям действующих факторов от номинальных значений, что весьма важно, так как устойчивость сооружения в основном определяется степенью отклонения параметров состояния. Известно, что если отклонения факторов вызывают значительные отклонения параметров состояния, то возможно снижение степени устойчивости сооружения.

Применительно к рассматриваемым радиальным перемещениям арочной плотины проверка адекватности полученной математической модели является важным этапом анализа в теоретическом и практическом плане. Разработанная модель является приближенным отражением плановых перемещений, так как полного во всех отношениях соответствия поведения сооружения и модели достигнуть невозможно. Поэтому оценка уровня адекватности реальных измеренных перемещений и ее математической модели, реализованной на ЭВМ, является основой модельного исследования.

Приняты различные методы оценки расхождения реальных и модельных показателей. Так как горизонтальные перемещения являются функцией времени и измеряются через определенные промежутки времени, в качестве количественной характеристики рассогласования между измеренными и модельными показателями перемещений можно использовать коэффициент предложенный Тейлом [3].

Коэффициент Тейла изменяется от нуля до единицы, причем он равен нулю в случае полного совпадения измеренных и модельных значений перемещений и равен единице при бесконечно большом их расхождении.

Вычисленные значения коэффициента Тейла для четырех сечений ключевой секции плотины не превышают 0,012, что означает очень хорошее согласование измеренных и модельных значений горизонтальных перемещений плотины.

На данном этапе анализа необходимо выявить степень влияния на функцию цели (перемещений) каждого из факторов, действующих в изучаемой системе, и выделить из них наиболее значимые. Так как полученная математическая модель рассматриваемой системы представлена в виде уравнения (5) и ранжирована по значимости влияния основных факторов, можно произвести расщепление модели на определяющие факторы статистическим методом анализа [4].



Из произведенных расчетов следует, что на горизонтальные смещения Ингурской плотины определяющее влияние оказывает гидростатическая нагрузка, а температурная составляющая смещений наиболее ощутима в верхней трети плотины. Влияние фактора времени затухает с завершением строительства сооружения и началом его эксплуатации.

Грузинский НИИ энергетики
и гидротехнических сооружений

(Поступило 29.3.1984)

ჰიდროტექნიკა

დ. მირცხულავა, ი. ნონიევი, გ. შაინიანი

ანალიზის სტატისტიკური მეთოდების გამოყენება ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ნატურულ გამოკვლევებში

რეზიუმე

მოცემულია თაღოვანი კაშხლის ოთხი ნიშნულის კორიზონტალური გადაადგილების გაზომვის ანალიზის შედეგები. ანალიზი ჩატარებულია სტატისტიკური მეთოდით, რამაც საშუალება მოგვცა რიცხობრივად შეგვეფასებინა სამი ძირითადი ფაქტორის მოქმედება კაშხლის რადიალურ გადაადგილებაზე. შეფასებულია მოდელის და ნატურის ადეკვატურობის ხარისხი. დადგენილია, რომ ძირითად მოქმედ ფაქტორს კაშხლის რადიალურ გადაადგილებაზე წარმოადგენს ჰიდროსტატიკური დატვირთვა.

HYDRAULIC ENGINEERING

D. Ts. MIRTSKHULAVA, I. K. NONIEV, G. A. SHAINYAN

APPLICATION OF STATISTICAL ANALYSIS METHODS IN LANDSCAPE STUDIES OF HYDROTECHNICAL CONSTRUCTION

Summary

The result of an analysis of measured horizontal shifts on four levels of the arch dam of the Inguri Hydroelectric Station are presented. The analysis was performed by the statistical method, allowing a quantitative estimation of three main factors affecting the radial shift of the dam.

The adequacy degree of the model to the landscape has been estimated.

The water load was found to be the main factor in the radial shift of the dam.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. С. Я. Эйдельман. Натурные исследования бетонной плотины Братской ГЭС. Л., 1975, 294.
2. P. Mazenot Archiwum hydrotechniki, XXI, zes. 3, 1974, 429—451.
3. А. В. Лотов. Введение в экономико-математическое моделирование. М., 1984, 392.
4. Ц. Е. Мирцхулава. О надежности крупных каналов. М., 1981, 318.

Г. В. ГАВАРДАШВИЛИ

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НОВОГО ПРОТИВОСЕЛЕВОГО СООРУЖЕНИЯ ФОРМЫ ПОЛУЦИЛИНДРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 13.2.1985)

В последние годы международная и отечественная инженерная практика защиты крупных народнохозяйственных объектов, в том числе больших городов, от разрушительного действия грязекаменных, водокаменных и грязевых селей все чаще и чаще обращается к сооружению систем противоселевых запруд как основной мере селезащиты.

Рациональное проектирование запруд для регулирования горных потоков требует проведения опытных исследований конструкций различных типов запруд с использованием разных строительных материалов. Такие исследования, позволяющие решать задачу создания запруд экономически наиболее эффективно, целесообразно проводить на опытных участках в характерных геолого-географических условиях [1].

В ГрузНИИГиМе разработана новая конструкция сквозной запруды трамплинного типа для регулирования горных потоков [2].

Запруде придается арочно-цилиндрическая форма в виде опрокинутого полуцилиндра, вершина которого обращена навстречу потоку.

Это сооружение отличается от существующих аналогичного назначения большей устойчивостью против воздействия потоков и эффективностью гашения их энергии.

Для установления наносозадерживающего эффекта модель запруды (0,60×0,60×0,10) с ячейками прямоугольной формы ($\Delta=6$ мм) и углом конусности оголовка 110° , была испытана в лаборатории института в гидравлическом лотке (18,0×0,60×0,5 м), при различных его уклонах.

Нами была разработана методика расчета уравнительного уклона с основным параметром потока путем нахождения корреляционной связи между уклоном занесения и основными определяющими его факторами.

Одним из объективных методов, позволяющих оценить совместное влияние совокупности факторов и каждого в отдельности на величину уравнительного уклона, является метод множественной корреляции [13].

Для определения множественной криволинейной регрессии уравнительного уклона и влияющих на него факторов использован объективный метод выравнивания и нормализации корреляционной связи, который дает возможность рассмотреть уклон занесения, как функцию всех аргументов, влияющих на его интенсивность и выбрать из этих аргументов наиболее эффективные. Аргументы доли вклада, которые



не превышают удвоенного значения относительной средней квадратической ошибки квадрата полного коэффициента корреляции ($2\sigma_{R_0}^2/R_0^2$), исключаются из уравнений.

Уравнение криволинейной регрессии имеет вид

$$u_0(\tilde{x}_0) = a_{01} u_1(x_1) + a_{02} u_2(x_2) + \dots + a_{0l} u_l(x_l), \quad (1)$$

где \tilde{x}_0 — искомое значение функции; x_1, x_2, x_3 — исходные данные аргументов (переменных); $u_0(\tilde{x}_0), \dots, u_l(x_l)$ — нормализованные переменные; a_1, a_2, a_3 — коэффициенты регрессии.

В качестве аргументов, влияющих на интенсивность уравнительного уклона занесения, использована теорема Букингема-π [4]. В результате были приняты нижеперечисленные факторы, входящие в уравнение функциональной связи (2)

$$i_y = f(q_T/q_{ж}, i_{л}/i_{зап}, d_{ср}/\Delta). \quad (2)$$

Уравнение регрессии получило конечный вид

$$u_0(\tilde{i}_y) = a_{01} u_1(q_T/q_{ж}) + a_{02} u_2(i_{л}/i_{зап}) + a_{03} u_3(d_{ср}/\Delta), \quad (3)$$

где, q_T — твердый расход (хг/с); $q_{ж}$ — жидкий расход (л/с); $i_{л}$ — уклон лотка; $i_{зап}$ — уклон запруды; $d_{ср}$ — средний диаметр наносов (мм); Δ — ширина ячеек (мм).

Для определения коэффициента регрессии (3) и доли вклада величины, составлены специальные программы на ЭВМ и получены следующие величины:

$$a_{01} = 0,516; \quad a_{02} = 0,567; \quad a_{03} = -0,238.$$

Уравнение криволинейной регрессии получило следующий вид:

$$u_0(\tilde{i}_y) = 0,516 (q_T/q_{ж}) + 0,567 (i_{л}/i_{зап}) - 0,238 (d_{ср}/\Delta). \quad (4)$$

Анализ материалов показывает, что основная роль в процессе уравнительного уклона принадлежит относительной величине ($q_T/q_{ж}$), доля вклада которой 51%; второстепенное значение имеют ($i_{л}/i_{зап}$), доля вклада 46,5% и относительная величина ($d_{ср}/\Delta$), доля вклада которой 2,5%.

Полный коэффициент корреляции из уравнения регрессии (4) равняется 0,98, а его средняя квадратическая ошибка не превышает 0,023.

В расчете по полученному уравнению регрессии (4) использовано множество графиков и получена зависимость для определения уравнительного уклона занесения

$$i_y = [0,10 - 0,05 d_{ср}/\Delta + (0,28 + 0,13 d_{ср}/\Delta) i_{л}/i_{зап}] (q_T/q_{ж})^{0,46}, \quad (5)$$

Коэффициент корреляции между наблюдаемыми вычисленными (5) значениями уравнительного уклона занесения равняется 0,987, а его средняя ошибка между наблюдаемыми и вычисленными значениями не превышает 0,0018; вероятная ошибка коэффициента корреляции $\pm 0,0034$.

Таким образом, в результате лабораторных исследований установлен характер изменения уравнительного уклона занесения заданных сквозных устройств при трамплинном типе сооружений.

Грузинский НИИ
институт гидротехники и мелиорации

(Поступило 14.2.1985)

ჰიდროტექნიკა

ბ. გავარდაშვილი

ახალი ნახევრადცილინდრული ფორმის ღვარცოფსაწინააღმდეგო
ნაგებობების ლაბორატორიული გამოკვლევის შედეგები

რ ე ზ ი უ მ ე

დადგენილია ნახევრადცილინდრული ფორმის გამჭოლი ღვარცოფსაწინააღმდეგო განივი ნაგებობის ნატანდაჭერის უნარი.

მრავალჯერადი კორელაციის მეთოდით დამყარებულია კავშირი ნაგებობის ზედა ბიეფში დაგროვილი მყარი ჩამონადენის საშუალო ქანობსა და მის განმსაზღვრელ ფაქტორებს შორის.

HYDRAULIC ENGINEERING

G. V. GAVARDASHVILI

RESULTS OF LABORATORY INVESTIGATIONS OF NEWLY
DESIGNED MUDFLOW CONTROL STRUCTURES OF
SEMI-CYLINDRICAL FORM

Summary

The effect of sediment interception through mudflow control structures of semi-cylindrical form has been studied.

The relation between the mean slope of accumulated sediment discharge in the upper reach of the structure and its determining factors has been established by the multiple correlation method.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. И. Агроскин, Г. Т. Дмитриев, Ф. И. Пикалов. Гидравлика, М.—Л., 1950.
2. Г. А. Алексеев. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. Л., 1971.
3. Г. Д. Рождественский. Сб. «Исследование и комплексное использование водных ресурсов». М., 1960.

М. Е. КИПШИДЗЕ, Т. С. ДЖИШКАРИАНИ, Г. О. АРАБИДЗЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ ДВУХФАЗНОГО ПОТОКА В ЗОНЕ УХУДШЕННОГО ТЕПЛООБМЕНА

(Представлено академиком В. И. Гомелаури 10.7.1985)

В зоне ухудшенного теплообмена двухфазный поток состоит из перегретого пара и капель жидкости, имеющих температуру насыщения. Термическая неравновесность этого потока определяется скоростью испарения капель в паре и коэффициентом теплоотдачи между паром и каплями. Поэтому определение степени дисперсности парок капельного потока и среднего диаметра капель является весьма важной задачей для расчетов теплообмена в закризисной области.

Дисперсность жидкой фазы определялась при помощи специально разработанного зонда отпечатков методом инерционного осаждения капель на поверхность, покрытую слоем силиконового масла. Подробное описание конструкции зонда и методики измерения даны в работе [1].

Эксперименты проводились при массовых скоростях $\rho w = 16,9$ и $33,8$ кг/(м²с), давлении $p=0,1$ МПа, степенях сухости $x_0=0,75$ – $0,98$ и тепловых потоках $q_{ст}=5,0$ – $450,9$ кВт/м². Каждый опыт проводился до тех пор, пока не набиралось несколько сот капель, необходимых для построения гистограммы и функции числового распределения капель по размерам $f_N = N_t / \sum N_t$. Фотографирование капель производилось через микроскоп МИМ-7.

Для нахождения среднего диаметра частиц были построены кривые распределения капель по размерам путем непосредственного измерения изображений на фотоснимках, увеличенных до удобного размера, а для аналитического описания кривых распределения были использованы формулы Иеда [2]

$$f(d_3) = \frac{n_t}{N} = 1,86 \left(\frac{d_3}{d_3^*} \right)^{0,42} \exp \left(-1,42 \frac{d_3}{d_3^*} \right) \frac{\Delta d_3}{d_3^*}, \quad (1)$$

Джениса и Розенау [3]

$$P(d_3) = 4 \frac{d_3}{(d_3^*)^2} \exp \left[-2 \left(\frac{d_3}{d_3^*} \right)^2 \right] \quad (2)$$

и Кумо [4]

$$n(d_3) = \frac{d_3}{(d_3^*)^2} \exp \frac{d_3}{d_3^*}. \quad (3)$$

В этих формулах N — общее число считааемых капель (числовой массив); n_t — число капель, лежащих в интервале диаметров от $(d_3 - \Delta d_3/2)$ до $(d_3 + \Delta d_3/2)$; d_3^* — наиболее вероятный диаметр капель, соответствующий максимуму функции плотности распределения по диаметрам.



Соотношения (1), (2) и (3) выражают связь между средним и наиболее вероятным диаметрами. Обычно принимают, что средний диаметр капель $\bar{d}_3 = 2 d_3^*$.

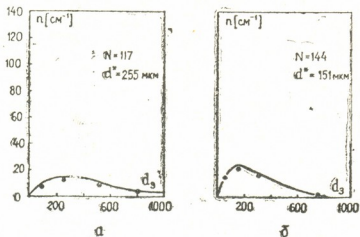


Рис. 1. Распределение капель по размерам при $q_{ст} = 17$ кВт/м²: а— $\rho w = 16,9$ кг/(м²с) и $x_0 = 0,88$; б— $\rho w = 33,8$ кг/(м²с) и $x_0 = 0,91$

Результаты сравнения экспериментальных кривых с формулой (3) при постоянном тепловом потоке $q_{ст} = 17$ кВт/м² и переменной массовой скорости $\rho w = 16,9$ и $33,8$ кг/(м²с) представлены на рис. 1, а при постоянной массовой скорости $\rho w = 16,9$ кг/(м²с) и переменном тепловом потоке $q_{ст}$ — на рис. 2. Эти рисунки, во-первых, демонстрируют хорошее согласие экспериментальных данных настоящей работы с формулой (3), а во-вторых, показывают, что увеличение массовой скорости и удельного теплового потока приводит к уменьшению размеров капель.

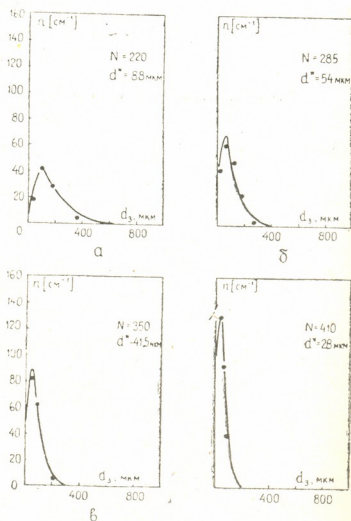


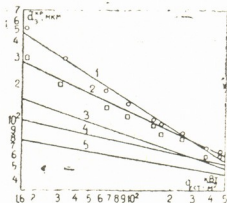
Рис. 2. Распределение капель по размерам при $\rho w = 16,9$ кг/(м²с): а— $q_{ст} = 65,0$ кВт/м² и $x_0 = 0,93$; б— $q_{ст} = 144,0$ кВт/м² и $x_0 = 0,88$; в— $q_{ст} = 244,1$ кВт/м² и $x_0 = 0,86$; г— $q_{ст} = 450,9$ кВт/м² и $x_0 = 0,75$

Очевидно, что определение интенсивности испарения капель в закризисной области возможно в том случае, если известны размеры капель в начале этой области, т. е. в сечении кризиса теплообмена.

Недостатком имеющихся в литературе формул для определения диаметров капель в кризисном сечении $\bar{d}_3^{кр}$ является отсутствие их зависимости от теплового потока на стенке парогенерирующего канала $q_{ст}$. Другими словами, в этих формулах учитывается только гидродинамический унос капель (унос за счет срыва жидкости с возмущенной поверхности пленки). В действительности, кроме гидродинамического уноса в дисперсно-кольцевом режиме течения, наблюдается унос капель с пузырьками пара из кипящей пленки (пузырьковый унос), величина которого увеличивается с ростом теплового потока.

При еще больших значениях теплового потока пленка теряет свою сплошность и на обогреваемой поверхности образуются сухие пятна с температурой, превышающей температуру Лейденфроста. Эти пятна периодически замываются жидкостью, которая мгновенно вскипает и выбрасывает в пар большое количество капель. Так что и этот механизм образования капель в ядре дисперсно-кольцевого режима непосредственно связан с тепловым потоком.

Рис. 3. Зависимость среднего диаметра капель от теплового потока в кризисном сечении: 1— $\rho\omega=16,9$ кг/(м²с); 2—33,8; 3—67,6; 4—168,9; 5—300; ○, □ — экспериментальные данные



На рис. 3 показано изменение среднего диаметра капель в кризисном сечении от теплового потока. Видно, что с увеличением теплового потока спектр капель сдвигается в сторону меньших размеров. Кроме того, при малом тепловом потоке массовая скорость сильно влияет на средний диаметр (при $\rho\omega=16,9$ кг/м²с $\bar{d}_3^{кр} = 510$ мкм, при $\rho\omega=33,8$ $\bar{d}_3^{кр}=302$). В то же время с ростом теплового потока влияние массовой скорости становится незначительным.

