

1968



საქართველოს სსრ
ეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ა ე ბ ე

*

88
СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

*

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 52 ტომ

№ 3

ლექსიკონი 1968 დეკაბრი

თბილისი • ТБИЛИСИ • TBILISI

საქართველოს სსრ
პეტროკავთა აკადემიის

გ მ ა გ ე

*

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР

*

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 52 TOM

№ 3

დეკემბერი 1968 ДЕКАБРЬ

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISSI



10.692

ს ა რ ე დ ა კ ტ ო რ კ ო ლ ე გ ი ა

- ა. ბოჭორიშვილი, პ. გამყრელიძე, დ. გედევანიშვილი, ი. გიგინეიშვილი (მთ. რედაქტორის მოადგილე), თ. დავითაია, რ. დვალი, ს. დურმიშიძე, ი. ვეკუა, ნ. კეცხოველი, ვ. კუპრაძე, ნ. ლანდია (მთ. რედაქტორის მოადგილე), ვ. მამასახლისოვი, ვ. მახალდიანი, გ. მელიქიშვილი, ნ. მუსხელიშვილი, მ. საბაშვილი, გ. ციციშვილი, გ. წერეთელი, ე. ზარაძე (მთავარი რედაქტორი), ა. ჯანელიძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- А. Т. Бочоришвили, И. Н. Векуа, П. Д. Гамкrellidze, Д. М. Гедеванишвили, И. М. Гигинейшвили (зам. главного редактора), Ф. Ф. Давитая, Р. Р. Двали, А. И. Джanelidze, С. В. Дурмишidze, Н. Н. Кецохели, В. Д. Купрадзе, Н. А. Ландиа (зам. главного редактора), В. И. Мамасახлисов, В. В. Махалдиани, Г. А. Меликишвили, Н. И. Мухелишвили, М. Н. Сабашвили, Е. К. Харадзе (главный редактор), Г. В. Церетели, Г. В. Цицишвили

პასუხისმგებელი მდივანი კ. აბჯანდაძე
Ответственный секретарь К. З. Абжандадзе

ხელმოწერილია დასაბუქდად 27 12.1968; შკვ № 2701; ასაწეოის ზომა 7×11; ჭალადის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 21; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 23,5; ნაბეჭდი ფურცელი 26,5; უფ 01470; ტირაჟი 1500

* * *

Подписано к печати 27 12 1968; зак. № 2701; размер набора 7×11; размер бумаги 70×108; физический лист 21; уч. издательский лист 23,5; печатный лист 26,5; УФ 01470; тираж 1500

* * *

გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 60, ვუტუხოვის ქ. 15
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, 60, ул. Кутузова, 15

* * *

გამომცემლობა „მეცნიერების“ სტამბა, თბილისი, 60, ვუტუხოვის ქ. 15
Типография издательства «Мецниереба», Тбилиси, 60, ул. Кутузова, 15

შ ი ბ ა ა რ ს ი — СОДЕРЖАНИЕ — CONTENTS

მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—MATHEMATICS

Т. А. Чантурия. Некоторые замечания об одномерных сингулярных дифференциальных операторах	571
*თ. ჭანტურია. ზოგიერთი შენიშვნა ერთვანზომილებიანი სინგულარული დიფერენციალური ოპერატორების შესახებ	576
Дж. Г. Саникидзе. О сходимости некоторых квадратурных процессов	577
*ჯ. სანიკიძე. ზოგიერთი კვადრატული პროცესის კრებადობის შესახებ	581
Д. П. Зерагия. О точках сифуркации одного класса нелинейных уравнений	583
*დ. პ. ზერაგია. ერთი კლასის არაწრფივ განტოლებათა ბიფურკაციის წერტილების შესახებ	587
О. А. Глonti. Интерполяция компонент марковской цепи	589
*ო. ლლონტი. მარკოვის ჯაჭვის კომპონენტთა ინტერპოლაცია	592

მექანიკა—МЕХАНИКА—MECHANICS

რ. ცხვედაძე. დამრეკი ბრუნვითი გარსები სისქის ნახტომისებური ცვლილებით	593
*Р. М. Цхведадзе. Пологие оболочки вращения со скачкообразным изменением толщины	598

ჰიდროაეროდინამიკა—ГИДРОАЭРОДИНАМИКА—HYDROAERODINAMICS

В. В. Сакварелидзе. Профиль концентрации воздушной взвеси и определение средней концентрации водогазоздушного слоя аэрированного потока	599
*ვ. სავყვარელიძე. ჰაერის ბუშტულაკების კონცენტრაციის პროფილი და აერირებული ნაყაღის წყალბარიონი შრის სიშუალო კონცენტრაციის განსაზღვრა	603

ციბერნეტიკა—КИБЕРНЕТИКА—CYBERNETICS

Г. А. Твалабейшвили. Об одном методе преобразования информации в больших системах	605
*გ. თვალაბეიშვილი. დიდ სისტემებში ინფორმაციის გარდაქმნის ერთი მეთოდის შესახებ	608
О. В. Куватадзе. Решение задач выпуклого программирования методом "графных функций" на аналоговых вычислительных машинах	611
*ო. კუვატაძე. ამოზნექილი პროგრამირების ამოცანების ამოხსნა "გრაფების ფუნქციების" მეთოდის ანალოგიურ გამოთვლელ მანქანებზე	615
В. В. Чавчаваძე (член-корреспондент АН Грузинской ССР). Пеиховристическое программирование интеллектуальной деятельности человека в больших системах	617
*ვ. ჭავჭავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). დიდ სისტემებში ადამიანის ინტელექტუალური მოღვაწეობის ფსიქოვერტიკული პროგრამირება	621

* გარსკვლავით აღნიშნული სიათაში ეკუთვნის წინა წერილის რეზიუმეს.

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме предшествующей статьи.

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

ფიზიკა—ФИЗИКА—PHYSICS

- А. Г. Хантадзе, Р. А. Гогуа. О нестационарном обобщенном законе Ома для слабо ионизированного газа 623
 *ა. ხანთაძე, რ. გოგუა. არასტაციონარული ომის განზოგადებული კანონი სუსტად იონიზებული გაზისათვის 626
 Дж. С. Цакадзе, Л. В. Черемисица. Кинетика закручивания жидкого гелия в кольцевом вазоре 627
 *ჯ. წაჭაძე, ლ. ჩერემისინა. რგოლურ ღრწოში მოთავსებული თხევადი ჰელიუმის დაბრუნების კინეტიკა 628
 М. М. Мирианшвили (член-корреспондент АН ГССР), Т. И. Какушадзе. Магнитные свойства ферритов иттрия при замещении ионов Y^{3+} ионами Tb^{3+} и Nd^{3+} 629
 *მ. მირიანაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ტ. კაკუშაძე. იტრიუმის ფერიტის მაგნიტური თვისებები Y^{3+} იონების Tb^{3+} და Nd^{3+} იონებით ჩანაცვლების შემთხვევაში 634

გეოფიზიკა—ГЕОФИЗИКА—GEOPHYSICS

- Б. И. Стыро, Г. Г. Окроашвили, Л. В. Гамхиташвили, Т. Г. Хунджа. О связях распределения радиоактивности на различных высотах атмосферы 635
 *ბ. სტირო, გ. ოქროაშვილი, ლ. გამხიტაშვილი, თ. ხუნჯაშვილი. რადიოაქტივობის განაწილების კავშირების შესახებ ატმოსფეროს სხვადასხვა სიმაღლეზე 638
 А. Г. Балабueв, А. З. Махарашвили. К вопросу об исследовании аэрозолей в свободной атмосфере с помощью самолета 639
 *ა. ბალაბუევ, ა. მახარაშვილი. თვისუფალ ატმოსფეროში თვითმფრინავის საშუალებით აეროზოლებზე დაკვირვებათა შესახებ 644
 Г. П. Есадзе. Об эффективности применения промышленно-геофизических методов разведки на Шаорском каменноугольном месторождении 645
 *გ. ესაძე. შაორის ქვანახშირის საბადოზე სარეწაო გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენების ეფექტურობის შესახებ 650
 А. М. Окуджава. Затвердевание полуграниченной составной среды 651
 *ა. ოკუჯავა. ნახევრადშეზღუდული შედგენილი ვარკვის გამყარება 656