Обработка экспериментальных спектров капель позволила предложить для среднего диаметра капель в кризисном сечении корреляцию следующего вида:

$$\bar{d}_3^{кр} = 1,47 \bar{d}_3^{кр} D_r \left\{ \frac{\rho_s \left(\frac{\rho\omega - x_0}{\rho_s} \right)^2 \left[\frac{\sigma}{g(\rho_3 - \rho_s)} \right]^{1/2}}{\sigma} \right\}^{-0,675} \quad (4)$$

где

$$\bar{d}_3^{кр} = 0,18 \left(\frac{\rho\omega}{300} \right)^{1,34} \left[\frac{q_{ст}}{\rho\omega(1-x_0)r} \right]^{-0,17} \left(\frac{\rho\omega}{300} \right)^{-0,17}$$

В этой формуле D_r — гидравлический диаметр; ρ_s — плотность пара на линии насыщения; ρ_3 — плотность капель; g — ускорение свободного падения; σ — коэффициент поверхностного натяжения; r — скрытая теплота парообразования.



Зависимость (4) получена для $\rho\omega = 10-300$ кг/(м²с); $x_0 = 0,75-0,98$ и $q_{ст} \geq 5$ кВ/м².

Сравнение опытных точек и результатов расчета по формуле (4) показывает их хорошее согласие.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 7.9.1985)

თბოტექნიკა

ა. ყიფშიძე, თ. ჯიშკარიანი, გ. არაბიძე

ორფაზიანი ნაკადის დისპერსიულობის განსაზღვრა გაუარესებული
თბოგადაცემის არეში

რეზიუმე

მოცემულია გაუარესებული თბოგადაცემის არეში ორთქლწვეთებიანი ნაკადის დისპერსიულობის ხარისხისა და თბოგადაცემის კრიზისის კვეთში წვეთების საშუალო დიამეტრების ექსპერიმენტული განსაზღვრის შედეგები.

HEAT ENGINEERING

M. E. KIPSHIDZE, T. S. JISHKARIANI, G. O. ARABIDZE

DETERMINATION OF THE DISPERSION OF TWO-PHASE FLOW IN THE ZONE OF INFERIOR HEAT EXCHANGE

Summary

The paper deals with the results of an experimental determination of the degree of dispersion of stream-drop flow in the zone of inferior heat exchange and average diameters of the drops in the section of heat exchange crisis.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Г. В. Циклаური, Т. С. Джишкаринани. ТВТ, 21, № 1, 1983, 130—136.
2. T. Ueda, H. Tanaka, Y. Koizumi. In: Proc. 6th. Int. Heat Transfer, conf. Toronto, 1978, FB-26.
3. E. N. Ganjir, W. M. Rohsenow. Dispersed flow transfer. I. J. Heat and Mass Transfer, vol. 20, № 8, 1977, 855-866.
4. Кумо, Фарелло, Феррари, Палаци. Теплопередача, № 4, 1974, 66—72.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

В. Н. НЕРСЕСЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА СИММЕТРИЧНЫХ
 КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В НЕЛИНЕЙНЫХ
 АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. К. Чичинадзе 5.5.1983)

Исследование симметричных колебательных процессов на базе метода гармонической линеаризации основывается на близости этих процессов к синусоиде с медленно меняющимся во времени показателем затухания ξ и частотой ω [1].

Решение для переходного процесса ищется в виде [1]

$$x = a \sin \psi, \quad (1)$$

$$\frac{da}{dt} = a\xi, \quad \frac{d\psi}{dt} = \omega, \quad (2)$$

где искомыми неизвестными будут медленно меняющиеся величины показателя ξ и частоты ω .

В настоящей статье будут рассматриваться нелинейности типа $F(x)$, часто встречающиеся на практике. Для таких нелинейностей коэффициенты гармонической линеаризации будут иметь вид [1]

$$\left. \begin{aligned} q &= \frac{1}{\pi a} \int_0^{2\pi} F(a \sin \psi) \sin \psi \, d\psi, \\ q' &= \frac{1}{\pi a} \int_0^{2\pi} F(a \sin \psi) \cos \psi \, d\psi, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

а первая «гармоника» нелинейной функции $F(x)$ будет

$$F(x) = qx + q' \frac{s - \xi}{\omega} x. \quad (4)$$

Для простоты рассмотрим общий случай нелинейных систем первого класса [1], у которых характеристическое уравнение после гармонической линеаризации имеет вид

$$P(s, \xi, \omega, a) = Q(s) + N(s) \left(q + \frac{s - \xi}{\omega} q' \right) = 0. \quad (5)$$

Для нахождения значений показателя затухания ξ и частоты ω подставляют в (5) $s = \xi + j\omega$, после чего уравнение (5) преобразуется в

$$P(\xi, a, j\omega) = Q(\xi + j\omega) + N(\xi + j\omega) (q + jq') = 0, \quad (6)$$

откуда и определяются значения медленно меняющихся показателей затухания ξ и частоты ω .

В общем случае уравнение (6) может иметь высокий порядок, что затрудняет расчет [1].

В настоящей статье рассматривается возможность распространения метода производной аргумента [2], разработанного для линейных

Гармонически линейризованное уравнение собственных движений ($\psi=0$) системы в операторной форме запишется согласно [3], в виде

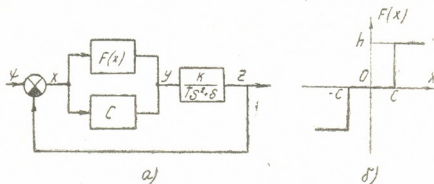


Рис. 1

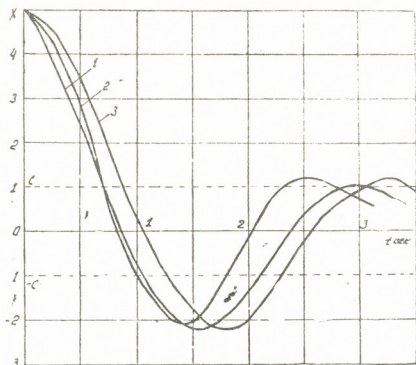


Рис. 2

$$\left[s^2 + \frac{1}{T} s + \frac{ck}{T} + q(a) \right] x = 0, \quad (13)$$

где коэффициент гармонической линейризации [3]

$$q(a) = \frac{4kh}{\pi T a^2} \sqrt{a^2 - C^2}. \quad (14)$$

Характеристическое уравнение, соответствующее дифференциальному уравнению (13), будет иметь вид

$$s^2 + \frac{1}{T} s + \frac{ck}{T} + q(a) = 0. \quad (15)$$

Для исследования уравнения (15) вышеприведенным способом подставим в (15) $s=j\omega$, выделим вещественную и мнимую части, а также найдем их производные по ω . В результате получим

$$U = -\omega^2 + \frac{ck}{T} + q(a),$$

$$V = \omega, \quad U' = -2\omega, \quad V' = 1. \quad (16)$$

Переходной процесс построим с помощью формул (1) и (2) с учетом того, что

$$\xi(a) \approx -\frac{1}{\max R(\omega, a)}, \quad \omega(a) \approx \omega_{\max R(\omega, a)}(a).$$



Значения функции $\max R(\omega, a)$ находятся при вычислении функции $R(\omega, a)$ по формуле (7).

Для наглядности сравнения при расчете использовались те же значения параметров системы, для которых велся расчет в [3], т. е.

$$T = 1 \text{ сек}, k=1, c=1,96, h=5, C=1.$$

Начальным значением амплитуды, как и в [3], принималось $a(0)=5$. На основе расчетных данных построен переходной процесс (рис. 2, кривая 1).

Для сравнения на графике (рис. 2) приведены кривая переходного процесса, построенного с использованием методики, применяемой в [1, 3], и кривая точного переходного процесса (кривые 3 и 2, соответственно).

Ошибка построения переходного процесса на основе изложенного здесь способа невелика и вполне допустима для инженерной практики проектирования нелинейных автоматических систем.

ВНИИ радиофизических измерений
Ереван

(Поступило 13.5.1983)

ԱՅՏՈՒՄԱԿԱՆ ԳԱՐԵՄԱ ԵՎ ԶԱՄՈՒՅՎՈՒԹԻ ԺԱՄԿԱ

Յ. ՆԵՐՏՍԻԱՆԻ

ԱՐԱՏՐՔՈՅ ԱՅՏՈՒՄԱԿԱՆ ՏՆՏԵՄԵԶՄԻ ՏՈՒՄԵՏՐԻՍՏԱՆԻ ԴՅԱՅՎՈՒԹԻ
ՅՐՈՇՄԵՄԻՆ ԽԱՐԻՏՆԻՏ ԶԱՄՈՅՎՈՒՄԵՅ

Ր Ե Յ Ո Ս Մ Ե

Մանասիատեղի քոլինոմիս արգյւմենտի ճարտարաբանական մեթոդի ծախսի
մոզմուլիս շարմոնիւլադ ցարդիւլիւլ արարդիւլ ՏՆՏԵՄԵԶՄԻ ՏՈՒՄԵՏՐԻՍՏԱՆԻ
ԴՅԱՅՎՈՒԹԻ ՅՐՈՇՄԵՄԻՆ ԽԱՐԻՏՆԻՏ ԿԵԼԵՅԻՆ ՄԵՏՈՒԼԻ.

ՄԵՏՈՒԼԻ ԻՍԼԵՎԱ ՐՈԳՈՐԿ ԳԱՐԴԱՄԱՎԱԼԻ ՅՐՈՇՄԵՄԻՆ ԴՅԱՅՎՈՒԹԻՆ
ԻՍԵ ԳԱՐԴԱՄԱՎԱԼԻ ՅՐՈՇՄԵՄԻՆ ԴՅԱՅՎՈՒԹԻՆ ԴՅԱՅՎՈՒԹԻ ՄԵՍԱԴԵԼԵԼՈՒԹԱՏ.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

V. N. NERSESIAN

INVESTIGATION OF THE COEFFICIENT OF SYMMETRICAL OSCILLATORY PROCESSES IN NONLINEAR AUTOMATIZED SYSTEMS

Summary

On the basis of the method of derivative of argument of characteristic polynomial a method is suggested for investigating the coefficient quality of symmetrical oscillatory processes in harmonically linearized nonlinear automatized systems. The proposed method allows not only to construct the curve envelope of unsteady state processes, but also to determine approximately the unsteady-state process itself.

ԼԻՏԵՐԱԿՐԱԲ — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Е. П. Попов, И. П. Пальтов. Приближенные методы исследования нелинейных автоматических систем. М., 1960.
2. Д. О. Мелкумян. Изв. АН Арм. ССР, техн. науки, т. XXIV, № 6, 1971.
3. Сб. «Метод гармонической линеаризации в проектировании нелинейных систем автоматического управления». М., 1970, 202.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТ. ТЕХНИКА

А. Р. КУТАТЕЛАДЗЕ, Г. А. ДЗИДЗИГУРИ

ОБ ОДНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧЕ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. Е. Салуквадзе 15.3.1985)

В работе рассматривается задача оптимального управления, в которой состояние объекта описывается дифференциальным уравнением в частных производных эллиптического типа, управляющими воздействиями являются граничные условия и имеются ограничения как на управляющие воздействия, так и на выходные параметры системы. Такая задача возникает при оптимальном управлении режимами работы скважин на нефтяных месторождениях и имеет важное народно-хозяйственное значение.

В работе на основе характерных свойств объекта, таких как системы многосвязного регулирования, [1], построен эффективный алгоритм решения задачи и обоснована его сходимости. Показано монотонное изменение по итерациям алгоритма как управляющих переменных, так и функционала, что предопределило высокую скорость сходимости процедуры.

Пусть Ω — многосвязная область в трехмерном пространстве R^3 , ограниченная внешним контуром Γ_0 и внутренними контурами Γ_i , $i \in N$. Здесь N — конечное множество натуральных чисел (множество номеров эксплуатационных и нагнетательных скважин). Будем предполагать, что область Ω липшицева [2]. Обозначим через W_2^1 гильбертово пространство измеримых функций, квадратично-суммируемых по области Ω и имеющих квадратично-суммируемые по Ω обобщенные производные до второго порядка включительно [2].

При заданных управляющих воздействиях Q_i , $i \in N$ (характеризующих потоки жидкости на скважинах) функция $\varnothing \in W_2^1$ (определяющая распределение потенциала по объему нефтеносного пласта) находится из решения уравнения в частных производных.

$$\sum_{i=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_i} T_c(x) \frac{\partial \varnothing}{\partial x_i} = 0, \quad x \in \Omega \quad (1)$$

при граничных условиях

$$\varnothing(x) = \varnothing_{зад}, \quad x \in \Gamma_i, \quad i \in N, \quad (2)$$

$$\int_{\Gamma_i} T_c(x) \frac{\partial \varnothing}{\partial \nu} (x) dx = Q_i, \quad i \in N,$$

$$\varnothing(x) = \varnothing_{зад}(x), \quad x \in \Gamma_0, \quad (3)$$



где $T_c(x)$ — непрерывно-дифференцируемая в области Ω функция, характеризующая гидропроводность пласта; ν — нормаль к контуру; $\varnothing_{\text{зад}}(x)$ — заданная функция из пространства $W_2^3/2(\Gamma_0)$ [2]; $\varnothing_3 = \{\varnothing_{3i}, i \in N\}$ — вектор потенциалов на забое скважин, соответствующий условию постоянства потенциалов на контурах скважин. Вектор выходных параметров системы $p = \{p_i, i \in N\}$ (определяющий давление на устье скважин) находится в следующем виде:

$$p_i = a_i \varnothing_{3i} - f_i(Q_i), \quad i \in N. \quad (4)$$

Здесь $f_i, i \in N$ — непрерывные вместе с производными до второго порядка включительно функции, удовлетворяющие условиям (5); a_i — постоянные положительные коэффициенты $a_i > 0, i \in N$.

$$\frac{df_i}{dQ_i}(Q_i) > 0, \quad \frac{d^2f_i}{dQ_i^2}(Q_i) > 0, \quad \forall Q_i \geq 0, \quad i \in N. \quad (5)$$

Зависимость (4) соответствует уравнениям движения газожидкостного потока по стволу скважины с учетом характеристик скважинного оборудования 3 и с достаточной для практики точностью ее можно аппроксимировать квадратичным полиномом [4]. Задача состоит в выборе таких управляющих воздействий $Q = \{Q_i, i \in N\}$, чтобы при выполнении технологических ограничений на управляющие воздействия

$$Q_i \geq 0, \quad i \in N \quad (6)$$

и на выходные параметры системы

$$p_i \geq p_i^{\text{мин}}, \quad i \in N \quad (7)$$

максимизировать линейный функционал (8), соответствующий добыче нефти со всего месторождения

$$L(\varnothing) = \sum_{i \in N} \left[\int_{\Gamma_i} F_i(x) T_c(x) \frac{\partial \varnothing}{\partial \nu} dx \right] \rightarrow \max. \quad (8)$$

Здесь $p_i^{\text{мин}}, i \in N$ — заданные величины, определяющие минимально-допустимые давления на устье скважин; $F_i(x)$ — функции, характеризующие долю нефти в потоке жидкости.

Для обеспечения монотонности изменения переменных задачи по итерациям процедуры она разбивается на этапы, состоящие из конечного числа итераций. Переменные, получаемые на каждом шаге, будем обозначать с двумя верхними индексами — первый индекс соответствует номеру итераций, а второй — номеру этапа. Точку (Q, \varnothing, P) , удовлетворяющую условиям (1) — (7), назовем планом прямой задачи. Отметим, что процедура на 1-м, 3-м, 5-м и т. д. этапах полностью аналогична. В то же время аналогична процедура на 2-м, 4-м, 6-м и т. д. этапах. Поэтому для упрощения изложения мы опишем процедуру на 1-м и 2-м этапах. Пусть ε — некоторое малое положительное число, а $\varepsilon_1 = \varepsilon / \mu \varepsilon N$. Здесь $\mu \varepsilon N$ — количество элементов в множестве N . В качестве исходной точки процедуры $(Q^{0,1}, \varnothing^{0,1}, p^{0,1})$ возьмем вектора $Q^{0,1}, p^{0,1}$ и функцию $\varnothing^{0,1}$, удовлетворяющие уравнениям (1) — (4), и условиям (9)

$$p_i = p_i^{\text{мин}}, \quad i \in N. \quad (9)$$

Показано, что такая точка существует и единственна. Предполагается, что она удовлетворяет ограничениям (6). Как правило, на практике это предположение выполняется. Предположим, что на $(k-1)$ -й итерации 1-го этапа найдена точка $(Q^{k-1,1}, \varnothing^{k-1,1}, p^{k-1,1})$. Тогда на k -й итерации 1-го этапа процедура будет состоять из следующих шагов: 1. Определяем подмножество $M^{k,1} \subset N$, вектора $v^{k,1} = \{v_i^{k,1}, i \in N\}$, $\psi^{k,1} = \{\psi_i^{k,1}, i \in N\}$ и функцию $\varphi^{k,1} \in W_2^2$, удовлетворяющие сопряженному уравнению

$$\sum_{i=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_i} T_c(x) \frac{\partial \varphi^{k,1}}{\partial x_i}(x) = 0, \quad x \in \Omega, \quad (10)$$

граничным условиям

$$\begin{aligned} \varphi^{k,1}(x) &= 0, \quad x \in \Gamma_0, \\ \int_{\Gamma_i} T_c(x) \frac{\partial \varphi^{k,1}}{\partial \nu}(x) dx &= v_i^{k,1}, \quad i \in N, \end{aligned} \quad (11)$$

$$\varphi^{k,1}(x) - F(x) - \frac{df}{dQ_i}(Q_i^{k-1,1}) v_i^{k,1} = \psi_i^{k,1}, \quad x \in \Gamma_i$$

и условиями двойственности

$$\begin{aligned} v_i^{k,1} &= 0, \quad \psi_i^{k,1} > 0, \quad i \in M^{k,1}, \\ v_i^{k,1} &\leq 0, \quad \psi_i^{k,1} = 0, \quad i \in N \setminus M^{k,1}. \end{aligned} \quad (12)$$

Эффективный алгоритм нахождения точки $(v^{k,1}, \varphi^{k,1}, \psi^{k,1})$, удовлетворяющей (10) — (12), изложен в [5]. 2. Выделяем подмножество $D^{k,1} = \{i \in M^{k,1} : Q_i^{k-1,1} > 0, \psi_i^{k,1} > 0, Q_i^{k-1,1} \psi_i^{k,1} > \varepsilon_1\}$. Если оно пусто и $k=1$, то найден план задачи, отличающийся от оптимального по функционалу не более, чем на ε , т. е.

$$L(\varnothing^{\text{опт}}) - L(\varnothing^k) < \varepsilon. \quad (13)$$

Если множество D^k пусто и $k \neq 1$, то переходим к следующему этапу.