 ორბანული ქიმია—ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ—
 ORGANIC CHEMISTRY

- Е. М. Бенашвили, Х. И. Арешидзе (член-корреспондент АН ГССР), К. И. Чхеидзе. Исследование каталитических свойств водородной и декатионированной форм синтетических цеолитов типа X в реакциях превращения n-гексадекана 657
 *ე. ბენაშვილი, ჰ. არეშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), კ. ჩხეიძე. წყალბადისა და დეკათიონირებული ფორმის X ტიპის სინთეზური ცეოლიტების კატალიზური თვისებების გამოკვლევა ნ-ჰექსადეკანის გარდაქმნის რეაქციებში 661
 Т. Н. Лебсадзе, Л. Т. Чхаидзе, Б. А. Табидзе, И. Я. Павленишвили, И. А. Елигулашвили. Синтез и электрофизические свойства полихалкона, полученного поликонденсацией 4,4'-диацилбензола с терефталевым альдегидом 663

*თ. ლეხსაძე, ლ. ჩხაიძე, ბ. ტაბიძე, ი. ფაველნიშვილი, ი. ელიგულა-შვილი. 4,4'-დიაცტილბენზოლის ტერეფტალდილდეჰიდთან პოლიკონდენსაციით მიღებული პოლიხალკონის სინთეზი და მისი ელექტროფიზიკური თვისებები	668
Д. А. Палавандишвили, А. И. Двалишвили, Р. М. Лагидзе. Синтез четвертичных аммониевых соединений на основе 3-бром-1-оксипутана	669
*დ. ფალავანიშვილი, ა. დვალნიშვილი, რ. ლაღიძე. მეოთხეული ამონიუმის მარილების სინთეზი 3-ბრომ-1-ოქსიპუტანის საფუძველზე	672

ბიოქიმიური ტექნოლოგია—ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ—
CHEMICAL TECHNOLOGY

Л. К. Сванидзе, В. Г. Гегеле. Ионобменны́е смолы на базе фенолов Рус-тавского коксохимзеха	673
*ლ. სვანიძე, ვ. გეგელე. იონგაცვლითი ფისები, მიღებული რუსთავის კოქსოქიმიური საამქროს ფენოლების ბაზაზე	677
К. С. Кутателадзе (член-корреспондент АН ГССР), Р. Д. Вераулашвили, Г. М. Какабадзе. О некоторых свойствах андезитовых, базальтовых и идентичных им по составу синтезированных стекол	679
*კ. ქუთათელაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), რ. ვერულაშვილი, ვ. კაკაბაძე. ანდეზიტის, ბაზალტისა და მათი ანალოგიური ქიმიური შემადგენლობის სინთეზური მინების ზოგიერთი თვისებების შესახებ	682

ფარმაცოქიმიკა—ФАРМАКОХИМИЯ—PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

А. Я. Штромберг, А. М. Джорбенадзе. Культивирование барвинка траянистого в окрестностях Тбилиси	683
*ა. შტრომბერგი, ა. ჯორბენაძე. გველის სტროს მოშენება თბილისის მიდამოებში	688

ფიზიკური გეოგრაფია—ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ—
PHYSICAL GEOGRAPHY

Г. С. Метрели. Объем и характер занесения Сионского водохранилища	689
*გ. მეტრეველი. სიონის წყალსაცავის მოცუვა-მოცუვის მოცულობა და ხასიათი	694

ბეოლოგია—ГЕОЛОГИЯ—GEOLOGY

დ. პაპავა, ვ. ვოდერძნიშვილი. ზოსტის ქვიშაქვების ასაკის შესახებ	695
*Д. Ю. Папав, Г. С. Годердзяншвили. О возрасте хостинских песчаников	698

პეტროგრაფია—ПЕТРОГРАФИЯ—PETROGRAPHY

მ. ტატიშვილი. მასალები სამხრეთ მესქეთის ზეოკენური ლავების პეტროგრაფიისათვის	699
*М. Г. Татишвили. Материалы для петрографии среднеэоценовых лав южной Месхетии	704
Г. С. Закариадзе, М. Б. Лордкипанидзе. О сопоставлении эффузивных и интрузивных пород палеогенового магматического комплекса юго-западной Аджарии	705
*გ. ზაკარიაძე, მ. ლორთქიფანიძე. სამხრეთ-დასავლეთი აჭარის პალეოგენური მავფური კომპლექსის ეფუზიური და ინტრუზიული ქანების შედარებისათვის	710

საშენობლო მექანიკა—СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА—
 STRUCTURAL MECHANICS

- Г. Г. Цанава. Форма Трещица решения некоторых пространственных задач и ее применение для определения напряженного состояния обратно симметрично нагруженных безграничных и граничных в плане толстых плит 711
- *გ. ცანავა. ზოგერთი სივრცითი ამოცანის ამოხსნის ტრეჭციის ფორმა და მისი გამოყენება ირიბსიმეტრიულად დატვირთულ, გვეგმაში უსასრულო და სასრულო ზომის, სქელი ფილების დაქაბული მდგომარეობის განსასაზღვრავად 716
- ა. ხაბეიშვილი. კონტურით სახსროვნად დაყრდნობილი ორმაგი სიმრუდის დამრეცი გარსის თავისუფალი რბევის სიხშირის განსაზღვრა 717
- *А. Д. Хабейшвили. Определение частоты свободных колебаний шарнирно опертой пологой оболочки двойкой кривизны 720

მეტალურგია—МЕТАЛЛУРГИЯ—METALLURGY

- А. А. Надирадзе, Н. П. Мгалоблишвили, Б. Н. Бокерия. Термодинамика алюмотермического восстановления алюминатов цезия и рубидия 721
- *ა. ნადირაძე, ნ. მგალობლიშვილი, ბ. ბოკერია. ევზუმისა და რუბიდიუმის ალუმინატების ალუმოთერმული აღდგენის თერმოდინამიკა 723
- А. Д. Нозадзе, Р. В. Бединейшвили. Исследование напряженного состояния металла при прокатке в разрезном калибре со свободным уширением 725
- *ა. ნოზაძე, რ. ბედინეიშვილი. ლითონის დაქაბული მდგომარეობის გამოკვლევა გამკვეთ კალიბრში თავისუფალი გაფართოებით გლინივისას 730

 საბადოთა დამუშავება—РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ—
 DEPOSIT EXPLOITATION

- Ш. И. Ониани. Нестационарный теплообмен между гидравлической закладкой и средой при последовательной выемке наклонных слоев угольной толщи Ткибули-Шаорского каменноугольного месторождения снизу вверх 731
- *შ. იონიანი. ჰიდრავლიკურ ვესებასა და გარემოს შორის სითბოს არასტაციონარული მიმოცლა ტყიბულ-შაორის ქვანახშირის საბადოს ნახშირბადიანი სიზრქის დახარული შრეების ქვევიდან ზევით თანმიმდევრობით გამოღების დროს 736

მენერგეტიკა—ЭНЕРГЕТИКА—POWER ENGINEERING

- Н. Д. Кодуа. Влияние степени раздробленности свободнопадающих потоков на силовое воздействие потока на дно шнжного бьефа 737
- *ნ. კოდუა. თავისუფლად ვარდნილი ნაკადის ქვემო ბიუფზე დინამიური ზემოქმედების საკითხის შესწავლისათვის 741

მანქანათმშენებლობა—МАШИНОВЕДЕНИЕ—MECHANICAL ENGINEERING

- М. В. Хвингия, В. Н. Гогилашвили. Оптимальная посадка и конструкционное демпфирование в цилиндрических соединениях 743
- *მ. ხვინგია, ვ. გოგილაშვილი. ოპტიმალური ჩასმა და კონსტრუქციული დემპფირება ცილინდრულ შეერთებებში 748