3. Определяем параметр $\beta^{k,1}$, позволяющий максимизировать функционал (8) при выполнении уравнений (1) — (4) и следующих граничных условий:

$$\begin{aligned} Q_i(\beta) &= \max \{Q_i^{k-1,1} - \beta \psi_i^{k-1}, 0\}, \quad i \in D^{k,1}, \\ p_i(\beta) &= p_i^{k-1,1}, \quad i \in M^{k,1} \setminus D^{k,1}, \text{ если } \psi_i^{k-1} < 0, \\ Q_i(\beta) &= Q_i^{k-1,1}, \quad i \in M^1 \setminus D^{k,1}, \text{ если } \psi_i^{k-1} \geq 0, \\ p_i(\beta) &= p_i^{\text{мин}}, \quad i \in N \setminus M^1. \end{aligned} \quad (14)$$

Показано, что эта задача сводится к задаче выпуклого программирования в одномерном пространстве, ее решение существует и единственно. Практически для определения параметра $\beta^{k,1}$ использовался метод „золотого сечения“ [6]. 4. Определяем точку $(Q^k, \varnothing^k, p^k)$ из решения дифференциального уравнения (1) при граничных условиях (2) — (4), (12), в которых $\beta = \beta^{k,1}$. В качестве исходной точки второго этапа $Q^{0,2}, \varnothing^{0,2}, p^{0,2}$ возьмем план прямой задачи, найденный по завершении 1-го этапа. Предположим, что на $(k-1)$ -й итерации 2-го этапа найден план прямой задачи $(Q^{k-1,2}, \varnothing^{k-1,2}, p^{k-1,2})$. Тогда на k -й итерации 2-го этапа процедура состоит из следующих шагов: 1. Определяем множество $M^{k,2} \subset N$, вектора $v^{k,2}, \psi^{k,2}$ и функцию $\varphi^{k,2} \in W_2^2$, удовлетворяющие (10) — (12) (в условиях (11) $Q^{k-1,1}$ заменяется на $Q^{k-1,2}$). 2. Определяем подмножества $F^{k,2} = \{i \in M^{k,2} : Q_i^{k-1,2} = 0, \psi_i^{k,2} \geq 0\}$, $B^{k,2} = \{i \in M^{k,2} : Q_i^{k-1,2} > 0, \psi_i^{k,2} \geq 0\}$ и $D^{k,2} = \{i \in M^{k,2} : p_i^{\text{мин}} > p_i^{\text{мин}},$



$\psi_i^{k,2} < 0$). Если множества $D^{k,2}$ и $B^{k,2}$ пусты, то процедура завершена. Если $D^{k,2}$ пусто, а $B^{k,2}$ не пусто, то переходим к следующему этапу, считая, что $(Q^{0,3}, \varnothing^{0,3}, p^{0,3}) = (Q^{k-1,2}, \varnothing^{k-1,2}, p^{k-1,2})$. Если $D^{k,2}$ не пусто, тогда переходим на следующий шаг. 3. Находим параметр $\beta^{k,2}$, позволяющий максимизировать функционал (8) при выполнении уравнений (1)–(4) и следующих граничных условий:

$$\begin{aligned} Q_i(\beta) &= Q_i^{k-1,2} - \beta \psi_i^{k,2}, \quad i \in D^{k,2}, \\ Q_i(\beta) &= 0, \quad i \in F^{k,2}, \\ p_i(\beta) &= p_i^{k-1,2} \quad i \in (N \setminus M^{k,2}) \cup B^{k,2}. \end{aligned} \quad (15)$$

Показано, что эта задача сводится к задаче выпуклого программирования в одномерном пространстве, имеющей единственное решение. 4. Определяем план прямой задачи $(Q^{k,2}, \varnothing^{k,2}, p^{k,2})$ из решения уравнений (1)–(4) при граничных условиях (15), в которых $\beta = \beta^{k,2}$.

Грузинский политехнический
институт
им. В. И. Ленина

Академия наук СССР
Институт проблем управления

(Поступило 15.3.1985)

ავტომატური მართვა და გამოთვლითი ტექნიკა

ა. ჭუბთაძე, გ. ძიძიგური

ოპტიმალური მართვის ერთი არაწრფივი ამოცანის შესახებ

რეზიუმე

განხილულია ფუნქციონალურ სივრცეში ოპტიმალური მართვის ამოცანა, რომელშიც სისტემის მდგომარეობა აღწერილია ელიფსური ტიპის კერძოწარმოებულნი დიფერენციალური განტოლებებით. მართვა შედის სასაზღვრო პირობებში, კავშირი მმართველ ზემოქმედებებსა და სისტემის გამოსასვლელ პარამეტრებს შორის არაწრფივია. ასეთი ამოცანა ისმება ნავთობმოპოვების პროცესის ოპტიმალური მართვის დროს.

AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING

A. R. KUTATELADZE, G. A. DZIDZIGURI

ON ONE NONLINEAR OPTIMAL CONTROL PROBLEM

Summary

An optimal control problem in the functional space in which the system condition is described by an equation of elliptic type with partial derivatives is considered. The control has boundary conditions, relation between controllable influences and system output parameters are nonlinear and there are restrictions on the controllable influences as well as on the output parameters.

The analogous problem arises in petroleum production optimal control

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. М. В. Мееров. Оптимизация систем многосвязного управления. М., 1972.
2. О. А. Ладыженская, Н. Н. Уралцева. Линеиные и квазилинейные уравнения эллиптического типа. М., 1973.
3. И. М. Муравьев, Н. Н. Репин. Исследование движения многокомпонентных смесей в скважинах. М., 1972.
4. В. А. Афанасьев, Ю. Е. Батурич, А. В. Елизаров, В. П. Максимов. Нефтяное хозяйство, № 7, 1979.
5. Я. М. Берщанский, М. Л. Литвак, М. В. Мееров. Автоматика и телемеханика, № 4, 5, 1976.
6. Д. Химмельблау. Прикладное нелинейное программирование. М., 1975.



ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

Г. М. СУЛАШВИЛИ, З. Н. ЦИЛОСАНИ, Х. С. ЧИКОВАНИ

КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ ИЗДЕЛИЯ НА ОСНОВЕ ИЗВЕСТИ
ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ОБЪЕКТОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Ш. Г. Напетваридзе 23.2.1984)

Современное сельское строительство предусматривает создание крупных колхозных и совхозных поселков, животноводческих и птицеводческих комплексов, комбикормовых заводов и других объектов.

Возросший объем сельского строительства делает необходимым массовый выпуск эффективных, дешевых, легких и облегченных материалов и конструкций, стойких в агрессивной среде сельскохозяйственных производственных зданий. Особую актуальность приобретает вопрос использования местных строительных материалов.

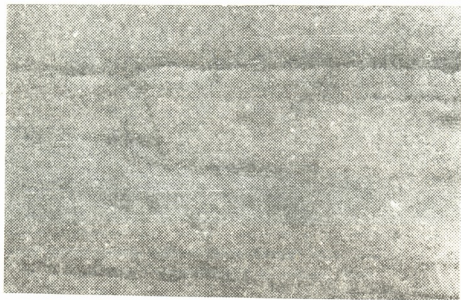


Рис. 1. Плиты покрытия коровника (вид снизу). Арматура заржавела, и образовались трещины. Процесс необратим, плиты подлежат замене

При этом необходимо иметь в виду, что в сельскохозяйственных производственных зданиях (силосные сооружения, кормоцеха, склады минеральных удобрений, птицефермы, животноводческие комплексы) зачастую наблюдается интенсивная коррозия железобетонных конструкций. Это вызвано повышенной влажностью и агрессивной средой. Из-за наличия газовых примесей в виде аммиака, углекислоты и сероводорода, а также колебания температуры в таких помещениях возможно периодическое конденсатообразование на поверхности конструкции, что существенно влияет на стойкость материалов и изделий и является причиной их разрушения (рис. 1 и 2). Представленные фотографии, снятые в животноводческих помещениях и силосных ямах в с. Джапаридзе Цителцкаройского района, свидетельствуют о вышесказанном. Такая картина типична и для многих других объектов.

Для исследования воздействия агрессивных сред, создающихся в животноводческих помещениях, зданиях птицеферм и силосных ямах,

на бетон были изготовлены образцы ($10 \times 10 \times 10$ см) из того же состава бетона, из которого выстроены вышеперечисленные объекты. Образцы были помещены в тех местах, где особенно явно сказывается агрессивное действие среды. Агрессивная среда разнообразна. Животные при выдыхании воздуха выделяют углекислоту, примерно 3,4—4,5%, т. е. в 100—150 раз больше ее содержания в атмосферном воздухе. Углекислота проникает в защитный слой бетона, происходит интенсивная карбонизация, зона которой достигает арматуры и вызывает ее коррозию (рис. 2). Кроме того, крупнорогатый скот выделяет в большом количестве водяной пар (каждое животное в сутки выделяет примерно 6—9 кг). Вместе с паром выделяются кишечные газы (метан, сероводород и др.). При разложении навоза также образуются ядовитые газы, такие как аммиак, сероводород, мочевина. В силосных ямах, если они некачественно изготовлены, начинается гниение силоса с выделением свободного аммиака и продуктов гниения, также являющихся одной из основных сред коррозии. Если силос загрязнен, например фекалиями животных, тогда в водных вытяжках, кроме аммиака, можно обнаружить метилхлориды и соли серной кислоты.

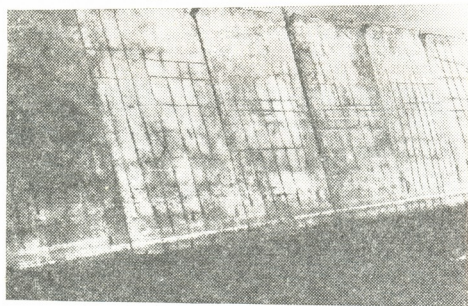


Рис. 2. Плиты стен силосной ямы. На поверхности выступает ржавчина арматурного каркаса

Бетонные образцы, помещенные в отмеченные агрессивные среды, в течение 720 суток дали следующую картину изменения прочности (рис. 3).

Как видно из графика, образцы, находящиеся в агрессивной среде, через 24 месяца показали падение прочности в результате химической коррозии — взаимодействия некоторых минералов цементного камня со свободными кислотами, входящими в состав агрессивных сред.

Что касается образцов, хранящихся в нормальных условиях, их прочность постепенно возрастает. Со временем железобетонные конструкции на цементной основе, находящиеся в агрессивных средах животноводческих комплексов, еще более корродируют. Необходимо, чтобы сельскохозяйственные сооружения, находящиеся в условиях агрессии, возводились из коррозионно-стойких железобетонных конструкций.

Железобетонные конструкции по-разному защищаются от воздействия агрессивных сред: применяется высокоплотный бетон, поверхность покрывается водонепроницаемыми материалами, при приготовлении бетона используются специальные виды цементов, которые при взаимодействии с агрессивными солями и кислотами не образуют свободную окись кальция (глиноземистый цемент, сульфатостойкий порт-

ландцемент, кислотостойкий портландцемент). Все эти мероприятия дорогостоящие и связаны с расходом дефицитных фондируемых материалов.

За последнее время для повышения коррозионной стойкости конструкций все чаще используются различные способы модификации бетонов. Модифицировать можно изделия как из тяжелого, так и из легкого бетонов, как цементные, так и силикатные. Этот способ позволяет практически полностью отказаться от применения цемента. Как известно, такую возможность дают силикатные бетоны, однако сфера их использования узка, так как из этого вида бетона, требующего автоклавной обработки, нельзя изготовить крупноразмерные конструкции и, кроме того, он непригоден в агрессивных средах из-за низкой коррозионной стойкости. Производство автоклавных изделий связано с затратой значительной энергии для получения пара высокого давления.

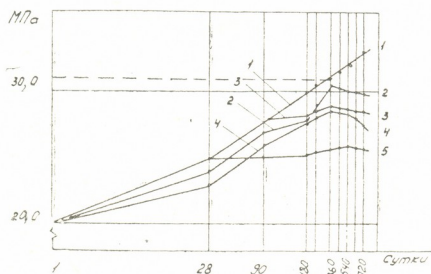


Рис. 3. Изменение прочности цементного бетона в различных помещениях животноводческих объектов: 1 — лаборатория, воздушно-влажная среда, 2 — коровник, 3 — птичник, 4 — свинарник, 5 — силосная яма. Образцы помещались в различные среды на 3-и сутки после тепловлажностной обработки. Прерывистая линия — прочность модифицированного известкового бетона

С целью экономии цемента и сокращения энергоемкости изделий возникла мысль применить известь в качестве вяжущего, а что касается твердения изделия, вместо автоклавной обработки прибегнуть к одному из способов модификации бетона.

Для экспериментальных работ были взяты цителцкарыйский молотый песок крупностью 0,14÷5 мм и цителцкарыйская гашеная известь. Раствор приготавливался в соотношении 1:3. Для определения оптимального значения водовяжущего отношения, обеспечивающего необходимую начальную прочность при минимальных энергозатратах на формирование, количество воды менялось по 50 мл от 300 до 900 мл. Начальная прочность образцов, достигаемая в этих условиях, была 0,1—0,3 МПа, после же модификации максимальная прочность составила 20 МПа.

В эксперименте нами была использована также молотая негашеная известь. Состав готовился в соотношении 1:3 по массе. Вода — 100% по массе вяжущего. Приготовленные таким способом образцы показали начальную прочность в среднем 0,8 МПа, после же модификации прочность получалась порядка 30—40 МПа.

Были проведены эксперименты для того, чтобы оценить коррозионную стойкость конструкций из модифицированного известкового бетона в условиях агрессивных сред на объектах сельского хозяйства.



Образцы, изготовленные из оптимального состава, были размещены на фермах в помещениях для крупного рогатого скота, на птицефермах, свинарниках, в силосных ямах, в таких местах, где особенно выражено воздействие среды на железобетонные конструкции.

До помещения образцов в агрессивные среды их прочность составляла 31.0 МПа. После их выдержки в указанных средах в течение 28, 90, 180 и 360 суток прочность образцов почти не менялась.

Полученные результаты дают основание предполагать, что изделия на основе извести, приобретая после модификации достаточно высокую прочность и коррозионную стойкость, могут с успехом заменить ряд железобетонных изделий, изготавливаемых сегодня на цементной основе. Такими могут быть, например, железобетонные плиты в силосных ямах, изделия для устройства полов в животноводческих помещениях, облицовочные плиты, канализационные лотки и трубы и др.

По накоплению опыта номенклатура изделий, изготавливаемых на основе извести с последующей модификацией, может быть расширена. Так, например, вполне вероятно возможность замены малогабаритных железобетонных изделий на цементной основе, предназначенных для несущих элементов конструкций сельскохозяйственных зданий и сооружений.

Использование местного строительного материала — извести взамен фондируемого портландцемента и его производных позволит расширить строительство сельскохозяйственных объектов колхозными строительными организациями.

Академия наук Грузинской ССР

Институт строительной механики

и сейсмостойкости

им. К. С. Завриева

(Поступило 24.2.1984)

გასაღატო ბაქნოლოგია

ბ. სულაშვილი, ზ. წილოსანი, ხ. ჩიქოვანი

კირის ფუძეზე დამზადებული კოროზიამდებრი ნაკეთობები

სასოფლო-სამეურნეო ობიექტების კონსტრუქციებში

ელემენტებისათვის

რეზიუმე

ნაჩვენებია, რომ ადგილობრივი მასალის — კირის ფუძეზე შეიძლება დამზადდეს ბეტონი, რომელიც მოდიფიცირების შემდეგ იძენს მაღალ სიმტკიცესა (30—40 მგბა) და კოროზიამდებობას. ის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სასოფლო-სამეურნეო ობიექტების ასაგებად განკუთვნილი სამშენებლო ნაკეთობების დასამზადებლად.

TECHNOLOGY OF MATERIALS

G. M. SULASHVILI, Z. N. TSILOSANI, Kh. S. CHIKOVANI
LIME-BASED CORROSION RESISTANT PRODUCTS FOR
STRUCTURAL MEMBERS OF AGRICULTURAL FACILITIES

Summary

Concrete and reinforced concrete in the structures of agricultural facilities (live-stock farms, silo pits, storehouses for weedkillers and fertilizers) suffer corrosion as the medium of facilities in question is aggressive to portland cement. Besides, portland cement and its derivatives are scarce.

It is shown that, on the basis of local lime, concrete can be produced, which after modification acquires high strength (~ 40 MPa) and corrosion-resistance, and that this concrete can be used in manufacturing structural products for use in the construction of agricultural facilities.



ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Н. В. ВАШАКИДЗЕ

ОБУЧЕНИЕ ЗРИТЕЛЬНОЙ ДИСКРИМИНАЦИИ ПОСЛЕ
УДАЛЕНИЙ СРЕДНИХ ОТДЕЛОВ СУПРАСИЛЬВИЕВОЙ
ИЗВИЛИНЫ У КОШЕК

(Представлено академиком Т. К. Иоселиани 24.1.1984)

К настоящему времени можно считать твердо установленным, что у приматов, наряду с классической геникуло-стриарной системой, имеется дополнительная зона неокортекса, расположенная в области «ассоциативной коры» и имеющая отношение к зрительной функции, а именно к выполнению и сохранению зрительных дискриминаций (т. н. «нижневисочная кора» — НВК) [1, 2]. Что касается представителей других видов млекопитающих, в частности хищных, вопрос о наличии или отсутствии у них функционально аналогичной области до сих пор не получил однозначного решения [3, 4].