ელექტროტექნიკა—ЭЛЕКТРОТЕХНИКА—ELECTROTECHNICS

В. Я. Кикачейшвили. Влияние ускорения ротора на момент синхронной машины без демпферной обмотки 749
 *ე. კიკაჩეიშვილი. როტორის აჩქარების გავლენა უდემპფერო სინქრონული მანქანის მომენტზე 753

ავტომატიკა და ტელემეხანიკა—АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА—AUTOMATICS AND TELEMCHANICS

Ю. В. Киладзе. О дискретном отображении кодированных сигналов 755
 *ი. კილაძე. კოდირებული სიგნალების დისკრეტული გადასახვის შესახებ 758

მასალათა ტექნოლოგია—ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ—TECHNOLOGY OF MATERIALS

В. К. Балавадзе. О механизме деформирования бетона при ползучести . . . 759
 *ვ. ბალავაძე. ცოცვალობისას ბეტონის დეფორმირების მექანიზმის შესახებ 764

ბოტანიკა—БОТАНИКА—BOTANY

პ. გიორჯაძე. თბილისის მიდამოების ნახევრადმშრალი ნაშალების მცენარეულობა . . 765
 *П. Г. Гиоргадзе. Растительность полуподвижных осыпей в окрестностях Тбилиси 768

ბიოფიზიკა—БИОФИЗИКА—BIOPHYSICS

В. Б. Акопян, А. П. Закарая. Действие ультразвука низких интенсивностей на некоторые физико-химические свойства актомиозина 769
 *ვ. აკოფიანი, ა. ზაკარაია. დაბალი ინტენსივობის ულტრაბერის მოქმედება აქტომიოზინის ზოგიერთ ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებაზე 774

ბიოქიმიკა—БИОХИМИЯ—BIOCHEMISTRY

Н. Н. Нудубидзе, Д. Ф. Кинцурашвили. Аминирование пировиноградной кислоты в гомонатах корней и листьев виноградной лозы при участии различных источников азота 775
 *ნ. ნუდუბიძე, დ. კინწურაშვილი. პიროყურძნის მკვას ამინირება ვაზის ფესვის და ფოთლის პოპოკენატებში აზოტის სხვადასხვა წყაროს დამატებისას 780
 Т. С. Ломкаци. Использование глицина дрожжевыми организмами 781
 *ტ. ლომკაცი. საფუერების მიერ გლიცინის გამოყენება 785
 А. А. Каландаришвили. Изменение ацетилхолинэстеразной и Na⁺, K⁺-АТФ-азной активностей в процессе инкубации микросомальной фракции головного мозга крыс 787
 *ა. კალანდარიშვილი. ვირთაგვის თავის ტვინის მიკროსომული ფრაქციის აცეტილქოლინესთერაზასა და Na⁺, K⁺-ატფ-აზას აქტივობის ცვლილება ინკუბაციის სხვადასხვა პირობებში 792

გენეტიკა და სელექცია—ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ—GENETICS AND SELECTION

ა. გორგიძე. მათონიზებული გამოსხივების მუტაგენური ეფექტი 793
 *А. Д. Горгидзе. Мутагенный эффект ионизирующих излучений 797

ფიტოპათოლოგია—ФИТОПАТОЛОГИЯ—PHYTOPATHOLOGY

- Н. Н. Чантурия. К биохимической характеристике листа шелковицы, пораженного мучнистой росой 799
- *ნ. ჭანტურია. ნაცრით დაავადებული თუთის ფოთლის ბიოქიმიური დახასიათებისათვის 804

მიკრობიოლოგია—МИКРОБИОЛОГИЯ—MICROBIOLOGY

- Г. В. Қвиташвили, Е. М. Барабадзе, О. Г. Анджaparидзе, В. И. Бахутаშвили, М. У. Моисрапишвили, М. Д. Квдиашвили, М. Ш. Кереселидзе, А. К. Алексеева. Аденовирусная флора при некоторых заболеваниях населения г. Тбилиси 805
- *ბ. კვიტაშვილი, ე. ბარაბაძე, ო. ანჯაფარიძე, ვ. ბახუტაშვილი, მ. მოისრაფიშვილი, მ. კლდიაშვილი, მ. კერესელიძე, ა. ალექსეევა. აღენოვირუსული ფლორა თბილისის მოსახლეობის ზოგიერთი დაავადების დროს 810
- Э. Ш. Вардосанидзе. Зависимость биологических свойств вируса полиомиелита от состава питательной среды 811
- *ე. ვარდოსანიძე. პოლიომის ვირუსის ბიოლოგიური თვისებების დამოკიდებულება საკვები ნიადაგის შემადგენლობაზე 813

 ზოოლოგია და პარაზიტოლოგია—ЗООЛОГИЯ И ПАРАЗИТОЛОГИЯ—
 ZOOLOGY AND PARASITOLOGY

- М. К. Цкитишвили. Изменения плотности и состава популяции паутинового клеща на платане в Тбилиси 815
- *მ. ცკიტიშვილი. აბლაბუდა ტყობის პოპულაციის სიმჭიდროვსა და შედგენილობის ცვლადობა ჭადარზე თბილისის პირობებში 819

 პათოლოგიური ანატომია—ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ—
 PATHOLOGIC ANATOMY

- ბ. ბაქრაძე. გულის გამტარი სისტემის ჰისტოციმოქიმიკა მოკარდის მწვავე იშემიის დროს 821
- *Н. Д. Бакрадзе. Гистоэнзимохимия проводящей системы сердца при острой ишемии миокарда 826
- Т. Г. Барамидзе, М. Б. Джanelидзе. К вопросу о состоянии периферической крови при рентгенотерапии рака молочной железы 827
- *თ. ბარამიძე, მ. ჭანელიძე. სარძევე ჯირკვლის ციბოთი დაავადებულთა პერიფერიული სისხლის ცვლილებები რენტგენოთერაპიის ფონზე 831
- Н. А. Георгобiani. Структурные и некоторые гистохимические изменения аутовенозного аорто-бедренного шунта 833
- *ნ. გიორგობიანი. ავტოვენოზური აორტობარძაყის შუნტის სტრუქტურული და ზოგიერთი ჰისტოქიმიური ცვლილება 837

 ნორმალური ფიზიოლოგია—НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ—
 NORMAL PHYSIOLOGY

- К. Ш. Надарейшвили, А. Р. Кезели. Методика определения локального кровообращения в различных отделах мозга в хроническом эксперименте 839

*კ. ნადარეიშვილი, ა. კეზელი. თავის ტვინის სხვადასხვა უბნებში ლოკალური სისხლის მიმოქცევის განსაზღვრის მეთოდთა	844
A. A. Унгиадзе. О вызванных потенциалах гиппокампа кролика	845
*ა. უნგიაძე. შინაური კურდღლის ჰიპოკამპში გამოწვეული პასუხების შესახებ	850

ჰისტოლოგია—ГИСТОЛОГИЯ—HISTOLOGY

Г. И. Мансая. Гистохимические особенности ядерных и цитоплазматических нуклеопротеидов, функциональных групп белков и аминокислот	851
*გ. მაისაია. ბირთვული და ციტოპლაზმური ნუკლეოპროტეიდების, ცილების ფუნქციური ჯგუფებისა და ამინომჟავების ჰისტოქიმიური თავისებურებანი	856
В. А. Хубутия. Суправитальное исследование альвеолярного фагоцитоза производственной пыли марганца, кварца и сфалерита	857
*ვ. ხუბუტია. მარკანეცის, კვარცის და სფალერიტის საწარმოო მტვერის ალვეოლური ფაგოციტოზის სუბრავიტალური გამოკვლევა	861
В. А. Шапатава. Определение содержания пероксидазы и гликогена в клетках периферической крови при различных видах анемии	863
*ვ. შაპათავა. პეროქსიდაზისა და გლიკოგენის რაოდენობის განსაზღვრა პერიფერიული სისხლის უჯრედებში სხვადასხვა სახის ანემიის დროს	866

ენათმეცნიერება—ЯЗЫКОЗНАНИЕ—LINGUISTICS

გ. კარტოზია. მიცემითი ბრუნვის ნიშანი ზმნურ ფორმასთან ლაზურში	867
*Г. А. Картозия. Показатель дательного падежа с глагольными формами в Лазском диалекте	871



Т. А. ЧАНТУРИЯ

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ ОБ ОДНОМЕРНЫХ СИНГУЛЯРНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРАХ

(Представлено академиком В. Д. Купрадзе 15.6.1968)

В настоящей статье рассматриваются дифференциальное выражение

$$l = \sum_{k=0}^n (-1)^k \frac{d^k}{dt^k} \left(p_{n-k}(t) \frac{d^k}{dt^k} \right) \quad (1)$$

на интервале $[0, +\infty)$, где $p_k(t)$ ($k=0, 1, \dots, n$) — комплекснозначные функции, и уравнение

$$lu = 0, \quad (2)$$

где l — дифференциальное выражение (1).