Настоящая работа представляет собой попытку исследовать данный вопрос на кошках. Для измерения зрительной функции выбран тест т. н. одновременной зрительной дискриминации объектов (ОЗД), а в качестве возможного кандидата на роль функционального аналога НВК приматов — средняя зона супрасильвиевой извилины (ССИ) из-за сходства таламо-кортикальной организации этих двух неокортикальных зон [5, 6].

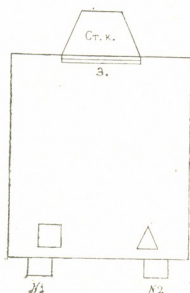


Рис. 1

Опыты велись в специальном тестировочном аппарате (рис. 1), к спокойному пребыванию в котором животные предварительно приучались на протяжении 7—10 дней. В течение этого времени животные приучались также к побежкам к соответствующим кормушкам (№ 1 и 2) с доставанием пищи из них с помощью передних лап. Особое внимание обращалось на обеспечение равновероятности побегов к обоим кормушкам при отсутствии специальных условных сигналов — «указателей» местонахождения пищи в той или иной кормушке. Пищевая мотивация подопытных кошек также контролировалась.

Тест ОЗД. Перед одной из кормушек располагали один трехмерный объект (деревянный куб размерами 10×10×10 см), а перед другой — другой трехмерный объект (пирамиду размерами 10×6×



10 см). По остальным признакам эти объекты были идентичными. Экспериментатор произвольно выбирал тот или иной объект в качестве положительного, т. е. подкрепляемого, тогда как другой служил в качестве отрицательного, т. е. неподкрепляемого стимула. Проба на ОЗД заключалась в следующем: животное находилось в стартовой камере (Ст. к.), экранированной от остальной части аппарата одновременно прозрачной и непрозрачной дверцами, что исключало возможность наблюдения животным за действиями экспериментатора, располагавшего дискриминируемые объекты за соответствующими кормушками. После этого непрозрачная дверца поднималась и животному предоставлялась возможность зрительного восприятия обоих объектов. По прошествии 5 сек поднималась и прозрачная дверца, что давало возможность животному произвести выбор того или другого объекта. В случае выбора положительного объекта, т. е. при побежке животного к соответствующей кормушке, открытие ее лапой позволяло животному получить порцию пищи (кусочек вареного мяса). В случае ошибки животное не могло получить пищи, так как другая кормушка в данной пробе была заперта защелкой. Проба ОЗД заканчивалась либо самостоятельным возвращением животного в стартовую камеру, либо насильственным его возвращением. В день давалось 20 проб; межпробный интервал варьировал в пределах 1—1,5 мин. Местонахождения дискриминируемых объектов на последовательных пробах рандомизировались по Геллерману. Ошибочные реакции не корректировались. Обучение ОЗД продолжалось до достижения условного критерия правильного выполнения — не более двух ошибок в блоке из 20 проб. По достижении данного критерия тестирование прекращалось и возобновлялось по идентичной процедуре как для нормальных, так и для оперированных животных через 10 дней с целью оценки степени сохранения заученной до критерия ОЗД по т. н. индексу сохранения, вычисляемому по формуле

$$Ис = \frac{\langle Н \rangle - \langle П \rangle}{\langle Н \rangle + \langle П \rangle},$$

где буквой Н обозначено количество ошибок, допущенных животным на исходном обучении ОЗД до критерия, а буквой П — количество ошибок, допущенных на повторном (через 10 дней) обучении той же задаче до того же критерия.

Как в исходном, так и в повторном тестировании ОЗД участвовало 8 кошек: 4 контрольных нормальных и 4 оперированных с двусторонними удалениями средних частей супрасильвиевой извилины. Данные тестирования обрабатывались методами непараметрической статистики по критерию Манна—Уитни [7].

Операция проводилась в асептических условиях и заключалась в одномоментном субпиальном отсосе корковой ткани в области средних отделов супрасильвиевой извилины (рис. 2). При этом по возможности щадилась тонкая диагональная полоска коры поперек этой извилины, так как под ней проходит тонкий пучок волокон оптической радиации. Опыты по тестированию ОЗД начинались через 10 дней после операции, когда общее поведение оперированных животных полностью нормализовалось.

Результаты эксперимента по обучению ОЗД приведены в таблице. Из данных второго столбца таблицы можно видеть, что между группами нормальных и оперированных кошек имеется статистически значимая разница в скорости достижения критерия обучения ОЗД ($U=0$, $P=0,01$). Следовательно, двустороннее удаление ССИ у кошек приводит к дефициту в исходном обучении ОЗД. С другой стороны, данные, приведенные в третьем и четвертом столбцах той же таблицы, показывают, что в сохранении обученной до критерия ОЗД

между группами нормальных и оперированных кошек нет статистически значимого различия ($U=2$, $P>0,05$). Таким образом, в наших условиях тестирования после обучения ОЗД ее сохранение в памяти оперированных кошек протекает, по-видимому, столь же эффективно, что и у нормальных контрольных кошек.

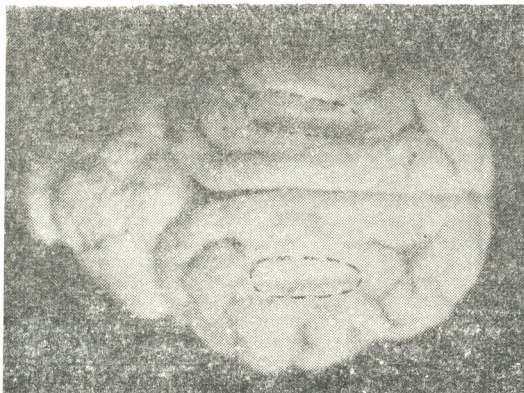


Рис. 2

Следует отметить, что у наших оперированных кошек имеется явный дефицит на исходном обучении ОЗД. Его основой могут быть: 1) определенные дефекты полей зрения от непреднамеренного разрушения волокон оптической радиации, 2) нарушения в процессах фор-

КОШКИ Н—нормальные О—оперированные	ОШИБКИ до критерия на повторном обучении Н	ОШИБКИ до критерия на повторном обучении П	ИНДЕКС сохранения I_c
Н-1	103	18	0,7
Н-2	121	0	1,0
Н-3	100	11	0,8
Н-4	112	0	1,0
О-1	143	0	1,0
О-2	170	29	0,7
О-3	134	7	0,9
О-4	125	6	0,9

мирования следа памяти, на котором основано выполнение ОЗД. Первая интерпретация маловероятна, так как, во-первых, в ходе операции принимались соответствующие щадящие меры, во-вторых, у оперированных кошек не имелось грубых дефектов зрительного поведения и, в-третьих, у них не имелось дефицитов в сохранении заученной до критерия ОЗД. Поэтому естественно предположить, что у оперированных кошек нарушен сам процесс формирования следа зрительной памяти *per se*. В таком случае можно думать, что, как полагали Ходос и Кемпбелл [8], ССИ кошек функционально эквивалентна НВК приматов.

6. ვაშაკიძე

მხედველობითი დისკრიმინაციის დასწავლა კატებში
სუპრასილვიუსის ხვეულის უზა ნაწილების მოცილების შემდეგ

რეზიუმე

ნორმალურ კატებთან შედარებით წინასწარ ოპერირებულ კატებს აქვთ სტატისტიკურად სარწმუნო დეფიციტი მხედველობითი დისკრიმინაციის დასწავლაზე. ნორმალურ კატებთან შედარებით წინასწარ ოპერირებულ კატებს არ გააჩნიათ სტატისტიკურად სარწმუნო დეფიციტი კრიტერიუმამდე დასწავლილი ამოცანის შენახვაზე.

ამ მონაცემებიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ კატებში შუა სუპრასილვიუსის ხვეული მონაწილეობს მოცემული დისკრიმინაციის სათანადო კვალის ფორმირებაში, მაგრამ არა ამ კვალის შენახვაში.

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

N. V. VASHAKIDZE

VISUAL DISCRIMINATION LEARNING IN CATS AFTER REMOVAL
OF THE MIDDLE SUPRASYLVIAN GYRUS

Summary

To elucidate the role of the middle suprasylvian gyrus of the cat in visually guided behaviour the learning and retention of simultaneous visual discrimination of three-dimensional objects (cube vs. pyramid) were studied in normal and preliminarily operated cats (bilateral lesions of the middle suprasylvian gyrus). The experiments have shown that (a) in comparison with normal cats preliminarily operated cats have statistically significant deficits in the acquisition of the discrimination task, (b) in comparison with normal cats preliminarily operated cats do not have any deficit in the retention of this task after it has been learned to the criterion level. It is concluded that the middle suprasylvian gyrus of the cat participates in the acquisition of the visual discrimination of traces, but not in their retention.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. M. Mishkin. In: "Frontiers in Physiological Psychology". New York, 1966
2. C. G. Gross. In: "Handbook of Sensory Physiology", Berlin, 1973.
3. A. Jr. Campbell. J. Comp. Physiol. Psychol. 92, № 1, 1978.
4. Т. А. Натишвили. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1974.
5. E. G. Jones. In: "The Neurosciences: Third study program". Cambridge, 1974.
6. В. И. Малолетнев. Электрофизиологическая характеристика подушки таламуса. Тбилиси, 1977.
7. Д. Химмельблау. Анализ процессов статистическими методами. М., 1973.
8. W. Hodos, C. B. G. Campbell. Psychol. Rev. № 76, 1969.



Н. Н. НУЦУБИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Н. О. ГОНИАШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ СУЛЬФИДРИЛЬНЫХ ГРУПП КОМПОНЕНТОВ НИТРОГЕНАЗЫ, ВЫДЕЛЕННОЙ ИЗ AZOTOBACTER VINELANDII

Установлено, что молекула нитрогеназы (К.Ф.1.18.2.1) содержит две свободные SH-группы, а остальные цистеиновые остатки связаны с железом, входящим в состав железо-серных кластеров [1—3]. Показано, что свободные SH-группы располагаются на Fe-белке [1]. Мы проводили исследование сульфидрильных групп Fe-белка и MoFe-белка с использованием 5,5'-дитиобис (2-нитробензоата) — ДТНБ (реактив Элмана) и йодацетамида.

Fe-белок и MoFe-белок получали фракционированием очищенной нитрогеназы на ДЭАЭ-целлюлозе [4]. Выделенные компоненты подвергали дальнейшему очищению и хранили в жидком азоте в виде шариков. По данным ЭФ в ПААГ, полученные препараты были гомогенными. Количество белка определяли с помощью реактива Биурета на СФ-26 [5]. Реакцию взаимодействия ДТНБ и йодацетамида с SH-группами проводили в анаэробных кюветах в 0,05 М фосфатном буфере при pH 8,0 и 25°C. Скорость реакции ДТНБ с SH-группами определяли измерением экстинкции при 412 нм на СФ-26.

Количество SH-групп вычисляли по формуле $n = M \cdot A_{\infty} \cdot V / m \cdot \epsilon \cdot 10^3$, где n — число SH-групп; M — молекулярная масса Fe-белка ($6 \cdot 10^4$ г) и MoFe-белка ($2,2 \cdot 10^5$ г), мг [6]; A_{∞} — максимальное значение экстинкции, соответствующее концу реакции; V — объем реакционной среды в кювете, мл; ϵ — коэффициент молярной экстинкции аниона 2-нитро-5-тиобензоата, равный $14140 \text{ М} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ [7].

Мы использовали значительный избыток ДТНБ, поэтому процесс модификации SH-групп рассматривали как реакцию псевдопервого порядка. Для определения количества типов SH-групп и вычисления константы скорости их модификации реагентом строили зависимость количества немодифицированных SH-групп ($A_{\infty} - A_t$) от времени в полулогарифмических координатах. Если зависимость выражалась не прямой, то линеаризовали конечный участок графика, считая, что в конце реакции реагентом Элмана модифицируются только «медленные» SH-группы. Прямую продолжали до точки пересечения с осью ординат и из этой точки рассчитывали количество SH-групп «медленного» типа. Затем из экспериментальной кривой вычитали прямую, описывающую модификацию «медленных» SH-групп, и полученную зависимость анализировали таким же образом, характеризуя SH-группы «быстрого» типа [8, 9]. Константы скорости псевдопервого порядка для каждого класса SH-групп рассчитывали по формуле

$$K = \frac{2,303}{t} \lg \frac{A_{\infty}}{A_{\infty} - A_t}$$

В опытах модификации SH-групп дитионит натрия отделяли от компонентов концентрированием на ФМ02·10. Все работы проводили в анаэробных условиях в среде гелия.

На рис. 1 представлены кривые, характеризующие процессы модификации SH-групп нативных и денатурированных Fe-белка и MoFe-белка. Из рисунка видно, что процесс модификации SH-групп денатурированных белков идет быстро по сравнению с нативными.

Рис. 2 показывает характер уменьшения немодифицированных ДТНБ SH-групп нативных Fe-белка и MoFe-белка в процессе реак-

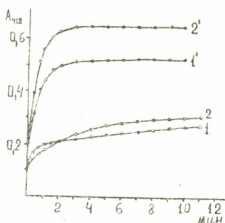


Рис. 1. Экстинкция как функция времени при модификации SH-групп ДТНБ: нативный Fe-белок (1), MoFe-белок (1'), в присутствии 8 М мочевины: Fe-белок (2), MoFe-белок (2') (0,05 М Na_2HPO_4 — NaH_2PO_4 , pH 8,0, 25°C)

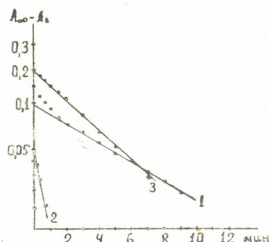


Рис. 2. Зависимость числа немодифицированных SH-групп от времени реакции с ДТНБ: 1, 2 — нативный Fe-белок, 3 — нативный MoFe-белок (линии 1, 2 теоретические)

ции. Видно, что зависимость $A_\infty - A_t$ от времени в полулогарифмических координатах становится линейной через 2 мин после начала реакции в случае Fe-белка, а в случае MoFe-белка кривая является линейной с начала реакции. Согласно вышеописанному анализу экспериментальных кривых, нативный Fe-белок содержит $5,46$ моль SH-групп/ $6,0 \cdot 10^4$ г белка, доступных для ДТНБ при 25°C. По реакционной способности с ДТНБ из них $1,86$ моль SH-групп являются «быстрыми», а $3,60$ моль — «медленными». Константа скорости модификации «быстрых» SH-групп почти в 14 раз больше, чем константа скорости модификации «медленных» SH-групп. В случае MoFe-белка все SH-группы модифицируются как «медленные». Их константа скорости модификации реагентом почти в 2 раза больше константы модификации «медленных» SH-групп Fe-белка (таблица).

Количество «быстрых» SH-групп Fe-белка ($1,86$ моль/ $6 \cdot 10^4$ г белка) близко к числу, полученному для «быстрых» SH-групп нитрогеназы ($2,08$ моль/ $2,8 \cdot 10^5$ г белка).

Что касается «медленных» SH-групп, то их количества и константы скорости модификации ДТНБ являются суммарными величинами, так как кислотолабильная сера, освободившаяся от железо-серных кластеров модификацией ДТНБ цистеиновых остатков Fe-белка и MoFe-белка, взаимодействует с ДТНБ, образуя анион 2-нитро-5-тиобензоата.

Для определения общего числа SH-групп Fe-белок и MoFe-белок денатурировали 8 М мочевиной и от кислотолабильной серы освобождали их концентрированием на ФМ 02-10. Общее число SH-групп Fe-белка составляет $9,62$ моль/ $6 \cdot 10^4$ г белка, а MoFe-белка — $25,1$ моль/ $2,2 \cdot 10^5$ г белка. Сумма этих величин — $34,73$ моль SH-групп/ $2,8 \cdot 10^5$ г белка соответствует числу, полученному для общего количества SH-групп нитрогеназы — ($34,65$ — $36,02$) моль SH-групп/ $2,8 \cdot 10^5$ г белка.

Влияние АТР, Mg^{2+} и кислорода на модификацию „быстрых“ (1) и „медленных“ (2) SH-групп Fe-белка и MoFe-белка (концентрация Fe-белка $1,9 \cdot 10^{-6} M$, MoFe-белка $2,2 \cdot 10^{-6} M$, ДТНБ $2,0 \cdot 10^{-3} M$, АТР $1,44 \cdot 10^{-3} M$, Mg^{2+} $1,44 \cdot 10^{-3} M$, pH 8,0, 25°C, I—R—йодацетамид)

Характеристика SH-групп		ДТНБ		АТР+ + Mg^{2+} + +ДТНБ		Экспозиция на воздухе 7 мин +ДТНБ		2 экв. + +I—R+ +ДТНБ	
		1	2	1	2	1	2	1	2
		Fe-белок	Число SH-групп на молекулу Fe-белка K, мин ⁻¹	1,86 1,92	3,60 0,138	— —	13,0 0,492	3,71 1,43	3,71 0,262
MoFe-белок	Число SH-групп на молекулу MoFe-белка K, мин ⁻¹	— —	6,31 0,25	— —	8,11 0,282	— —	11,2 0,52		

Далее нами было изучено влияние Mg^{2+} , АТР и кислорода на модификацию SH-групп компонентов нитрогеназы. Результаты даны в таблице. Как видно из таблицы, в случае Fe-белка влияние АТР с Mg^{2+} выражается в том, что «быстрые» SH-группы «исчезают», а количество «медленных» SH-групп даже превышает число SH-групп, определяемых в денатурированном Fe-белке. Очевидно, это вызвано тем, что, с одной стороны, присоединение Mg АТР к Fe-белку, изменяя его конформацию, увеличивает доступность ДТНБ к SH-группам и, с другой стороны, освободившаяся от кластеров кислотолabileная сера взаимодействует с ДТНБ. Небольшое увеличение числа SH-групп в случае MoFe-белка должно быть вызвано только этим эффектом. После обработки Fe-белка 2 экв. йодацетамида его модификация ДТНБ не меняет кинетику «медленных» SH-групп.

При экспозиции Fe-белка на воздухе в течение 7—8 мин число «быстрых» SH-групп удваивается, а константа скорости модификации понижается по сравнению с константой скорости «быстрых» SH-групп нативного Fe-белка. Число «медленных» SH-групп не меняется, но константа скорости их модификации увеличивается почти вдвое по сравнению с константой «медленных» SH-групп нативного Fe-белка. Увеличение числа SH-групп и константы скорости их модификации замечено и в случае MoFe-белка.

Известно, что нитрогеназные компоненты чрезвычайно лабильны в отношении кислорода [10]. Увеличение количества SH-групп, модифицируемых ДТНБ, в обоих случаях, очевидно, вызвано деструкцией молекул компонентов нитрогеназы и повышением доступности реагента к тиол-группам. Воздействие воздуха на Fe-белок и MoFe-белок заканчивается тем, что белки обесцвечиваются и агрегируются.

При модификации ДТНБ агрегированных воздухом нитрогеназных компонентов, из которых удалена кислотолabileная сера, замечается уменьшение числа SH-групп по сравнению общими количествами SH-групп этих белков, вероятно, из-за их окисления. Сравнение констант скорости модификации ДТНБ «быстрых» SH-групп нативного Fe-белка и обработанного воздухом в течение 7—8 мин, дает возможность предположить, что свободные SH-группы быстро окисляются, но выявляются новые, которые также модифицируются ДТНБ, но сравнительно медленнее.

ბ. ნუტსუბიძე (საქ. სსრ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი), ნ. ლონიაშვილი

AZOTOBACTER VINELANDII-ის ნიტროგენაზას კომპონენტების სულფჰიდრილური ჯგუფების გამოკვლევა

რეზიუმე

5,5'-დიითობის (2-ნიტრობენზოატის) გამოყენებით შესწავლილია *Azotobacter vinelandii*-ის ნიტროგენაზას Fe-ცილისა და MoFe-ცილის სულფჰიდრილური ჯგუფების რეაქციისუნარიანობა.

BIOCHEMISTRY

N. N. NUTSUBIDZE, N. O. GONIASHVILI

INVESTIGATION OF SULFHYDRIL GROUPS OF NITROGENASE COMPONENTS ISOLATED FROM *AZOTOBACTER VINELANDII*

Summary

The reactivity of nitrogenase SH-group components isolated from *Azotobacter vinelandii* was investigated, using DTNB (Allman reagent).

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Л. А. Левченко, А. В. Раевский, Г. И. Лихтенштейн, А. П. Садков, Т. С. Пивоварова. Биохимия, 42, 1977, 1755—1765.
2. Л. А. Сырцова, Л. А. Левченко, Е. Н. Фролов, Г. И. Лихтенштейн, Т. Н. Писарская, Л. В. Воробьев, В. А. Громогласова. Мол. биол., 5, 1971, 726—730.
3. Е. Н. Фролов, Г. И. Лихтенштейн, Л. А. Сырцова. ДАН СССР, 196, № 5, 1971, 1149—1152.
4. R. C. Burns *et al.* Biochem. Biophys. Res. Commun. № 39, 1970, 90-99.
5. Г. А. Кочетков. Практическое руководство по энзимологии. М., 1980, 222—223.
6. Связывание молекулярного азота клубеньковыми бактериями в симбиотических и культуральных условиях. Под ред. Е. П. Старченкова. Киев, 1984, 5—9.
7. Ю. М. Торчинский. Сера в белках. М., 1977, 129.
8. О. Д. Лопина, А. М. Рубцов, А. А. Болдырев. Биохимия, 44, 1979, 306—316.
9. М. Ш. Симонидзе, Н. Ш. Надирашвили, М. М. Заалишвили, Ф. О. Шрайбман. Сообщения АН ГССР, 104, № 2, 1981, 453—456.
10. Проблемы фиксации азота. Под ред. Р. Харди, Ф. Боттомли, Р. Бернса. М., 1982, 371—372, 391—394.

Г. Л. БРОЛАДЗЕ, Ю. С. МИКАНАДЗЕ, Ц. С. ТУРМАНИДЗЕ,
 Г. И. КВЕСИТАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР)

О ГЕТЕРОГЕННОСТИ ГИАЛУРОНИДАЗЫ STAPHYLOCOCCUS
 AUREUS 0—15

Явление гетерогенности ферментов — существование ферментов в виде множественных форм давно привлекает внимание исследователей. Ферменты, существующие в виде множественных форм, обнаружены в растениях, животных и микроорганизмах.

Множественные формы ферментов все больше используются в клинической биохимической диагностике. Поэтому изучение гетерогенности фермента, получение его множественных форм представляет собой задачу большой важности. Среди ферментов, гетерогенность которой может быть использована в диагностических целях, особое место занимает гиалуронидаза.

О возможном существовании гиалуронидазы как животного, так и микробного происхождения в виде множественных форм сообщается рядом авторов [1—8].

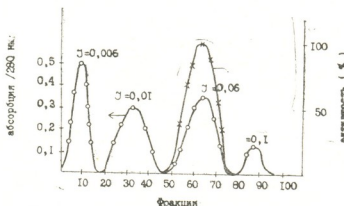


Рис. 1. Профиль элюции комплексного препарата гиалуронидазы из колонки с ДЭАЭ-целлюлозой (размеры колонки 3×27 см). При хроматографии сорбция ведется в условиях 0,006 М фосфатного буфера с рН 7,0—7,2; элюция комплексного препарата гиалуронидазы осуществляется 0,06 М буфером при же значениях рН.

○—○—○—Белок, —×—×—×—гиалуронидазная активность

О наличии множественных форм у гиалуронидазы, выделенной из стафилококков, в частности из *Staphylococcus aureus*, впервые высказал предположение американский ученый Роджерс [4]. В частично очищенном препарате он идентифицировал две формы гиалуронидазы, имеющие разные рН-оптимумы действия. Автор предполагает, что эти две формы ответственны за различные стадии деполимеризации субстрата — гиалуроновой кислоты.

В настоящей работе с целью изучения гетерогенности микробной гиалуронидазы использовался штамм *St. aureus* 0—15, выявленный нами в качестве продуцента гиалуронидазы. Этот штамм активно синтезировал и выделял в культуральную жидкость гиалуронидазу.



Рис. 2. Электрофореграмма комплексного препарата гиалуронидазы

Методами осаждения фермента этиловым спиртом, ионообменной хроматографии на ДЭАЭ-целлюлозе (ОН⁻-форма) и ультрафильтра-



ции (рис. 1) был получен комплексный препарат высокоочищенной гиалуронидазы, применяемый для изучения гетерогенности фермента.

Для этой цели использовались методы электрофореза в полиакриламидном геле при pH 8,3, гель-фильтрации на сефадексе G-100 и изоэлектрофокусирования.

Методом электрофореза в полиакриламидном геле при pH 8,3 было обнаружено, что комплексный препарат гиалуронидазы *St. aureus* 0—15 дает две полосы, представляющие собой, как будет показано ниже, ферменты с гиалуронидазной активностью (рис. 2).

При хроматографии комплексного препарата гиалуронидазы *St. aureus* 0—15 на колонке с сефадексом G-100 были получены два белковых пика с гиалуронидазными активностями. Условно эти две формы были названы гиалуронидазой I (I пик) и гиалуронидазой II (II пик). Профиль элюции представлен на рис. 3. На колонку с раз-

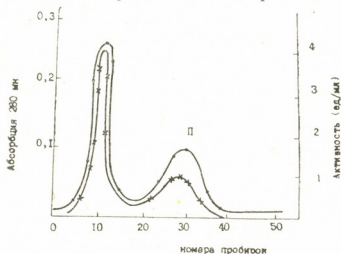


Рис. 3. Профиль элюции гиалуронидазы I и гиалуронидазы II из колонки с сефадексом G-100.

—●—●—●— Белок, —X—X—X— гиалуронидазная активность

мерами 2×40 см наносилось 4 мг белка, растворенного в 2 мл 0,025 М боратного буфера, pH 7,0. Элюция проводилась тем же буфером. Скорость элюции — 20 мл/час. Процентное соотношение гиалуронидазы I и гиалуронидазы II в среднем составляло 57:43. Удельная активность гиалуронидазы I в среднем равнялась 67 ед/мг, а гиалуронидазы II — 26 ед/мг.

Эти данные представляют определенный интерес, если принять во внимание тот факт, что американским ученым Абрамсоном [8] установлена корреляция между профилями и концентрациями пиков множественных форм гиалуронидазы *St. aureus* и специфическими стафилококковыми болезнями.

Методом гель-фильтрации на колонке с сефадексом G-100 «тонкий» определялись молекулярные массы ферментов гиалуронидазного комплекса: гиалуронидазы I и гиалуронидазы II (рис. 4). Колонка с размерами $1,5 \times 90$ см была предварительно откалибрована с помощью белков с известными молекулярными массами: цитохром C, м. в. — 12300, V_e — 84,5 мл; миоглобин, м. в. — 17800, V_e — 73 мл; трипсин, м. в. — 23300, V_e — 68 мл; химотрипсиноген, м. в. — 25000, V_e — 64 мл; пепсин, м. в. — 35000, V_e — 52 мл; яичный альбумин, м. в. — 67000, V_e — 24 мл (где V_e — объем выхода). Все белки фирмы «Serva». На колонку наносилось по 4 мг белка, растворенного в 1 мл 0,025 М боратного буфера, pH 7,0. Элюция проводилась тем же буфером со скоростью 10 мл/час. При нанесении на колонку комплексного препарата гиалуронидазы последний разделялся на два пика с гиалуронидазными активностями. Молекулярная масса гиалуронидазы I (высокомолекулярная форма) была равна 55000, а молекулярная масса гиалуронидазы II (низкомолекулярная форма) — 24000.

Методом изоэлектрического фокусирования определялись изоэлектрические точки гиалуронидазы I и гиалуронидазы II. Изоэлект-

рофокусирование проводилось на приборе LKB-Producter (Швеция) по методу Вестерберга и др. [9]. Для создания градиента pH в диапазоне 3,5—10 применялись 1% амфоллины-носители в градиенте

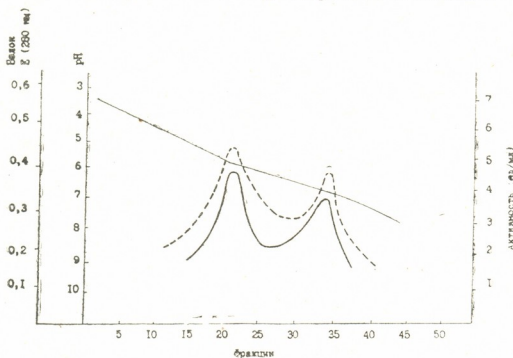


Рис. 4. Изоэлектрическое фокусирование комплексного препарата гиалуронидазы.

----- Белок, — гиалуронидазная активность

сахарозы 0—50% при напряжении 320 в, силе тока 10 ма; изоэлектрофокусирование проводилось в течение 32 часов при 4°C. Использовалась колонка на 110 мл. С помощью этого метода комплексный препарат гиалуронидазы, так же как и при электрофорезе на полиакрила-

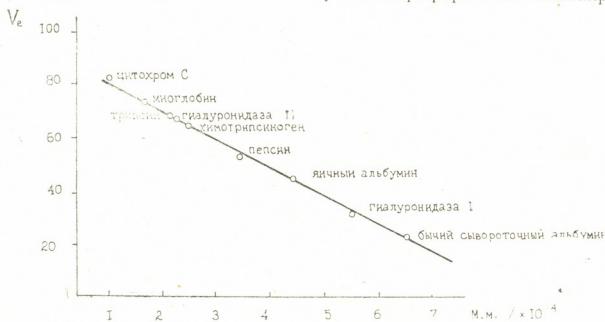


Рис. 5. Калибровочная кривая для определения молекулярных масс гиалуронидазы I и гиалуронидазы II методом гель-фильтрации на сефадексе G-100

мидном геле и при гель-фильтрации на сефадексе G-100, разделялся на два белковых компонента, характеризующихся гиалуронидазной активностью, чем подтверждается наличие двух ферментов. Изоэлектрическая точка гиалуронидазы I равнялась 5,4, а изоэлектрическая точка гиалуронидазы II — 6,5.

Субстратная специфичность гиалуронидазы I и гиалуронидазы II изучалась по действию ферментов на различные мукополисахариды: гиалуронат калия, хондроитинсульфат А, хондроитинсульфат В, хондроитинсульфат С, смесь этих хондроитинсульфатов и гепарин. Все субстраты фирмы «Sigma» (США). Было показано, что гиалуронидаза I



и гиалуронидаза II характеризуются строгой субстратной специфичностью; расщепляют гиалуронат калия и не действуют на хондроитинсульфаты А, В и С, на смесь этих хондроитинсульфатов и гепарин. Следует отметить, что строгая субстратная специфичность является характерной особенностью микробных гиалуронидаз.

Таким образом, на основании результатов, полученных методами электрофореза в полиакриламидном геле, гель-фильтрации на сефадексе G-100 и изоэлектрофокусирования, нами высказано мнение о гетерогенности гиалуронидазы *St. aureus* 0—15, о наличии двух множественных форм — гиалуронидазы I и гиалуронидазы II, различающихся по молекулярным массам, удельной активности, изоэлектрическим точкам и характеризующихся одинаковой субстратной специфичностью.

И в заключение следует также отметить, что при изучении свойств комплексного препарата гиалуронидазы *St. aureus* 0—15 был показан широкий диапазон pH — оптимум действия препарата. В настоящее время выявление множественных форм фермента позволяет объяснить этот феномен.

Изучение множественных форм гиалуронидазы имеет теоретическое и практическое значение в клинической диагностике.

Академия наук Грузинской ССР

Институт биохимии растений

(Поступило 16.3.1984)

ბიოქიმია

ბ. ბროლადე, ი. მიკანადე, ვ. თურმანიძე, გ. კვესიტაძე (საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

STAPHYLOCOCCUS AUREUS 0—15-ის ჰიალურონიდაზას ჰეტეროგენობის შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია *St. aureus* 0—15-ის კულტურალური სითხიდან მიღებულ ჰიალურონიდაზას სუფთა პრეპარატის ჰეტეროგენობა. დადგენილია, რომ ფერმენტული პრეპარატი შეიცავს ჰიალურონიდაზას ორ ფორმას, რომლებსაც ახასიათებთ ერთნაირი სუბსტრატსპეციფიურობა და განსხვავებული მოლეკულური მასები, იზოელექტრული წერტილები და ხვედრითი აქტივობები.

BIOCHEMISTRY

G. L. BROLADZE, U. S. MIKANADZE, Ts. S. TURMANIDZE, G. I. KVESITADZE HETEROGENEITY OF THE HYALURONIDASE FROM *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* 0-15

Summary

The heterogeneity of the hyaluronidase from *Staphylococcus aureus* pure preparation has been studied by disk electrophoresis in polyacrylamide gel, gel-filtration on Sephadex G-100, and isoelectric focusing. The enzymic preparation was found to contain two forms of hyaluronidase which are characterized by different molecular weights, isoelectric points, specific activity and the same substrate specificity.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. И. В. Виха и др. Биохимия, 36, 1, 1971, 216.
2. A. Y. Khorlin *et al.* FEBS Letters, 31, № 1, 1973, 216.
3. M. Nabuhara *et al.* J. Pharm. Soc. Jap., 100, № 8, 1980, 832.
4. H. J. Rogers. The Biochem. J., 42, № 4, 1948, 633.
5. M. M. Davison *et al.* J. Bacteriol., 58, 1949, 717.
6. H. Greiling. 'Hoppe-Seyler's Z. Physiol. Chem. 340, 1965, 243.
7. O. Vesterberg. BBA, 168, 1968, 218.
8. C. Abramson. Rec. Advanc. in Staph. Res., 236, 1974, 495.
9. O. Vesterberg, H. Svensson. Acta Chem. Scand., 20, 3, 1966, 820.

Ц. И. МАМУКАШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРИБОВ
CYLINDROCARPON CEDRI (MAMUK.) И *CILINDROCARPON*
OBTUSISPORUM (COOKE ET HARKNESS) WR.

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 11.3.1985)

В условиях Грузии расширяется видовой состав лесных пород, увеличивается их площадь и одновременно отмечается заметное распространение на сеянцах, саженцах и насаждениях почвенных грибов из рода цилиндрокарпон, вызывающих полегание сеянцев, корневые гнили и гибель растений.

Выращивание качественного посадочного материала является основой создания здоровых лесных массивов.

В Грузии к настоящему времени материалы по видам рода цилиндрокарпон касаются только описания морфологических и культуральных признаков грибов.

Биологические особенности *C. cedri* и *C. Obtusisporum* — возбудителей болезни сеянцев кедра гималайского и сосны черной изучаются нами впервые.

Из условий, оказывающих влияние на прорастание спор, следует отметить: подходящую температуру, необходимую влажность, снабжение кислородом, рН среды [1—5]. Когда эти факторы близки к оптимуму, тогда прорастание спор протекает быстро.

Установление оптимальных условий для развития патогенов, а также длительности периода, в который последние способны вызывать заболевание, имеет большое практическое значение для выработки правильной тактики борьбы с болезнями растений.

Для патогенных грибов, к каковым относятся *C. cedri* и *C. obtusisporum*, одним из важнейших факторов для их роста и развития является температурный режим.

Для изучения влияния температуры был поставлен опыт в условиях политермостата. Для этого в чашки Петри на картофельно-глюкозный агар переносился инокулюм указанных грибов. Чашки Петри ставились в камеры политермостата с температурой от 4 до 40—42° и в холодильник с температурой от —7° до +5°. Опыт был проведен в четырех повторностях. Ежедневные наблюдения велись за скоростью и характером роста, образованием спороношения и т. д. Опыт продолжался 40 дней. Рост гриба отмечен в пределах 4—30°, при 35° рост не наблюдается.

Оптимум для *C. cedri* и *C. obtusisporum* 18—25°. При температурах 4—5° рост грибов начинается на 3-й день, но даже при экспозиции 40 дней поверхность субстрата в чашках Петри полностью не покрывается.

При температуре 30° рост гриба идет очень медленно. Через 40 дней размер колоний *C. cedri* 38—40 мм и *C. obtusisporum* — 30—33 мм в диаметре.

Колония с войлочным бежево-коричневым мицелием. Поверхность гофрированная с радиально расположенными бороздками, с коричневыми слизистыми каплями, в которых наблюдается масса хламидоспор, образующих цепочки. Это очень характерно для обоих грибов.