В § 1 получены асимптотические формулы для решения уравнения (2) при $t \rightarrow +\infty$. Асимптотика решений уравнений вида (2) при $t \rightarrow +\infty$ исследовалась ранее И. М. Рапопортом [1], М. А. Наймарком [2], М. В. Федорюком [3], И. Т. Кигурадзе [4] и др.

В § 2 исследованы индекс дефекта и спектр оператора, порожденного дифференциальным выражением (1).

§ 1. Предположим, что $p_0(t) \neq 0$ на $[0, +\infty)$. Тогда система

$$\begin{aligned} \tilde{u}_1 &= u, & \frac{d\tilde{u}_1}{dt} &= \tilde{u}_2, \dots, & \frac{d\tilde{u}_{n-1}}{dt} &= \tilde{u}_n, \\ \frac{d\tilde{u}_n}{dt} &= p_0^{-1} \tilde{u}_{n+1}, & \frac{d\tilde{u}_{n+1}}{dt} &= p_1 \tilde{u}_n - \tilde{u}_{n+2}, \dots, \\ \frac{d\tilde{u}_{2n-1}}{dt} &= p_{n-1} \tilde{u}_2 - \tilde{u}_{2n}, & \frac{d\tilde{u}_{2n}}{dt} &= p_n \tilde{u}_1 \end{aligned} \quad (3)$$

эквивалентна уравнению (2). Введем вектор-функцию $U(t)$ и матрицу $P(t)$

$$U(t) = \begin{pmatrix} \tilde{u}_1(t) \\ \tilde{u}_2(t) \\ \vdots \\ \tilde{u}_{2n}(t) \end{pmatrix}, \quad P(t) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & & & & & 0 \\ & & \ddots & & & & \\ & & & \ddots & & & \\ & & & & 1 & 0 & \\ & & & & 0 & p_0^{-1} & \\ & & & & p_1 & 0 & -1 \\ & & & & & \ddots & \\ & & & & & & & -1 \\ p_n & & & & & & & 0 \end{pmatrix}$$

(здесь p_0^{-1} стоит на пересечении n -й строки и $(n+1)$ -го столбца, все неуказанные элементы равны нулю). Тогда система (3) запишется в виде:

$$\frac{dU(t)}{dt} = P(t)U(t). \quad (4)$$

Положим

$$p_0(t) = a_0(t), \quad p_k(t) = a_k(t) + b_k(t) \quad (k = 1, 2, \dots, n), \quad (5)$$

где $a_k(t)$ ($k=0, 1, \dots, n$) — абсолютно непрерывные, а $b_k(t)$ ($k=1, 2, \dots, n$) — суммируемые функции на каждом конечном отрезке промежутка $[0, +\infty)$.

Ниже вместо $\int_0^{+\infty} |f_1(t)| dt < +\infty$ и $\bigvee_0^{+\infty} f_2(t) < +\infty$ будем писать $f_1(t) \in L$ и $f_2(t) \in V$.

Теорема 1. Пусть $\varphi(t)$ и $\psi(t)$ — дважды непрерывно дифференцируемые положительные функции на $[0, +\infty)$ и

$$g_k(t) = \varphi^{-1}(t) \psi^{-k}(t) (\varphi(t) \psi^{k-1}(t))' \in V \quad (k = 1, 2, \dots, 2n), \quad (6)$$

$$a_k(t) \psi^{-2k}(t) \in V \quad (k = 0, 1, \dots, n), \quad (7)$$

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} g_k(t) = 0 \quad (k = 1, 2, \dots, 2n), \quad (8)$$

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} a_k(t) \psi^{-2k}(t) = c_k \quad (k = 0, 1, \dots, n), \quad c_0 \neq 0, \quad (9)$$

$$b_k(t) \psi^{1-2k}(t) \in L \quad (k = 1, 2, \dots, n). \quad (10)$$

Если функции $\psi(t)$ $\lambda_k(t)$ ($k = 1, 2, \dots, 2n$), где $\lambda_k(t)$ — корни уравнения

$$f(\lambda, t) = \sum_{k=0}^{n-1} (-1)^{n-k} a_k(t) \psi^{-2k}(t) \prod_{j=1}^{n-k} (\lambda + g_j(t)) \times \\ \times \prod_{j=n-k+1}^{2n} (\lambda + g_j(t)) + a_n(t) \psi^{-2n}(t) = 0, \quad (11)$$

удовлетворяют условию (М) (см. [4]) и уравнение

$$f(\lambda) = \sum_{k=0}^n (-1)^{n-k} c_k \lambda^{2n-2k} = 0 \quad (12)$$

не имеет кратных корней, то дифференциальное уравнение (2) имеет $2n$ линейно независимых решений $u_j(t)$ ($j = 1, 2, \dots, 2n$) таких, что при $t \rightarrow +\infty$

$$u_j(t) = \varphi(t) \exp \left(\int_0^t \lambda_j(\tau) \psi(\tau) d\tau \right) (1 + o(1)), \quad (13)$$

$$u_j^{[k]}(t) = \varphi(t) \phi^k(t) \exp \left(\int_0^t \lambda_j(\tau) \phi(\tau) d\tau \right) (\lambda_j^k + o(1)), \quad (14)$$

при $1 \leq k \leq n-1$ и

$$u_j^{[k]}(t) = (-1)^{k-n} \varphi(t) \phi^k(t) \exp \left(\int_0^t \lambda_j(\tau) \phi(\tau) d\tau \right) \times \\ \times \sum_{m=0}^{k-n} (-1)^m c_m \lambda_j^{-2m} (\lambda_j^k + o(1)), \quad (15)$$

при $n \leq k \leq 2n-1$, где $u_j^{[k]}(t) = \tilde{u}_{k+1}^{[k]}(t)$ — квазипроизводные функции $u(t)$ (см. [1]),

$$\lambda_j = \lim_{t \rightarrow +\infty} \lambda_j(t) \quad (j = 1, 2, \dots, 2n).$$

Доказательство. Если применить преобразование

$$x = \int_0^t \phi(\tau) d\tau, \quad U(t) = F(t) Y(x), \quad (16)$$

где

$$F(t) = \begin{bmatrix} \varphi(t) & & & & \\ \varphi(t) \phi(t) & & & & \\ & \ddots & & & \\ & & \ddots & & \\ & & & \varphi(t) \phi^{2n-1}(t) & \end{bmatrix}, \quad Y(x) = \begin{bmatrix} y_1(x) \\ y_2(x) \\ \vdots \\ y_{2n}(x) \end{bmatrix},$$

и принять во внимание (5), уравнение (4) примет вид

$$\frac{dY(x)}{dx} = (A_1(x) + B_1(x)) Y(x), \quad (17)$$

где

$$A_1(x) = \begin{bmatrix} -g_1 & 1 & & & 0 \\ & \ddots & \ddots & & \vdots \\ & & 1 & & 0 \\ & & -g_n & a_0^{-1} & \\ & & a_1 \phi^{-2} & -g_{n+1} & -1 \\ & & & \ddots & \\ & & & & -1 \\ a_n \phi^{-2n} & & & & -g_{2n} \end{bmatrix}, \quad B_1(x) = \begin{bmatrix} & & & & 0 \\ & & & & \vdots \\ & & & & 0 \\ & & & & b_1 \phi^{-1} \\ & & & & \vdots \\ & & & & b_n \phi^{-2n} \end{bmatrix}.$$

Легко проверить, что $\int_0^{\infty} \phi(\tau) d\tau = +\infty$, т. е. $x \rightarrow +\infty$ при $t \rightarrow +\infty$.