После 30° эти чашки Петри с грибами через 40 дней были оставлены при температуре 8—10°, и гриб начал расти, стелющийся, с бежево-розовым мицелием.

Микроскопический анализ культур грибов при различных температурах показал следующее: при температуре 4—5° в культуре *S. cedri* на 7-й день появляются конидии, а на 20-й день обильно образуются микро- и макроконидии. При температуре 30° развивается много конидий *S. cedri* и отмечаются хламидоспоры в цепочках, а в культуре *S. obtusisporum* при 30° встречаются только единичные микроконидии.

Визуальными наблюдениями обнаружено, что с повышением температуры изменяются характер роста колоний и окраска воздушного мицелия грибов. С 5-го по 15-й день интенсивно растет мицелий грибов, а затем интенсивность роста снижается.

При низких температурах развивается тонкий стелющийся беловато-кремовый мицелий, а с повышением температуры от 0—7 до 13° в культуре *S. cedri* развивается пушистый воздушный мицелий бежевого, а на краях мраморно-розового цвета, в культуре *S. obtusisporum* мицелий светло-бежевого цвета.

В пределах оптимальных для роста грибов температур (13—25°) воздушный мицелий густой, пышный, нижняя сторона культуры *S. cedri* красновато-коричневого цвета, а у *S. obtusisporum* красновато-оранжевого.

При температуре 30° в культуре *S. cedri* на 20-й день развивается сравнительно много макроконидий, а в культуре *S. obtusisporum* наблюдаются только единичные макроконидии.

Исследование влияния минусовой температуры на развитие *S. cedri* показало, что при -7° роста гриба не происходит. Но при помещении культуры после двухнедельной экспозиции при этой температуре в камеру политермостата с температурой $+5^{\circ}$ рост гриба начался и через 4 дня размер колонии достиг 24 мм.

Таким образом, жизнеспособность *S. cedri* при -7° после двухнедельной экспозиции сохраняется. Температура 35° для *S. cedri* и *S. obtusisporum* летальная, 18—25° оптимальная, а 30° максимальная.

Большое значение для развития грибов имеет относительная влажность воздуха. Для изучения влияния этого фактора на рост и развитие грибов мы проводили опыты по методу Эз-Элдина, М. Тага и М. Шарабаша [6] в условиях 80, 85, 90, 95 и 100% влажности при оптимальной температуре 25°C. Опыты ставились в четырех повторностях.

Оптимальной для роста, развития и спороношения гриба *S. cedri* является относительная влажность 95—100%, при влажности 80—85% наблюдаются единичные конидии. Для *S. obtusisporum* оптимальная влажность воздуха 85—95%. С уменьшением относительной влажности воздуха меняются пигментация мицелия и характер роста.

ც. მამუკაშვილი

CYLINDROCARPON CEDRI MAMUK. და CYLINDROCARPON
OBTUSISPORUM (COOKE ET HARKNESS) WR. სოკოების
ზოგიერთი ბიოლოგიური თავისებურება

რეზიუმე

ლაბორატორიული ცდებით დადგენილია სხვადასხვა ტემპერატურისა და ჰაერის შეფარდებითი ტენის გავლენა ჰიმალაის კედარისა და შავი ფიჭვის ნერგების დაავადებათა გამომწვევი სოკოების *Cylindrocarpon cedri*-სა და *C. obtusisporum*-ის ზრდა-განვითარებაზე კულტურაში.

PHYTOPATHOLOGY

Ts. I. MAMUKASHVILI

SOME BIOLOGICAL FEATURES OF THE FUNGI *CYLINDROCARPON
CEDRI* MAMUK. AND *CYLINDROCARPON OBTUSISPORUM* (COOKE
ET HARKNESS) WR. BOOTH

Summary

The influence of different temperatures and relative humidity on the growth and development of the fungi *C. cedri* and *C. obtusisporum* in the culture agents of the disease of Himalayan cedar and black pine seedlings were determined at the laboratory.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Э. Гойман. Инфекционные болезни растений. М., 1954, 608.
2. Э. Э. Беккер. Физиология грибов и их практическое использование. М., 269.
3. С. Тарр. Основы патологии растений. М., 1975, 87.
4. В. Лилли, Г. Барнет. Физиология грибов. М., 1953, 532.
5. А. А. Ячевский. Основы микологии. М., 1933, 1036.
6. E z z-E I d i n, M. T a h a, M. M. S c h a r a b a s c h. Egypt. J. Bot. 1959, 2. 1. 57-58.



საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიაში В АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

აკადემიის პრეზიდიუმში В ПРЕЗИДИУМЕ АКАДЕМИИ

3 ოქტომბერს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის სხდომაზე მოსმენილ იქნა სამეცნიერო მოხსენება „ფიზიკური მოვლენები კომპაქტური ასტროფიზიკური ობიექტების მახლობლობაში“ (მომხს. — საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი ჯ. ლომინაძე).

3 октября на заседании Президиума Академии наук ГССР был заслушан научный доклад на тему: «Физические явления вблизи компактных астрофизических объектов» (докл. — член-корреспондент АН ГССР Дж. Г. Ломинадзе).

30 დეკემბერს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის სხდომაზე მოსმენილ იქნა სამეცნიერო მოხსენება „დეზოქსირიბოზუკლინმუცა-ვას (დწმ) ნატიური მოლეკულისა და მასში შემავალი ნუკლეოტიდების მექანიკური ნარევის ენტროპიათა სხვაობის დაბალტემპერატურული გამოკვლევა“ (მომხს. — ფიზიკა-მათემატიკის მეცნ. დოქტორი გ. მრევლიშვილი).

30 декабря на заседании Президиума Академии наук ГССР был заслушан научный доклад на тему: «Низкотемпературные исследования разности энтропии нативной молекулы (ДНК) и хаотической смеси составляющих ее нуклеотидов» (докл. — доктор физико-математических наук Г. М. Мрвлишвили).



სესიები, კონფერენციები, თათბირები СЕССИИ, КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ

1985 წ. 22 სექტემბრიდან 1 ოქტომბრის ჩათვლით სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო საბჭომ კომპლექსურ პრობლემაში „კიბერნეტიკა“ და ნ. მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტმა თბილისში ჩატარა X საკავშირო სკოლა-სემინარი გამოთვლით ქსელებში. სკოლის მუშაობაში მონაწილეობდა 150-ზე მეტი მეცნიერი, მოსმენილ იქნა 24 ლექცია და 49 მოხსენება.



С 22 сентября по 1 октября 1985 г. в Тбилиси работала X Всесоюзная школа-семинар по вычислительным сетям, организованная Научным советом АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика» и Институтом вычислительной математики им. Н. И. Мухелишвили АН ГССР.

В работе школы приняло участие более 150 человек. Были заслушаны 24 лекции и 49 докладов.

10—13 ოქტომბერს ფიზიკის ინსტიტუტში ჩატარდა III სამუშაო თათბირი, მიძღვნილი პოლარიზებული ნეიტრონების პოლარიზებულ ბირთვებზე გაფანტვის პროცესში ბირთვულ-ობტაქური მოვლენების შესწავლისადმი, რომლის მუშაობაში მონაწილეობდნენ საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტი, თეორიული და ექსპერიმენტული ფიზიკის ინსტიტუტი, ბირთვული კვლევის გავრთიანებული ინსტიტუტი, მაღალი ენერგიების ინსტიტუტი, ბელორუსიის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. თათბირის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღო 25 მეცნიერმა, წაითხულ იქნა 12 მოხსენება, მათ შორის ფიზიკის ინსტიტუტის თანამშრომლების მიერ ცხრა მოხსენება. შედგენილ იქნა შემდგომი წლის სამუშაო გეგმა. მიღებულ იქნა დადგენილება შემდგომი თათბირი ჩატარდეს ქ. მოსკოვში.

10—13 октября в Институте физики АН ГССР было проведено III рабочее совещание, посвященное изучению ядерно-оптических явлений в процессах рассеяния поляризованных нейтронов на поляризованных ядрах. В его работе, кроме Института физики АН ГССР, приняли участие Институт теоретической и экспериментальной физики (Москва), Объединенный институт ядерных исследований, Институт высоких энергий (Протвино), Белорусский государственный университет. В работе совещания участвовали 25 ученых, было прочитано 12 докладов, из них 9 — сотрудниками Института физики. Был составлен рабочий план на последующий год. Было принято постановление о проведении следующего совещания в г. Москве.

21—25 ოქტომბერს თბილისში გაიმართა შუასაუკუნეების კერამიკის შესწავლისადმი მიძღვნილი პირველი სიმპოზიუმი თემაზე „ამიერკავკასიის მრავალფერად მოქიქული კერამიკა — მისი საწყისები და გავრცელების გზები“. სიმპოზიუმი მოიწვია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საზოგადოებრივ მეცნიერებათა განყოფილებამ და ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის, არქეოლოგიისა და ეთნოგრაფიის ინსტიტუტის არქეოლოგიური კვლევის ცენტრმა.

სიმპოზიუმი შესავალი სიტყვით გახსნა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საზოგადოებრივ მეცნიერებათა განყოფილების აკადემიკოს-მდივანმა ა. აფაქიძემ. სიმპოზიუმის მონაწილეებს მიესალმა კვლევის ცენტრის ხელმძღვანელი პროფ. ო. ლორთქიფანიძე.

მოსმენილ და განხილულ იქნა 18 მოხსენება, რომელიც წაიკითხეს მოსკოველმა, ლენინგრადელმა, ოდესელმა, სიმფეროპოლელმა, სევასტოპოლელმა, სვერდლოვსკელმა, გროზნოელმა, ბაქოელმა, ერევნელმა და თბილისელმა არქეოლოგებმა.

სიმპოზიუმის მონაწილეებმა დაათვალიერეს ს. ჯანაშიას სახ. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის, საქართველოს ხელოვნების სახელმწიფო მუზეუმის,

ი. გრიშაშვილის სახ. თბილისის ისტორიულ-ეთნოგრაფიული მუზეუმი, ქართული ხალხური ხუროთმოძღვრებისა და ყოფის მუზეუმი ღია ცის ქვეშ, მცხეთის ხუროთმოძღვრულ-არქეოლოგიური ძეგლები.

21—25 октября в Тбилиси состоялся I симпозиум по средневековой керамике на тему: «Полихромная поливная керамика Закавказья — истоки и пути распространения». Симпозиум был создан отделением общественных наук Академии наук Грузинской ССР и Центром археологических исследований Института истории, археологии и этнографии им. И. А. Джавахишвили АН ГССР.

Симпозиум вступительным словом открыл академик-секретарь отделения общественных наук Академии наук Грузинской ССР, акад. А. М. Апакидзе. Участников симпозиума приветствовал руководитель Центра археологических исследований, проф. О. Д. Лордкипанидзе.

Было заслушано и обсуждено 18 докладов, которые прочитали археологи из Москвы, Ленинграда, Одессы, Симферополя, Севастополя, Свердловска, Грозного, Баку, Еревана и Тбилиси.

Участники симпозиума ознакомились с Государственным музеем Грузии им. С. Н. Джанашиа, Государственным музеем искусств Грузии, Историко-этнографическим музеем города Тбилиси им. И. Г. Гришашвили, Музеем грузинской народной архитектуры и быта под открытым небом, а также с архитектурно-археологическими памятниками Мцхета.

21—29 ოქტომბერს ქ. ქობულეთში ჩატარდა IX საკავშირო სკოლა მაგნიტურ რეზონანსში, რომელიც ორგანიზებული იყო მოსკოვის ფიზიკურ-ტექნიკური ინსტიტუტის, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტის, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის და საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ბათუმის ფილიალის მიერ.

სკოლის მუშაობაში მონაწილეობდნენ მოსკოვის, ლენინგრადის, ყაზანის, კიევის, თბილისის, პერმის, სვერდლოვსკის, ნოვოსიბირსკის და სხვა ქალაქების წამყვანი მეცნიერები და სპეციალისტები მაგნიტური რეზონანსის დარგში.

21—29 октября в г. Кобулети была проведена IX Всесоюзная школа по магнитному резонансу, организованная Московским физико-техническим институтом, Институтом физики АН ГССР, Тбилиским государственным университетом и Батумским филиалом Грузинского политехнического института им. В. И. Ленина.

В работе школы приняли участие ведущие ученые и специалисты по магнитному резонансу из Москвы, Ленинграда, Казани, Киева, Тбилиси, Перми, Свердловска, Новосибирска и других городов.

ღაბადების 70 წელი და სამეცნიერო, პედაგოგიური, სამეცნიერო-ორგანიზაციული და საზოგადოებრივი მოღვაწეობის 45 წელი შეუსრულდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ქიმიისა და ქიმიური ტექნოლოგიის განყოფილების აკადემიკოს-მდივანს, პ. მელიქიშვილის სახელობის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტის დრეჰტორს, საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსს გიორგი ვლადიმერის ძე ციციშვილს.



ამ საიუბილეო თარიღის აღსანიშნავად საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ქიმიისა და ქიმიური ტექნოლოგიის განყოფილებამ, პ. მელიქიშვილის სახელობის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტმა, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტმა და დ. მენდელეევის სახელობის საკავშირო ქიმიური საზოგადოების საქართველოს განყოფილებამ 24 ოქტომბერს თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სააქტო დარბაზში ჩაატარეს გაერთიანებული სამეცნიერო სესია, რომელიც შესავალი სიტყვით გახსნა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტმა გ. ჯიბლაძემ.

იუბილარის სამეცნიერო-საზოგადოებრივი და პედაგოგიური მოღვაწეობის შესახებ მოხსენება გააკეთა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. ანდრონიკაშვილმა.

მილოცვებით გამოვიდნენ და მისასალმებელი ადრესები გადასცეს ჩვენი ქვეყნის სამეცნიერო საზოგადოებრიობის წარმომადგენლებმა, გამოჩინილმა მეცნიერებმა, იუბილარის მოწაფეებმა და სტუდენტებმა.

Исполнилось 70 лет со дня рождения и 45 лет научной, педагогической, научно-организационной и общественной деятельности академика-секретаря отделения химии и химической технологии АН Грузинской ССР, директора Института физической и органической химии им. П. Г. Меликишвили, академика АН ГССР Георгия Владимировича Цицишвили.

В ознаменование этой юбилейной даты отделение химии и химической технологии АН ГССР, Институт физической и органической химии им. П. Г. Меликишвили, Тбилисский государственный университет и Грузинское отделение ВХО им. Д. И. Менделеева 24 октября провели в актовом зале ТГУ объединенную юбилейную сессию, которую вступительным словом открыл вице-президент Академии наук ГССР Г. Н. Джибладзе. С докладом о научно-общественной и педагогической деятельности юбиляра выступил член-корр. АН ГССР Т. Г. Андроникашвили.

С поздравлениями выступили и передали приветственные адреса представители научной общественности нашей страны, крупные ученые, ученики и студенты юбиляра.

24—26 ოქტომბერს ქ. ბათუმში ჩატარდა საკავშირო თათბირი „შინაგანი ხახუნის მექანიზმები მყარ სხეულებში“. თათბირი ორგანიზებული იყო კომპლექსური პრობლემის „მყარი სხეულების ფიზიკა“ სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო საბჭოს, საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის სსრკ 50 წლისთავის სახელობის მეტალურგიის ინსტიტუტის და სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის და საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის რიგი სხვა ორგანიზაციებისა და სამეცნიერო საბჭოების მიერ.

თათბირის მუშაობაში მონაწილეობდა 185 მეცნიერი ჩვენი ქვეყნის სხვადასხვა ქალაქიდან. მოისმინეს 165 მოხსენება, მათ შორის 11 მოხსენება წარმოდგენილი იყო მეტალურგიის ინსტიტუტის თანამშრომლების მიერ. მოხსენებებში გაშუქებული იყო შინაგანი ხახუნის მიკროსკოპული მექანიზმების გამოკვლევების თეორიული და ექსპერიმენტული მონაცემები უკანასკნელი 3 წლის განმავლობაში.

მიღებულ დადგენილებაში აღნიშნულია, რომ თათბირის მუშაობა ხელს შეუწყობს მყარ სხეულებში დრეკადი რხევების ჩაქრობის მექანიზმების შესწავლის გამოკვლევათა შემდგომ განვითარებას.

24—26 октября в г. Батуми проводилось всесоюзное совещание «Механизмы внутреннего трения в твердых телах», организованное Научным советом АН СССР по комплексной проблеме «Физика твердого тела», Институтом металлургии им. 50-летия СССР АН ГССР и рядом других организаций и научных советов АН СССР и АН ГССР.

В работе совещания приняли участие 185 ученых из различных городов нашей страны. Было заслушано 165 докладов, в том числе 11 докладов сотрудников Института металлургии АН ГССР. В докладах освещались теоретические и экспериментальные данные исследований микроскопических механизмов внутреннего трения, полученные за последние 3 года.

В принятой резолюции отмечено, что работа совещания будет способствовать дальнейшему развитию исследований механизмов затухания упругих колебаний в твердых телах.

12—15 ნოემბერს თბილისში შედგა სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის აკუსტოელექტრონიკის და კვანტური აკუსტიკის სამეცნიერო საბჭოს (პრობლემა «ულტრაბგერა») გამსვლელი სესია, ორგანიზებული საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის სსრკ 50 წლისთავის სახ. მეტალურგიის ინსტიტუტის ქიმიური მოლითონების სამეცნიერო ცენტრის მონაწილეობით. სესიაზე, რომლის მუშაობაში მონაწილეობა მიიღო 100 სპეციალისტმა, მოსმენილ იქნა 30 მოხსენება. აღინიშნა აკუსტოელექტრონიკის დიდი როლი სახალხო მეურნეობის ცალკეული დარგების განვითარების საქმეში. სესიამ დაადასტურა ამ დარგის მეცნიერული მიღწევების წარმოებაში რეალიზაციის დაჩქარების აუცილებლობა.

12—15 ноября в Тбилиси состоялась выездная сессия Научного совета акустоэлектроники и квантовой акустики АН СССР (проблема «Ультразвук»), организованная при участии научного центра химической металлизации Института металлургии им. 50-летия СССР АН ГССР. На сессии, в работе которой приняли участие 100 специалистов, было заслушано 30 сообщений.

Была отмечена большая роль акустоэлектроники в деле развития отдельных отраслей народного хозяйства страны. Сессия констатировала необходимость ускорения реализации в производстве научных достижений в этой области.

28 ოქტომბრიდან 2 ნოემბრის ჩათვლით ნ. მუსხელიშვილის სახელობის გამოთვლითი მათემატიკის ინსტიტუტმა და სსრკ ტექნიკის სამეცნიერო-კვლევითმა ცენტრმა თბილისში ჩაატარა კონფერენცია თემაზე „ერთიანი სერიის ელექტრონულ-გამოთვლითი მანქანების არქიტექტურისა და სისტემური პროგრამული უზრუნველყოფის განვითარების პერსპექტივები“. კონფერენციის მუშაობაში მონაწილეობდა 70 მეცნიერი. მოსმენილ იქნა 16 მოხსენება.

С 28 октября по 2 ноября в Тбилиси проходила конференция «Перспективы развития архитектуры и системного программного обеспечения ЕС ЭВМ», организованная Институтом вычислительной математики им. Н. И. Мухелишвили и Научно-исследовательским центром СССР. В работе конференции приняло участие 70 человек и было заслушано 16 докладов.



2—4 ნოემბერს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტში ჩატარდა საკავშირო სემინარი, რომელიც მიეძღვნა კრისტალებში რადიაციული და სხვა დეფექტების და პროცესების მოდელირების საკითხებს ელექტრონულ-გამომთვლელ მანქანაზე. სემინარი მოაწყო საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკისა და სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ა. იოფეს სახელობის ფიზიკურ-ტექნიკურმა ინსტიტუტებმა.

სემინარის მუშაობაში მონაწილეობდა 63 მეცნიერი ჩვენი ქვეყნის 17 ქალაქიდან.

2—4 ноября в Институте физики АН ГССР проводился всесоюзный семинар, посвященный вопросам моделирования на ЭВМ радиационных и других дефектов и процессов в кристаллах. Семинар был организован Институтом физики АН ГССР и Физико-техническим институтом им. академика А. Ф. Иоффе АН СССР.

В работе семинара приняли участие 63 ученых из 17 городов нашей страны.

11—15 ნოემბერს, სოხუმში ჩატარდა კავკასიის სექციის საკოორდინაციო თათბირი „განხორციელდეს დედამიწის ქერქის სიღრმული აგებულების კომპლექსური შესწავლა ღრმა და ზეღრმა ჰაბურღილებით და გეოლოგიურ-გეოფიზიკური მეთოდებით და განისაზღვროს ქვეყნების ძირითადი რეგიონების ნავთობგაზიანობისა და მადნიანობის პერსპექტიულობა“ (პრობლემა 0.50.01). თათბირის მუშაობაში მონაწილეობდა 23 მეცნიერი, მათ შორის 15 სტუმარი სსრკ მეცნ. აკადემიის სხვადასხვა ინსტიტუტიდან. წაითხულ იქნა 14 მოხსენება, მათ შორის ხუთი — საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო დაწესებულებებიდან. აღინიშნა, რომ შესწავლილია ლითოსფეროს აგებულება IX გეოტრავერსის (შავი ზღვა — კავკასია — კასპიის ზღვა) გასწვრივ. აგებულია დედამიწის ქერქის ინვერსიული ფენისა და მისი ელექტროგამტარებლობის რუკები კავკასიის ტერიტორიისათვის. თათბირმა მოიწონა კავკასიის სექციის მუშაობა.

11—15 ноября в Сухуми проведено координационное совещание Кавказской секции по проблеме 0.50.01 «Осуществить изучение глубинного строения земной коры глубокими и сверхглубокими скважинами и геолого-геофизическими методами и определить перспективность нефтегазоносности и рудоносности основных регионов страны».

В работе совещания приняли участие 23 ученых, в том числе 15 из разных институтов АН СССР. Было заслушано 14 докладов, в том числе 5 из научных организаций АН ГССР. Было отмечено, что изучено строение литосферы вдоль IX геотраверса Черное море—Кавказ—Каспийское море, для территории Кавказа построены карты инверсионного слоя и ее электропроводности.

Совещание одобрило работу Кавказской секции.

13—17 ნოემბერს ქ. თბილისში საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ი. ქუთათელაძის სახ. ფარმაკოქიმიის ინსტიტუტის ბაზაზე ჩატარდა სამეცნიერო კონფერენცია „კლინიკური და ექსპერიმენტული ფარმაკოლოგიისა და წამალთა გვერდითი მოქმედების პრობლემები“.

კონფერენციის მუშაობაში მონაწილეობდნენ ჩვენი ქვეყნის, აგრეთვე უცხოელი გამოჩენილი მეცნიერები და წამყვანი სპეციალისტები.

С 13 по 17 ноября в Тбилиси на базе Института фармакохимии им. И. Г. Кутателадзе АН ГССР проводилась научная конференция «Проблемы клинической и экспериментальной фармакологии и побочные действия лекарственных средств».

В работе конференции принимали участие видные ученые и ведущие специалисты нашей страны, а также представители ряда социалистических и капиталистических стран.

16 ნოემბერს კონფერენციის ფარგლებში ჩატარდა მორიგი, ტრადიციული VII სიმპოზიუმი, რომელიც მიეძღვნა უნგრული წარმოების პრეპარატების კლინიკურ და ექსპერიმენტულ შეფასებას. სიმპოზიუმი ჩატარდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიამ, საქართველოს სსრ ჯანდაცვის სამინისტრომ და უნგრეთის სახალხო რესპუბლიკის ფარმაცევტული მრეწველობის გაერთიანებაში.

16 ноября в рамках конференции состоялся очередной традиционный VII симпозиум, посвященный клинической и экспериментальной оценке препаратов венгерского производства.

Симпозиум был проведен Академией наук ГССР, Минздравом ГССР и Объединением фармацевтической промышленности Венгерской Народной Республики.

20—22 ნოემბერს ფიზიკის ინსტიტუტში სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ბიოლოგიური ფიზიკის საპრობლემო საბჭომ და საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტმა ჩატარეს VI საკავშირო სიმპოზიუმი „ბიოპოლიმერების კონფორმაციული ცვლილებები ხსნარებში“. სიმპოზიუმი მიძღვნილი იყო ცილების და ნუკლეინის მჟავების ფიზიკის, ბიოარაორგანული ქიმიის და კანცეროგენეზის პირველადი მექანიზმების საკითხებისადმი. მონაწილეობდა 190 მეცნიერი სსრკ სხვადასხვა ქალაქიდან (19 ქალაქი). სულ წაკითხულ იქნა 193 მოხსენება. მათგან 53 მოხსენება წარდგენილ იქნა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ინსტიტუტებიდან. ფიზიკის ინსტიტუტიდან — 40 მოხსენება.

20—22 ноября в Институте физики АН ГССР Проблемным советом по биологической физике АН СССР и Институтом физики АН СССР был проведен VI Всесоюзный симпозиум «Конформационные изменения биополимеров в растворах».

Симпозиум был посвящен вопросам физики белков и нуклеиновых кислот, бионеорганической химии и первичных механизмов канцерогенеза. В работе симпозиума участвовало 190 ученых из 19 городов СССР. Всего было прочитано 193 доклада, из которых 53 были представлены институтами Академии наук ГССР (40 докладов — Институтом физики).

საბჭოს «ბუნებრივი ცეოლითები და მათი გამოყენების შესაძლებლობები მრეწველობასა და სოფლის მეურნეობაში».

გ. ციციშვილის ხელმძღვანელობით წარმატებით ხორციელდება რესპუბლიკური კომპლექსური პროგრამის — «დამუშავდეს მრეწველობასა და სოფლის მეურნეობაში ბუნებრივი ცეოლითების რაციონალური გამოყენების მეცნიერულ-ტექნიკური საფუძვლები» შესრულება.

1985 წ. მოსკოვში დაისტამბა გ. ციციშვილის და თანაავტორების მონოგრაფია «ბუნებრივი ცეოლითები». ეს მსოფლიოში ერთადერთი ნაშრომია, სადაც განხილულია ბუნებრივი ცეოლითების ძირითადი საკითხები.

გ. ციციშვილმა დიდი ძალები მოახმარა სამეცნიერო-ორგანიზაციულ და პედაგოგიურ მუშაობას. დიდია მისი ღვაწლი ახალგაზრდობის აღზრდის საქმეში. მისი უშუალო ხელმძღვანელობით მომზადებულია 30-მდე სადისერტაციო ნაშრომი. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ქიმიის ფაკულტეტზე იგი 1940 წლიდან კითხულობს მოლეკულათა აღნაგობის, სორბციული პროცესების, კვანტური ქიმიის კურსებს.

გ. ციციშვილი არის სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის აღსორბციის სამეცნიერო საბჭოს, საბჭოური ქიმიკოსების ეროვნული კომიტეტის, ცეოლითების საერთაშორისო ორგანიზაციის, «საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის» სარედაქციო კოლეგიის, ქართული საბჭოთა ენციკლოპედიის მთავარი სარედაქციო კოლეგიის წევრი და ჟურნალ «საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მაცნეს — ქიმიის სერიის» რედაქტორი.

გამოჩენილი მეცნიერის საქმიანობამ, რომელიც მთლიანად მიმართულია ქიმიური მეცნიერების განვითარებისაკენ, მას დიდი ავტორიტეტი და პატივისცემა მოუხვეჭა როგორც ჩვენს ქვეყანაში, ისე საზღვარგარეთ.

გ. ციციშვილი არის საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პ. მელიქიშვილის სახელობის პრემიის ლაურეატი. დაჯილდოებულია შრომის წითელი დროშის ორდენითა და მედლებით.

Г. В. Цицишвили родился 24 октября 1915 г. в г. Тбилиси. В 1937 г. он успешно окончил химический факультет Тбилисского государственного университета. С 1938 по 1940 г. был аспирантом Тбилисского государственного университета. Курс аспирантуры проходил в г. Москве в Научно-исследовательском физико-химическом институте им. Л. Я. Карпова. В 1940 г. защитил кандидатскую диссертацию, а в 1947 г. — докторскую.

Г. В. Цицишвили — член КПСС с 1945 г.

С 1945 г. по настоящее время Г. В. Цицишвили является директором Института физической и органической химии им. П. Г. Меликишвили АН ГССР и заведующим лабораторией физической химии этого же института.

В 1951 г. Г. В. Цицишвили избран членом-корреспондентом, а в 1960 г. — действительным членом Академии наук Грузинской ССР.

С 1963 г. он член президиума и академик-секретарь отделения химии и химической технологии АН ГССР.

В 1965 г. Г. В. Цицишвили присвоено звание заслуженного деятеля науки Грузинской ССР.

Г. В. Цицишвили создал в Грузии научную адсорбционную школу, занимающую видное место в советской науке.

Он является автором и соавтором свыше 400 опубликованных работ и изобретений. Многие из них напечатаны за рубежом.

Центральное место в научной деятельности Г. В. Цицишвили занимают вопросы, связанные с синтезом, исследованием и применением различных синтетических цеолитов — новых перспективных микропористых сорбентов. Многочисленные публикации ученого посвящены исследованию физико-химических характеристик цеолитов адсорбционным, хроматографическим, термографическим, магниторезонансным и каталитическим методами.

В 60-х гг. Г. В. Цицишвили, возглавляя работы по цеолитам, явился одним из главных инициаторов в стране исследования и применения в народном хозяйстве природных осадочных цеолитов.

В республике Г. В. Цицишвили возглавляет межведомственный научный совет «Природные цеолиты и возможности их использования в промышленности и сельском хозяйстве».

Под руководством акад. Г. В. Цицишвили успешно выполняется республиканская комплексная программа «Разработать научно-технические основы рационального использования природных цеолитов в промышленности и сельском хозяйстве».

В 1985 г. издательством «Химия» выпущена монография Г. В. Цицишвили с соавторами «Природные цеолиты». Это единственная в мировой литературе работа, в которой изложены основные вопросы о природных цеолитах.

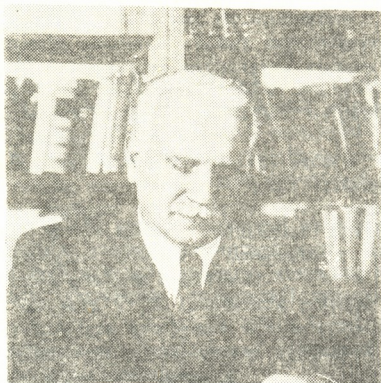
Академик Г. В. Цицишвили отдал много сил научно-организационной и педагогической работе. Велика его заслуга в деле воспитания молодежи. Под непосредственным руководством Г. В. Цицишвили подготовлено до 30 диссертационных работ. С 1940 г. он читает курсы «Строение молекул», «Сорбционные процессы», «Квантовая химия» и др. на химфаке ТГУ.

Академик Г. В. Цицишвили является членом Научного совета АН СССР по адсорбции, Национального комитета советских химиков, Международной ассоциации по цеолитам, членом редколлегии журнала «Сообщения АН ГССР», главной редакции Грузинской советской энциклопедии, редактором журнала «Известия АН ГССР, серия химическая» и др.

Деятельность видного ученого, всецело направленная на развитие химической науки, снискала ему большой авторитет и глубокое уважение как у нас в стране, так и за рубежом.

Г. В. Цицишвили — лауреат премии им. П. Г. Меликишвили АН ГССР. Он награжден орденом Трудового Красного Знамени и медалями.





არნოლდ სტეფანოვიჩ ჩიქობავა
 АРНОЛЬД СТЕПАНОВИЧ ЧИКОБАВА

გარდაიცვალა გამოჩენილი ქართველი მეცნიერი და საზოგადო მოღვაწე, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი არნოლდ სტეფანეს ძე ჩიქობავა.

არნ. ჩიქობავა დაიბადა 1898 წ. 1917 წ. მან წარჩინებით დაამთავრა ქუთაისის ქართული გიმნაზია და 1918 წ. შევიდა ახლად დაარსებულ თბილისის უნივერსიტეტში. 1922 წ. უნივერსიტეტის დამთავრებისთანავე დატოვეს საპროფესოროდ მომზადებისათვის. ჩვენი უნივერსიტეტის კურსდამთავრებულთაგან მას პირველს მიენიჭა მეცნიერებათა დოქტორის ხარისხი. არნ. ჩიქობავა იყო საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ერთ-ერთი დამფუძნებელი, ენათმეცნიერების ინსტიტუტის ერთ-ერთი დამაარსებელი, მრავალი სამეცნიერო ცენტრის შექმნის ინიციატორი.

პირველი მეცნიერული ნაშრომის გამოქვეყნებიდან სიცოცხლის უკანასკნელ დღემდე არნ. ჩიქობავა თავდადებით ემსახურებოდა ჩვენში მეცნიერების განვითარებას. იგი მსოფლიოში აღიარებულ მეცნიერთა იმ პლეადას ეკუთვნის, რომლითაც ამყობს მთელი ჩვენი ქვეყანა.

არნ. ჩიქობავა ავტორია 400-მდე მეცნიერული შრომისა, რომელთაგან 15 ცალკე წიგნად გამოიცა. ბევრი მათგანი გამოქვეყნებულია რუსულ და უცხო ენებზე.

მეტად ფართო იყო არნ. ჩიქობავას სამეცნიერო ინტერესთა წრე. იგი იკვლევდა თანამედროვე თეორიული ენათმეცნიერების აქტუალურ და კარდინალურ პრობლემებს, ქართველურ და მთის იბერიულ-კავკასიურ ენათა სისტემისა და ისტორიის საკითხებს, ამ ენათა ნათესაურ ურთიერთობას, ქართული სალიტერატურო ენის ისტორიისა და მეტყველების კულტურის საკითხებს, „ვეფხისტყაოსნის“ ენას და ა. შ. არნ. ჩიქობავას მეცნიერული მიღწევები შე-

დევთ მისი მაღალი ნიჭიერების, დაუცხრომელი ენერჯის, უსაზღვრო შრომისმოყვარეობისა და ღრმა განსწავლულობისა ენათმეცნიერების მომიჯნავე დარგებშიც.

განსაკუთრებულია არნ. ჩიქობავას დამსახურება იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერების წინაშე — იგი მისი ფუძემდებელია და ღირსეული გამგრძელებელი თავისი დიდი მასწავლებლის ივანე ჯავახიშვილის მიერ დაწყებული საქმისა. არნ. ჩიქობავას მეოხებითაა, რომ თბილისი იბერიულ-კავკასიურ ენათა შესწავლის საყოველთაოდ აღიარებული ცენტრი გახდა. ამიტომ სავსებით კანონზომიერია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიასთან ენათმეცნიერ-კავკასიოლოგთა საკავშირო ორგანოს „იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერების წელიწადი“ დაარსება, რომლის უცვლელი მთავარი რედაქტორი თავად იყო.

ქართული ენის, ქართველურ და მთის იბერიულ-კავკასიურ ენათა აგებულების უმნიშვნელოვანეს საკითხებს მიუძღვნა მეცნიერმა ფუძემდებლური მონოგრაფიები, რომელთაც მაღალი შეფასება დაიმსახურეს.

დიდია არნ. ჩიქობავას ღვაწლი ქართველურ ენათა დიალექტების შესწავლაში. მისი შრომები ფერეიდნულის, მთიულურისა და გარეკახურის შესახებ ქართული დიალექტოლოგიის მნიშვნელოვანი მონაწილეა. მან მონოგრაფიულად შეისწავლა ჭანური კილო, შეკრიბა და გამოსცა მისი ტექსტები.

არ არსებობს ძველი თუ ახალი ქართულის სტრუქტურის არც ერთი მხარე, რომელთა გამო არნ. ჩიქობავას ახალი სიტყვა არ ეთქვას.