В силу (6), (7) и (10) ясно, что

$$\int_0^{+\infty} \|A'_1(x)\| dx < +\infty \quad \text{и} \quad \int_0^{+\infty} \|B_1(x)\| dx < +\infty.$$

Таким образом, условия теоремы 8.1 из [5] (гл. 3) выполняются и уравнение (17) имеет фундаментальную систему решений $Y_j(x)$ ($j = 1, 2, \dots, 2n$) такую, что при $x \rightarrow +\infty$

$$Y_j(x) = \exp\left(\int_0^x \omega_j(z) dz\right) (\gamma_j + o(1)) \quad (j = 1, 2, \dots, 2n), \quad (18)$$

где $\omega_j(x) = \lambda_j(t)$ ($j = 1, 2, \dots, 2n$), а γ_j — собственный вектор матрицы $A_1(\infty) = \lim_{x \rightarrow +\infty} A_1(x)$, соответствующий λ_j .

Из (16) и (18) ясно, что каждому решению $Y_j(x)$ уравнения (17) соответствует решение $u_j(t)$ уравнения (2), поведение которого при $t \rightarrow +\infty$ описывается асимптотическими формулами (13), (14) и (15). Теорема доказана.

Рассмотрим уравнение

$$lu = \mu u, \quad (2_1)$$

где l — дифференциальное выражение (1), а коэффициенты этого выражения вещественны.

Теорема 2. Пусть $\psi(t)$ — дважды непрерывно дифференцируемая, положительная функция на $[0, +\infty)$, выполнено условие (10) и

$$\psi^{-2}(t) \psi'(t) \in V, \quad (19)$$

$$a_k(t) \psi^{-2k}(t) \in V \quad (k = 0, 1, \dots, n), \quad \mu \psi^{-2n}(t) \in V, \quad (20)$$

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \psi^{-2}(t) \psi'(t) = 0, \quad (21)$$

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} a_k(t) \psi^{-2k}(t) = c_k \quad (k = 0, 1, \dots, n), \quad c_0 \neq 0, \quad \lim_{t \rightarrow +\infty} \mu \psi^{-2n}(t) = 0. \quad (22)$$

Пусть уравнение (12) не имеет кратных корней и из равенства $\operatorname{Re} \lambda_k = \operatorname{Re} \lambda_j \neq 0$ следует, что либо $k = j$, либо $\lambda_k = \bar{\lambda}_j$. Пусть $\operatorname{Im} f'(\lambda_j) \neq 0$ в последнем случае. Если $\operatorname{Re} \lambda_k = \operatorname{Re} \lambda_j = 0$ и $k \neq j$, пусть $f'(\lambda_k) \neq f'(\lambda_j)$. Тогда дифференциальное уравнение (2₁) имеет $2n$ линейно независимых решений $u_j(t, \mu)$ ($j = 1, 2, \dots, 2n$) таких, что при $t \rightarrow +\infty$

$$u_j(t, \mu) = \psi^{(1-2n)j^2}(t) \exp\left(\int_0^t \lambda_j(\tau, \mu) \psi(\tau) d\tau\right) (1 + o(1)), \quad (23)$$

где $\lambda_j(t, \mu)$ — корни уравнения

$$\tilde{f}(\lambda, t) = \mu \psi^{-2n}(t). \quad (24)$$

З а м е ч а н и е. Рассмотрим уравнение

$$\sum_{k=0}^n (-1)^{n-k} c_k (q^k(t) u^{(n-k)}(t))^{(n-k)} = 0, \quad q(t) > 0, \quad (25)$$

где c_k — вещественные постоянные, $c_0 \neq 0$, $c_n = 1$. Пусть уравнение

$$f(\lambda) = \sum_{k=0}^n (-1)^{n-k} c_k \lambda^{2n-2k} = 0$$

не имеет кратных корней и из равенства

$\operatorname{Re} \lambda_k = \operatorname{Re} \lambda_j \neq 0$ следует, что либо $k = j$, либо $\lambda_k = \overline{\lambda_j}$. Пусть $\operatorname{Im} f'(\lambda_j) \neq 0$ в последнем случае. Если $\operatorname{Re} \lambda_k = \operatorname{Re} \lambda_j = 0$ и $k \neq j$, пусть $f'(\lambda_k) \neq f'(\lambda_j)$. Такие многочлены $f(\lambda)$ существуют. Пусть

$$q'(t) q^{-3/2}(t) \in V, \quad \lim_{t \rightarrow +\infty} q'(t) q^{-3/2}(t) = 0. \quad (26)$$

Тогда при $\phi(t) = q^{1/2}(t)$ и $\mu = 0$ все условия теоремы 2 выполнены и при $t \rightarrow +\infty$ имеем

$$u_j(t) = q^{(1-2n)/n}(t) \exp \left(\int_0^t \lambda_j(\tau) q^{1/2}(\tau) d\tau \right) (1 + o(1)),$$

где $\lambda_j(t)$ — корни уравнения

$$f(\lambda, t) = \sum_{k=0}^{n-1} (-1)^{n-k} c_k \prod_{j=1}^{n-k} \left(\lambda^2 - \left(\frac{2k-2n-1}{4} q'(t) q^{-3/2}(t) \right)^2 \right) + 1 = 0.$$

Для выполнения условий теоремы 3.1 из [3] функция $q(t)$ вместо условия (26) должна удовлетворять условию

$$q'(t) q^{-5/4}(t) \in L_2, \quad q''(t) q^{-3/2}(t) \in L, \quad \lim_{t \rightarrow +\infty} q'(t) q^{-3/2}(t) = 0. \quad (27)$$

Отметим, что можно построить функцию $q(t)$, которая удовлетворяет условию (26), но не удовлетворяет условию (27).

§ 2. Рассмотрим дифференциальное выражение (1), где $p_0(t) \neq 0$ при $t \in [0, +\infty)$, функции $p_k(t)$ непрерывны и вещественны в интервале $[0, +\infty)$.

Пусть D — множество функций $u(t)$ таких, что $u(t) \in L_2[0, +\infty)$ обращается в нуль вне конечного интервала, все квазипроизводные $u^{(k)}(t)$ до порядка $2n-1$ включительно абсолютно непрерывны и $u^{(2n)}(t) \in L_2[0, +\infty)$. Введем оператор L'_0 , область определения которого есть D , и $L'_0 u = lu$ при $u \in D$. Обозначим через L_0 замыкание оператора L'_0 .

Следующие теоремы об индексе дефекта оператора L_0 и о спектре самосопряженных расширений оператора L_0 доказываются аналогично доказательствам соответствующих теорем из работ [2] и [3].

Теорема 3. Пусть условия теоремы 2 выполнены. Тогда

1°. Если $\operatorname{Re} \lambda_j \neq 0$ при всех j , то индекс дефекта оператора L_0 равен (n, n) .



2°. Пусть $\operatorname{Re} \lambda_j = 0$ при $1 \leq j \leq 2k$ и $\operatorname{Re} \lambda_j \neq 0$ при остальных j . Тогда индекс дефекта оператора L_0 равен (n, n) или $(n+k, n+k)$, в зависимости от того, расходится или сходится интеграл

$$\int_0^{+\infty} \psi^{1-2n}(t) dt. \quad (28)$$

Теорема 4. Пусть условия теоремы 2 выполнены и $\operatorname{Re} \lambda_j \neq 0$ при всех j . Тогда спектр всякого самосопряженного расширения L_u оператора L_0 дискретен.