არნ. ჩიქობავამ დიდი ამაგი დასდო ქართველი ხალხის ეროვნული საუნჯის — რვატომიანი „ქართული ენის განმარტებითი ლექსიკონის“ შექმნას. მის მიერ შემუშავებული პრინციპები დაედო საფუძვლად ამ მონუმენტური ლექსიკონის შედგენას. სწორედ ამ დიდი ეროვნული საქმის დაგვირგვინებისათვის მიენიჭა ქართველ ენათმეცნიერთა ჯგუფს არნ. ჩიქობავას მეთაურობით საქართველოს სსრ სახელმწიფო პრემია.

დიდია არნ. ჩიქობავას წვლილი როგორც საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ენათმეცნიერების ინსტიტუტის საკვლევადიებო მიმართულებათა განმსაზღვრელისა.

არნ. ჩიქობავას სამეცნიერო ძიების ერთი ძირითადი მხარეა ზოგადი ენათმეცნიერების პრობლემატიკა; აქ მან შექმნა საქვეყნოდ ცნობილი მონოგრაფიები და სახელმძღვანელოები.

არნ. ჩიქობავა ორგანიზატორი და მონაწილეა მრავალი საკავშირო, საერთაშორისო, რეგიონალური თუ რესპუბლიკური სამეცნიერო კონგრესისა, სესიისა, კონფერენციისა, დისკუსიისა.

დიდი ღვაწლი დასდო მკვლევარმა ქართული სალიტერატურო ენის ნორმათა უნიფიკაციისა და ქართული სამეცნიერო ტერმინოლოგიის დამუშავების საქმეს. მან შეიმუშავა ქართული სალიტერატურო ენის ნორმათა დადგენის მეცნიერული პრინციპები.

არნ. ჩიქობავას პიროვნებაში ორგანულად იყო შერწყმული ერის სიყვარულისა და სხვა ხალხების პატივისცემის გრძნობა, რასაც მის სამეცნიერო და საზოგადოებრივ მოღვაწეობაში არსებითი მნიშვნელობა ენიჭებოდა.

არნ. ჩიქობავა იყო საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის წევრი, ენათმეცნიერების ინსტიტუტის დირექტორი, სხვადასხვა უმაღლესი სასწავლებლების კათედრათა გამგე, საბჭოთა ენათმეცნიერების თეორიის სამეცნიერო საბჭოს, მრავალი სხვა სამეცნიერო უჯრედის, ქართული საბჭოთა ენციკლოპედიის მთავარი სარედაქციო კოლეგიის, ქართული სალი-



ტერატურო ენის ნორმათა დამდგენი მუღმევი სახელმწიფო კომისიის აქტიური წევრი.

არნ. ჩიქობავა დაჯილდოებულია სამი ლენინის ორდენით, შრომის წითელი დროშის ორდენით, „საპატიო ნიშნის“ ორდენით. იგი არჩეული იყო საქართველოს სსრ რამდენიმე მოწვევის უმაღლესი საბჭოს დეპუტატად. მინიჭებული ჰქონდა საქართველოს სსრ, აფხაზეთის ასსრ, ყაბარდო-ბალყარეთის ასსრ, დაღესტნის ასსრ და ჩეჩენთ-ინგუშეთის ასსრ მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწის წოდება, მ. ლომონოსოვის სახელობის პრემია, საქართველოს სსრ სახელმწიფო პრემია, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის პრემია. არჩეული იყო ბერლინის ჰუმბოლდტის სახელობის უნივერსიტეტის საპატიო დოქტორად, ბრიტანეთის ფილოლოგთა საზოგადოების საპატიო წევრად.

სამოც წელზე მეტი ხნის მანძილზე იღვწოდა არნ. ჩიქობავა სამეცნიერო-პედაგოგიურ და საზოგადოებრივ ასპარეზზე. განუზომელია მისი დამსახურება ქართული ენის, ქართული კულტურის, მთელი ჩვენი ერის წინაშე, მაღლიერი სამშობლო არასოდეს დაივიწყებებს თავისი რჩეული შვილის ძვირფას სახელს.

Скончался выдающийся грузинский ученый и общественный деятель, академик Академии наук Грузинской ССР, Арнольд Степанович Чикобава.

А. С. Чикобава родился в 1898 г. В 1917 г. он с отличием окончил Кутаисскую грузинскую гимназию и в 1918 г. поступил в только что основанный Тбилисский университет. По окончании университета, в 1922 г., он был оставлен там в профессоруре. Ему первому из питомцев университета была присуждена ученая степень доктора наук. А. С. Чикобава является одним из основателей Академии наук Грузинской ССР и Института языкознания, инициатором создания многих научных центров.

Со дня публикации первого научного труда до последних дней жизни А. С. Чикобава самоотверженно служил развитию нашей науки. Он относится к плеаде всемирно известных ученых, которыми гордится вся наша страна.

А. С. Чикобава — автор около 400 опубликованных научных трудов, 15 из которых изданы отдельными книгами. Многие из них напечатаны на русском и иностранных языках.

Весьма широк был круг научных интересов А. С. Чикобава. Он исследовал актуальные и кардинальные проблемы современного теоретического языкознания; вопросы системы и истории картвельских и горских иберийско-кавказских языков, родственные отношения этих языков; вопросы истории грузинского литературного языка и культуры речи; язык «Витязя в тигровой шкуре» и т. д.

Научные достижения А. С. Чикобава — это результат его исключительного таланта, неумной энергии, безграничного трудолюбия, глубоких знаний и в смежных отраслях языкознания.

А. С. Чикобава является основоположником иберийско-кавказского языкознания и достойным продолжателем дела, начатого его великим учителем И. А. Джавахишвили. Благодаря А. С. Чикобава Тбилиси превратился в общепризнанный центр изучения иберийско-кавказских языков. Поэтому совершенно закономерно основание при Акаде-

мии наук Грузинской ССР союзного органа лингвистов-кавказоведов — «Ежегодника иберийско-кавказского языкознания», бессменным главным редактором которого он был.

Важнейшим вопросам структуры грузинского языка, картвельских и горских иберийско-кавказских языков посвятил ученый основополагающие монографии, заслужившие высокую оценку.

Велики заслуги А. С. Чикобава в изучении диалектов картвельских языков. Его труды о ферейданском, мтиульском и гарекахетинском диалектах грузинского языка играют значительную роль в диалектологии. Он монографически изучил чанский диалект, собрал и издал его тексты. Нет ни одной стороны структуры древнего или современного грузинского языка, в которой А. С. Чикобава не сказал бы нового слова.

А. С. Чикобава принимал большое участие в создании национальной сокровищницы — восьмитомника «Толкового словаря грузинского языка». Разработанные им принципы легли в основу этого монументального словаря. Именно за этот фундаментальный труд группе грузинских языковедов во главе с А. С. Чикобава была присуждена Государственная премия Грузинской ССР.

Велик вклад А. С. Чикобава в определение направлений исследовательской работы Института языкознания Академии наук Грузинской ССР.

Одной из основных сторон научных поисков А. С. Чикобава является проблематика общего языкознания. В этой области им созданы общеизвестные монографии и учебники.

А. С. Чикобава был организатором и участником многих всесоюзных, международных региональных и республиканских научных конгрессов, сессий, конференций, дискуссий.

Большую лепту внес он в дело унификации норм грузинского литературного языка и разработки грузинской научной терминологии. Им разработаны также научные принципы установления норм грузинского литературного языка.

В личности А. С. Чикобава органично сочеталась любовь к своему народу и уважение к другим, чему придавалось существенное значение в его научной и общественной деятельности.

А. С. Чикобава был членом президиума Академии наук Грузинской ССР, директором Института языкознания, заведующим кафедрами различных высших учебных заведений, активным членом Ученого совета по теории советского языкознания, главной редакционной коллегии Грузинской советской энциклопедии, Постоянной государственной комиссии по установлению норм грузинского литературного языка и т. д.

А. С. Чикобава был награжден тремя орденами Ленина, орденами Трудового Красного Знамени, «Знак Почета», многими другими государственными наградами. Он избирался депутатом Верховного Совета Грузинской ССР нескольких созывов. Ему было присвоено звание заслуженного деятеля науки Грузинской ССР, Абхазской АССР, Кабардино-Балкарской АССР, Дагестанской АССР и Чечено-

Ингушской АССР, присуждены премия имени Ломоносова, Государственная премия Грузинской ССР, премия имени И. А. Джавахишвили. Он был избран почетным доктором Берлинского университета имени Гумбольдта, почетным членом Британского общества филологов.

Более шестидесяти лет трудился А. С. Чикобава на научно-педагогическом и общественном поприще. Неизмеримы его заслуги перед грузинским языком, грузинской культурой, перед всем нашим народом. Благодарная Родина никогда не забудет своего славного сына.



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 машиннописного текста, отпечатанного через два интервала (статьи же с формулами—пяти страниц). Представление статьи по частям (для опубликования в разных номерах) не допускается. Редакция принимает от автора в месяц только одну статью.

5. Представление академика или члена-корреспондента на имя редакции должно быть написано на отдельном листе с указанием даты представления. В нем необходимо указать: новое, что содержится в статье, научную ценность результатов, насколько статья отвечает требованиям пункта 1 настоящего положения.

6. Статья не должна быть перегружена введением, обзором, таблицами, иллюстрациями и цитированной литературой. Основное место в ней должно быть отведено результатам собственных исследований. Если по ходу изложения в статье сформулированы выводы, не следует повторять их в конце статьи.

7. Статья оформляется следующим образом: сверху страницы в середине пишутся инициалы и фамилия автора, затем—название статьи; справа сверху 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 подписи, сделанные на языке основного текста, должны быть представлены на отдельном листе. Не следует приклеивать фото и чертежи к листам оригинала. На полях оригинала автор отмечает карандашом, в каком месте должна быть помещена та или иная иллюстрация. Не должны представляться таблицы, которые не могут уме-

ститься 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. 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 сноске номер цитируемой работы помещается в квадратные скобки. Не допускается вносить в список цитированной литературы работы, не упомянутые в тексте. Не допускается также цитирование неопубликованных работ. В конце статьи, после списка цитированной литературы, автор должен подписаться и указать место работы, занимаемую должность, точный домашний адрес и номер телефона.

10. Краткое содержание всех опубликованных в «Сообщениях» статей печатается в реферативных журналах. Поэтому автор обязан представить вместе со статьей ее реферат на русском языке (в двух экземплярах).

11. Автору направляется корректура статьи в сверстанном виде на строго ограниченный срок (не более двух дней). В случае невозвращения корректуры к сроку редакция вправе приостановить печатание статьи или печатать ее без визы автора.

12. Автору выдается бесплатно 25 оттисков статьи.

(Утверждено Президиумом Академии наук Грузинской ССР 10.10.1968; внесены изменения 6.2.1969)

Адрес редакции: Тбилиси 60, ул. Кутузова, 19, телефоны: 37-22-16, 37-86-42.

Почтовый индекс 380060

Условия подписки: на год — 22 руб. 80 коп.

ა ვ ტ ო რ თ ა ს ა ყ უ რ ა დ ლ ე ბ ო ლ

1. ურნალ „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში“ ქვეყნდება აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა, აკადემიის სისტემაში მომუშავე და სხვა მეცნიერთა მოკლე წერილები, რომლებიც შეიცავს ახალ მნიშვნელოვან გამოკვლევებათა ჭკერ გამოუქვეყნებულ 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 აკადემიოსთა და წევრ-კორესპონდენტთა წერილები უშუალოდ გადაეცემა გამოსაქვეყნებლად „მოამბის“ რედაქციას, ხოლო სხვა ავტორთა წერილები ქვეყნდება აკადემიოსთა ან წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინებით. როგორც წესი, აკადემიოსს ან წევრ-კორესპონდენტს „მოამბეში“ დასაბუქლად წელიწადში შეუძლია წარმოსადგინოს სხვა ავტორთა არა უმეტეს 12 წერილისა (მხოლოდ თავისი სპეციალობის მიხედვით), ე. ი. თითოეულ ნომერში თითო წერილი. საკუთარი წერილი — რამდენიც სურს, ხოლო თანაავტორებთან ერთად — არა უმეტეს სამი წერილისა. გამონაკლის შემთხვევაში როცა აკადემიოსი ან წევრ-კორესპონდენტი მოითხოვს 12-ზე მეტი წერილის წარდგენას, საკითხს წყვეტს მთავარი რედაქტორი. წარდგინების ვარჯშე შემოსულ წერილს „მოამბის“ რედაქცია წარმოსადგენად გადასცემს აკადემიოსს ან წევრ-კორესპონდენტს. ერთსა და იმავე ავტორს (გარდა აკადემიოსისა და წევრ-კორესპონდენტისა) წელიწადში შეუძლია „მოამბეში“ გამოაქვეყნოს არა უმეტეს სამი წერილისა (სულ ერთია, თანაავტორებთან იქნება იგი, თუ ცალკე).

4. წერილი წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ცალად, დასაბუქლად საცვებში 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 ურნალის 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 თავში მხოლოდ ერთ წერილს.

5. აკადემიოსთა ან აკადემიის წევრ-კორესპონდენტთა წარდგინება რედაქციის სახელზე დაწერილი უნდა იყოს ცალკე ფურცელზე წარდგინების თარიღის აღნიშვნით. მასში აუცილებლად უნდა აღნიშნოს, თუ რა არის ახალი წერილში, რა მეცნიერული ღირებულება აქვს მას და რამდენად უპასუხებს ამ წესების 1 მუხლის მოთხოვნას.

6. წერილი არ უნდა იყოს გადატვირთული შესავლით, მიმოხილვით, ცხრილებით, ილუსტრაციებითა და დამოწმებული ლიტერატურით. მასში მთავარი ადგილი უნდა ჰქონდეს დათმობილი საკუთარი გამოკვლევების შედეგებს. თუ წერილში გზადაგზა, ქვეთავების მიხედვით გადმოცემულია დასკვნები, მათში საჭირო არაა მათი გამეორება წერილის ბოლოს.

7. წერილი ასე ფორმდება: თავში ზემოთ უნდა დაიწეროს ავტორის ინიციალები და გვარი. ქვემოთ — წერილის სათაური. ზემოთ მარჯვენა მხარეს, წარმოდგენმა უნდა წააწეროს, თუ მეცნიერების რომელ დარგს განეკუთვნება წერილი. წერილის ძირითადი ტექსტის ბოლოს, მარცხენა მხარეს, ავტორმა უნდა აღნიშნოს იმ დაწესებულების სრული სახელწოდება და ადგილმდებარეობა, სადაც შესრულებულია შრომა.

8. ილუსტრაციები და ნახაზები წარმოდგენილ უნდა იქნეს თითო ცალად კონვერტით. ამასთან, ნახაზები შესრულებული უნდა იყოს 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 ნახაზების დაწებება დედნის გვერდებზე. ავტორმა დედნის კიდეზე ფანქრით უნდა აღნიშნოს, რა ადგილას მოთავსდეს ესა თუ ის ილუსტრაცია. არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ისეთი ცხრილი, რომელიც ურნალის ერთ გვერდზე ვერ მოთავსდება. ფორმულები მელნით მკა-



ფიოდ უნდა იყოს ჩაწერილი ტექსტის ორივე ეგზემპლარში, ბერძნულ ასოებს ქვემოთ უნდა გან უნდა გაესვას თითო ხაზი წითელი ფანქრით, მთავრულ ასოებს — ქვემოთ ორ-ორი ხაზი შავი ფანქრით, ხოლო არამთავრულ ასოებს — ზემოთ ორ-ორი პატარა ხაზი შავი ფანქრით. ფანქრითვე უნდა შემოიფარგლოს ნახევარწრით ნიშნაკებიც (ინდექსები და ხარისხის მაჩვენებლები). რეზიუმეები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ცალ-ცალკე ფურცლებზე. წერილში არ უნდა იყოს ჩასწორებები და ჩამატებები ფანქრით ან მელნით.

9. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დაიბეჭდოს ცალკე ფურცელზე. საჭიროა დაცულ იქნეს ასეთი თანმიმდევრობა: ავტორის ინიციალები, გვარი. თუ დამოწმებულია საქურნალო შრომა, ვუჩვენოთ ჟურნალის შემოკლებული სახელწოდება, ტომი, ნომერი, გამოცემის წელი. თუ დამოწმებულია წიგნი, აუცილებელია ვუჩვენოთ მისი სრული სახელწოდება, გამოცემის ადგილი და წელი. თუ ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს, ბოლოს შეუძლია გვერდების ნუმერაციაც უჩვენოს. დამოწმებული ლიტერატურა უნდა დალაგდეს არა ანბანური წესით, არამედ დამოწმების თანმიმდევრობით. ლიტერატურის მისათითებლად ტექსტსა თუ შენიშვნებში კვადრატულ ფრჩხილებში ნაჩვენები უნდა იყოს შესაბამისი ნომერი დამოწმებული შრომისა. არ შეიძლება დამოწმებული ლიტერატურის ნუსხაში შევიტანოთ ისეთი შრომა, რომელიც ტექსტში მითითებული არ არის. ასევე არ შეიძლება გამოუქვეყნებელი შრომის დამოწმება. დამოწმებული ლიტერატურის ბოლოს ავტორმა უნდა მოაწეროს ხელი, აღნიშნოს სად მუშაობს და რა თანამდებობაზე, უჩვენოს თავისი ზუსტი მისამართი და ტელეფონის ნომერი.

10. „მოამბეში“ გამოქვეყნებული ყველა წერილის მოკლე შინაარსი იბეჭდება რეფერატულ ჟურნალში. ამიტომ ავტორმა წერილთან ერთად აუცილებლად უნდა წარმოადგინოს მისი რეფერატი რუსულ ენაზე (ორ ცალად).

11. ავტორს წასაკითხად ეძლევა თავისი წერილის გვერდებზე შეკრული კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (არაუმეტეს ორი დღისა). თუ დადგენილი ვადისათვის კორექტურა არ იქნა დაბრუნებული, რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა თავისი წერილის 25 ამონაბეჭდი.

(დამტკიცებულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის მიერ 10.10.1968; შეტანილია ცვლილებები 6.2.1969)

რედაქციის მისამართი: თბილისი 60, კუტუზოვის ქ. № 19; ტელ. 37-22-16, 37-86-42

საფოსტო ინდექსი 380060

ხ ე ლ მ ო წ ე რ ი ს პ ი რ ო ე ბ ე ბ ი: ერთი წლით 22 მან. 80 კაპ.