Теорема 5. Пусть условия теоремы 2 выполнены, $\operatorname{Re} \lambda_j = 0$ при $1 \leq j \leq 2k$ и $\operatorname{Re} \lambda_j \neq 0$ при остальных j . Если интеграл (28) расходится, то непрерывная часть спектра всякого самосопряженного расширения L_u оператора L_0 заполняет всю действительную ось.

Теорема 6. Пусть условия теоремы 2 выполнены, $\operatorname{Re} \lambda_j = 0$ при $1 \leq j \leq 2k$ и $\operatorname{Re} \lambda_j \neq 0$ при остальных j . Если интеграл (28) сходится, тогда спектр всякого самосопряженного расширения L_u оператора L_0 дискретен и резольвента $R_\mu = (L_u - \mu I)^{-1}$ во всех точках регулярности μ является интегральным оператором с ядром Гильберта—Шмидта.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 19.6.1968)

მათემატიკა

თ. ჯანტურია

ზოგიერთი უნიტარული მართკუთხედიანი სინგულარული
დიფერენციალური ოპერატორების შესახებ

რეზიუმე

შრომში გამოკვლეულია (2) დიფერენციალური განტოლების ამოხსნების ასიმპტოტიკა და (1) სახის დიფერენციალური გამოსახულებით წარმოქმნილი ოპერატორის დეფექტის ინდექსი და სპექტრი.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. М. Рапопорт. О некоторых асимптотических методах в теории дифференциальных уравнений. Киев, 1954.
2. М. А. Маймарк. Линейные дифференциальные операторы. М., 1954.
3. М. В. Федорюк. Труды Моск. матем. о-ва, 15, 1966, 296—345.
4. И. Т. Кигურадзе. Труды Тбилисского гос. ун-та, 102, 1964, 149—167.
5. Э. А. Қоддингтон, Н. Левинсон. Теория обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1958.



МАТЕМАТИКА

Дж. Г. САНИКИДЗЕ

О СХОДИМОСТИ НЕКОТОРЫХ КВАДРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 4.6.1968)

В сингулярном интеграле $\int_{-1}^{+1} \rho(t) \frac{f(t)}{t-x} dt$ ($-1 \leq x \leq 1$) $\rho(t)$ счи-

тается измеримой, суммируемой, не эквивалентной нулю конкретной функцией. f -произвольная функция некоторого класса F . Через $E(\rho; F)$ будем обозначать множество точек отрезка $[-1, +1]$, в которых интеграл существует в смысле главного значения по Коши для всех $f \in F$ при заданной весовой функции $\rho(t)$.

За квадратурную формулу для рассматриваемого особого интеграла принимаем

$$\int_{-1}^{+1} \rho(t) \frac{f(t)}{t-x} dt \approx \sum_{k=1}^n \alpha_k^{(n)}(x) f(x_k^{(n)}), \quad (1)$$

где функции $\alpha_k^{(n)}(x)$ ($k=1, 2, \dots, n$) не зависят от f , а узлы $x_k^{(n)}$ ($k=1, 2, \dots, n; n=1, 2, \dots$) предполагаются заданными на $[-1, +1]$. Всегда можно считать $x_1^{(n)} < x_2^{(n)} < \dots < x_n^{(n)}$.

Условимся говорить, что f принадлежит к классу $L_x^{(r)}$ ($W_x^{(r)}$), если при заданном x функция $\frac{1}{(x-z)^{r-1}} \int_z^x (x-u)^{r-2} f^{(r-1)}(u) du$ ($r \geq 2$) абсолютно непрерывна на $[-1, +1]$ (f имеет на $[-1, +1]$ $(r-1)$ -ю непрерывную производную и конечную r -ю ($r \geq 2$) производную в точке x).

Определим функцию $E(x)$ условием

$$E(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0; \\ 0, & x < 0 \end{cases}$$

и введем, следуя [1], функции

$$F_{\text{ин}}(z; x) = \sum_{k=1}^n \alpha_k^{(n)}(x) (x_k^{(n)} - x) E(z - x_k^{(n)}),$$



10.6.99

$$\begin{aligned}
 F_{ns}(z; x) &= \int_{-1}^z F_{n0}(u; x) \frac{(z-u)^{s-1}}{(s-1)!} du = \\
 &= \sum_{k=1}^n \alpha_k^{(n)}(x) (x_k^{(n)} - x) E(z - x_k^{(n)}) \frac{(z - x_k^{(n)})^s}{s!} \\
 &\quad (s = 1, 2, \dots).
 \end{aligned}$$

Теорема 1. Для того чтобы квадратурный процесс (1) сходилась в точке $x \in E(\rho; L_x^{(r)})$ для всякой функции $f \in L_x^{(r)}$ ($r \geq 2$), необходимо и достаточно, чтобы выполнялись условия:

- 1) процесс сходится, когда f — произвольный многочлен;
- 2) существует число $M(x)$ такое, что имеют место неравенства

$$|F_{nr-2}(z; x)| \leq M(x) \quad (n = 1, 2, \dots).$$

Теорема 2. Для того чтобы квадратурный процесс (1) сходилась в точке $x \in E(\rho; W_x^{(r)})$ ($r \geq 2$) для всякой функции $f \in W_x^{(r)}$, необходимо и достаточно, чтобы выполнялись условия:

- 1) как в теореме 1;
- 2) существует такое число $M(x)$, что имеют место неравенства

$$\int_{-1}^{+1} V_{nr} F_{nr-1}(z; x) \leq M(x) \quad (n = 1, 2, \dots).$$

Доказательства сформулированных теорем аналогичны и мы вкратце наметим доказательство теоремы 1.

Можно проверить, что для всякой $f \in L_x^{(r)}$ ($r \geq 2$) имеет место формула

$$\begin{aligned}
 f(t) &= f(x) + (t-x) \sum_{m=0}^{r-2} \frac{(t-1)^m}{m!} \frac{1}{(x-1)^{m+1}} \int_1^x (x-u)^m f^{(m+1)}(u) du + \\
 &\quad + \frac{(-1)^{r-1}}{(r-2)!} (t-x) \int_{-1}^{+1} E(z-t) (z-t)^{r-2} \times \\
 &\quad \times \left\{ \frac{d}{dz} \left[\frac{1}{(x-z)^{r-1}} \int_z^x (x-u)^{r-2} f^{(r-1)}(u) du \right] \right\} dz.
 \end{aligned}$$

Воспользовавшись указанной формулой, остаток квадратуры (1) можно представить в форме

$$R_n(f; x) = R_n(P_x; x) + (-1)^{r-1} \int_{-1}^{+1} K_r(z; x) \times$$



$$\times \left\{ \frac{d}{dz} \left[\frac{1}{(x-z)^{r-1}} \int_z^x (x-u)^{r-2} f^{(r-1)}(u) du \right] \right\} dz \quad (r \geq 2),$$

$$P_x(t) = f(x) + (t-x) \sum_{m=0}^{r-2} \frac{(t-1)^m}{m!} \frac{1}{(x-1)^{m+1}} \int_1^x (x-u)^m f^{(m+1)}(u) du,$$

$$K_r(z; x) = \frac{1}{(r-2)!} \int_{-1}^z \rho(t) (z-t)^{r-2} dt - F_{nr-2}(z; x).$$

Сходимость рассматриваемого процесса эквивалентна тому, что

$$R_n(P_x; x) \rightarrow 0, \quad R_n^*(f; x) \rightarrow 0 \quad \text{при } n \rightarrow \infty,$$

где

$$R_n^*(f; x) = (-1)^{r-1} \int_{-1}^{+1} K_r(z; x) \times \\ \times \left\{ \frac{d}{dz} \left[\frac{1}{(x-z)^{r-1}} \int_z^x (x-u)^{r-2} f^{(r-1)}(u) du \right] \right\} dz.$$

Если на множестве $f^{(r-1)} \in L_x$ (при $f \in L_x^{(r)}$) ввести норму равенством

$$\|f^{(r-1)}\|_{L_x} = \int_{-1}^{+1} \left| \frac{d}{dz} \left[\frac{1}{(x-z)^{r-1}} \int_z^x (x-u)^{r-2} f^{(r-1)}(u) du \right] \right| dz,$$

то его можно рассматривать как линейное нормированное пространство типа B . После этого для завершения доказательства теоремы можно воспользоваться рассуждениями В. И. Крылова [1], если только заметить, что в рассматриваемом здесь случае

$$\|R_n^*\|_{L_x} = \max_{-1 \leq z \leq 1} |K_r(z; x)|.$$

Отметим частный случай теоремы 1, соответствующий классу $L_x^{(2)}$, состоящему из всевозможных функций f таких, что разделенная разность $\frac{f(z) - f(x)}{z - x}$ абсолютно непрерывна на $[-1, +1]$ при заданном x .

Теорема 3. Для того чтобы квадратурный процесс (1) сходилась в точке $x \in E(\rho; L_x^{(2)})$ для всякой функции $f \in L_x^{(2)}$, необходимо и достаточно, чтобы выполнялись условия:

- 1) процесс сходится, когда f — произвольный многочлен;
- 2) существует число $M(x)$ такое, что имеют место неравенства

$$\left| \sum_{k=1}^j \alpha_k^{(n)}(x) (x - x_k^{(n)}) \right| \leq M(x) \quad (j = 1, 2, \dots, n; n = 1, 2, \dots).$$

Укажем некоторые конкретные квадратурные формулы (1) при различных весовых функциях $\rho(t)$.

1°. Постоянная весовая функция. В этом случае одна из возможных квадратурных формул имеет вид

$$\int_{-1}^{+1} \frac{f(t)}{t-x} dt \approx \sum_{k=1}^n \frac{(-1)^{n-k} \sqrt{1-x_k^{(n)2}} \left[P_n(x) + T_n(x) \ln \frac{1-x}{1+x} \right] - A_k^{(n)}}{x - x_k^{(n)}} f(x_k^{(n)}), \quad (2)$$

$$T_n(x) = \cos(n \arccos x), \quad P_n(x) = \sum_{k=1}^n A_k^{(n)} \frac{T_n(x)}{x - x_k^{(n)}},$$

$$x_k^{(n)} = \cos \frac{2n - 2k + 1}{2n} \pi,$$

$$A_k^{(n)} = \frac{2}{n} \left[1 - 2 \sum_{r=1}^{m/2} \frac{1}{4r^2 - 1} \cos \frac{r(2n - 2k + 1)}{n} \pi \right]$$

$$\left(m = \begin{cases} n-1, & \text{когда } n \text{ нечетное,} \\ n-2, & \text{когда } n \text{ четное.} \end{cases} \right)$$

2°. Чебышевский вес $\rho(t) = \frac{1}{\sqrt{1-t^2}}$. В этом случае принимаем

$$\frac{1}{\pi} \int_{-1}^{+1} \frac{f(t)}{(t-x)\sqrt{1-t^2}} dt \approx \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{(-1)^{n-k} \sqrt{1-x_k^{(n)2}} U_{n-1}(x) - 1}{x - x_k^{(n)}} f(x_k^{(n)}), \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{\pi} \int_{-1}^{+1} \frac{f(t)}{(t-x)\sqrt{1-t^2}} dt &\approx \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{T_{n-1}(x) U_{n-1}(x) - 1}{x - x_k^{(n)}} f(x_k^{(n)}) - \\ &- \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^{n-1} \frac{T_{n-1} U_{n-1}(x)}{x - x_k^{(n-1)}} f(x_k^{(n-1)}), \end{aligned} \quad (4)$$

$$U_{n-1}(x) = \frac{\sin(n \arccos x)}{\sqrt{1-x^2}},$$

$$T_m(x_k^{(n)}) = 0 \quad (k = 1, 2, \dots, m; m = 1, 2, \dots).$$

Формулы (2) и (3) точны, когда f —многочлен степени $\leq n-1$, а (4) точна, когда f —многочлен степени $\leq 2n-2$. Поэтому для этих формул условие 1) теоремы 3 выполнено. Можно проверить, что для них выпол-

нены и условия 2) указанной теоремы. Следовательно, квадратурные процессы, определяемые по формулам (2), (3), (4), сходятся в классах L_x^r при любом $x \in (-1, +1)$.

Можно указать несколько другую форму представления остатка формул (1), позволяющую изучить условия сходимости на множестве $E(\rho; C_r) \subset [-1, +1]$ в классах C_r ($r \geq 1$) дифференцируемых функций.

Академия наук Грузинской ССР
 Вычислительный центр

(Поступило 19.6.1968)

მათემატიკა

ჯ. სანიკიძე

ზოგიერთი კვადრატული პროცესის კრებადობის
 შესახებ

რ ე ზ ი ე ე

შესწავლილია კვადრატული პროცესის

$$\int_{-1}^{+1} \rho(t) \frac{f(t)}{t-x} dt \approx \sum_{k=1}^n \alpha_k^{(n)}(x) f(x_k^{(n)}) \quad (1)$$

კრებადობის აუცილებელი და საკმარისი პირობები f ფუნქციათა ზოგიერთი კლასისათვის. (1)-ში შემავალი სინგულარული ინტეგრალი განიხილება კოშის მთავარი მნიშვნელობის აზრით. $\rho(t)$ წარმოადგენს რაიმე კონკრეტულ ჯამებად ფუნქციას. $\alpha_k^{(n)}(x)$ ($k = 1, 2, \dots, n$) არაა დამოკიდებული f ფუნქციის სახეზე. განხილულია (1) სახის ზოგიერთი კონკრეტული ფორმულა.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Крылов. ДАН СССР, 101, № 5, 1955.

Д. П. ЗЕРАГИЯ

О ТОЧКАХ БИФУРКАЦИИ ОДНОГО КЛАССА НЕЛИНЕЙНЫХ
 УРАВНЕНИЙ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 20.6.1968)

В работе исследуется вопрос существования точек бифуркации уравнения

$$u - \lambda F(u) - \lambda^2 Au = \theta, \quad (1)$$

где A и F — соответственно линейный и нелинейный операторы, отображающие полное, вещественное гильбертово пространство H в себя, а λ вещественный параметр.

При некоторых предположениях относительно операторов A и F будет установлено, что собственные числа линейного уравнения

$$u - \lambda F'(\theta) u - \lambda^2 Au = \theta, \quad (2)$$

где $F'(\theta)$ — производная Фреше оператора F в точке θ , являются точками бифуркации уравнения (1).

Аналогично работе [1] рассмотрим следующую систему:

$$\left. \begin{aligned} u - \lambda F(u) - \lambda Av &= \theta \\ v - \lambda u &= \theta \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

эквивалентную уравнению (1) в том смысле, что если u_0 — решение уравнения (1) при $\lambda = \lambda_0$, то u_0 и $v_0 = \lambda_0 u_0$ — решение системы (2), и, наоборот, если u_0 и v_0 — решение системы (2) при $\lambda = \lambda_0$, то u_0 — решение уравнения (1), а $v_0 = \lambda_0 u_0$.

Относительно данных мы сделаем следующие допущения:

1°. A — вполне непрерывный, самосопряженный, положительный оператор:

$$(Au, v) = (u, Av), \quad u, v \in H; \quad (Au, u) > 0, \quad u \neq \theta.$$

2°. F — потенциальный, вполне непрерывный, обращающийся в нуль в нуле оператор:

$$F(u) = \text{grad } f(u), \quad u \in H; \quad F(\theta) = \theta,$$

где $f(u)$ — некоторый функционал, заданный в H .

3°. Существует производная Фреше оператора F в точке θ , которая является самосопряженным оператором в H .



Существенным для дальнейшего является введение вещественных гильбертовых пространств \mathfrak{M} и H_A .

\mathfrak{M} — это гильбертово пространство пар $\alpha = \{x, y\}$, $x, y \in H$, в котором сложение элементов и умножение на вещественное число λ определяются равенствами

$$\alpha_1 + \alpha_2 = \{x_1 + x_2, y_1 + y_2\}, \quad \alpha_1 = \{x_1, y_1\}, \quad \alpha_2 = \{x_2, y_2\}, \\ \lambda \alpha = \{\lambda x, \lambda y\}.$$

Скалярное произведение и норма в этом пространстве задаются формулами

$$\langle \alpha_1, \alpha_2 \rangle = (x_1, x_2) + (Ay_1, y_2), \quad (4)$$

$$\|\alpha\|_{\mathfrak{M}}^2 = (x, x) + (Ay, y). \quad (5)$$

Пространство H_A получается, если на элементах пространства H ввести скалярное произведение и норму

$$(x, y)_A = (Ax, y); \quad \|x\|_A = (Ax, x)^{1/2}, \quad (6) \\ x, y \in H.$$

Если эти пространства не полны, то пополним их обычным методом и вновь обозначим соответственно через \mathfrak{M} и H_A . Идеальными элементами пространства \mathfrak{M} будут элементы вида $\{x, y\}$, где x — элемент пространства H , а y — идеальный элемент пространства H_A .

Из результата М. Г. Крейна [2] (см. также [3]) следует, что оператор A можно расширить на все H_A и расширение будет самосопряженным, вполне непрерывным оператором.

Зададим на пространстве \mathfrak{M} элементов вида $\alpha = \{x, y\}$ оператор

$$\Phi(\alpha) = \{F(x) + Ay, x\}.$$

Заметим, что $\Phi(\Theta) = \Theta$, где $\Theta = \{\theta, \theta\}$.

Лемма 1. Оператор Φ является потенциальным и имеет производную Фреше $\Phi'(\Theta)$ в точке Θ .

Доказательство потенциальности см. в работе [1].

По условию

$$\lim_{\|h_1\| \rightarrow 0} \frac{\|\omega(\theta, h_1)\|}{\|h_1\|} = 0,$$

где

$$\omega(\theta, h_1) = F(h_1) - F'(\theta)h_1, \quad h_1 \in H.$$

Пусть $h = \{h_1, h_2\}$ и рассмотрим

$$\Omega(\Theta, h) = \Phi(h) - \Phi'(\Theta)h = \{F(h_1) + Ah_2, h_1\} - \{F'(\theta)h_1 + Ah_2, h_1\} = \\ = \{F(h_1) - F'(\theta)h_1, \theta\}.$$

Отсюда имеем

$$\frac{\|\Omega(\Theta, h)\|_{\mathfrak{M}}^2}{\|h\|_{\mathfrak{M}}^2} = \frac{\|F(h_1) - F'(\theta)h_1\|^2}{\|h_1\|_{H_A}^2} < \frac{\|\omega(\theta, h_1)\|^2}{\|h_1\|^2}.$$

Следовательно,

$$\lim_{\|h\|_{\mathfrak{M}} \rightarrow 0} \frac{\|\Omega(\Theta, h)\|_{\mathfrak{M}}}{\|h\|_{\mathfrak{M}}} = 0,$$

т. е. оператор Φ имеет производную Фреше в точке Θ .

Лемма 2. Производная $\Phi'(\Theta)$ представляет собой самосопряженный оператор в \mathfrak{M} .

Доказательство легко следует из самосопряженности операторов $F'(\Theta)$ и A .

Лемма 3. Оператор Φ вполне непрерывен в \mathfrak{M} . В доказательстве нуждается лишь компактность оператора Φ , ибо непрерывность Φ легко получается из непрерывности F и A .

Пусть $\alpha_n = \{x_n, y_n\}$ есть последовательность, принадлежащая ограниченному множеству $M \subset \mathfrak{M}$.

Пусть $\|\alpha_n\|^2 < K^2$, $0 < k = \text{const}$. Тогда

$$\|x_n\| < K, \|y_n\| < K.$$

Таким образом, последовательности $\{x_n\}$ и $\{y_n\}$ принадлежат соответственно ограниченным множествам $M_1 \subset H$ и $M_2 \subset H_A$. Так как M_1 и M_2 ограничены, то они слабо компактны, а следовательно, найдутся подпоследовательности $\{x_{n_k}\}$, слабо сходящаяся к \bar{x} , и $\{y_{n_k}\}$, слабо сходящаяся к \bar{y} .

В силу полной непрерывности оператора F можно из последовательности $\{x_{n_k}\}$ выбрать такую подпоследовательность $\{x_{n_{kj}}\}$, что

$$\lim_{j \rightarrow \infty} F(x_{n_{kj}}) = x^* \in H. \quad (7)$$

Очевидно, $\{x_{n_{kj}}\}$ слабо сходится к \bar{x} , и $\{y_{n_{kj}}\}$ слабо сходится к \bar{y} .

Рассмотрим $\alpha^* = \{x^* + A\bar{y}, \bar{x}\} \in \mathfrak{M}$. Тогда из равенства (7), усиленной непрерывности оператора A в H и H_A ([4], стр. 214, теорема 1) и ограниченности $\|x_{n_{kj}} - \bar{x}\|$ и $\|y_{n_{kj}} - \bar{y}\|_A$, следует

$$\begin{aligned} \|\Phi(\alpha_{n_{kj}}) - \alpha^*\| &= \|F(x_{n_{kj}}) - Ay_{n_{kj}} - x^* - A\bar{y}\|^2 + \|Ax_{n_{kj}} - A\bar{x}, x_{n_{kj}} - \bar{x}\| \leq \\ &\leq \|F(x_{n_{kj}}) - x^*\|^2 + \|Ay_{n_{kj}} - A\bar{y}\|^2 + \|Ax_{n_{kj}} - A\bar{x}\| \|x_{n_{kj}} - \bar{x}\| \leq \\ &\leq \|F(x_{n_{kj}}) - x^*\| + \|Ay_{n_{kj}} - A\bar{y}\|_A^2 \|y_{n_{kj}} - \bar{y}\|_A^2 + \\ &\quad + \|Ax_{n_{kj}} - A\bar{x}\| \|x_{n_{kj}} - \bar{x}\| \rightarrow 0, \end{aligned}$$

при $n \rightarrow \infty$, где $\alpha_{n_{kj}} = \{x_{n_{kj}}, y_{n_{kj}}\}$.

Лемма доказана.

Заметим, что $\Phi(\Theta) = \Theta$.



Теперь вернемся к уравнению (1) и системе (2). При помощи введенного нами оператора Φ систему (2) можно записать в виде одного уравнения

$$\alpha - \lambda\Phi(\alpha) = \Theta, \quad (8)$$

рассматриваемого в пространстве \mathfrak{M} , где $\alpha = \{x, y\}$, $\Theta = \{\theta, \theta\}$. В силу вышесказанного каждому решению $\alpha = \{x, y\} \in \mathfrak{M}$ уравнения (8) соответствует решение $u = x \in H$ уравнения (1), причем $y = \lambda x$, и наоборот, если некоторое $u = x \in H$ есть решение уравнения (1), рассматриваемого в H , то $\alpha = \{x, \lambda x\}$ будет решением уравнения (7) в \mathfrak{M} .

Таким образом, оператор Φ в пространстве \mathfrak{M} удовлетворяет всем условиям одной теоремы М. А. Красносельского ([5], теорема 1), откуда следует, что наибольшее положительное и наименьшее отрицательное собственные числа оператора $\Phi'(\Theta)$ являются точками бифуркации оператора Φ .

Из вышеупомянутой эквивалентности следует:

а) наибольшее положительное и наименьшее отрицательное собственные числа оператора $\Phi'(\Theta)$ являются соответственно наибольшим положительным и наименьшим отрицательным собственными числами уравнения (2);

б) точки бифуркации оператора Φ являются точками бифуркации уравнения (1). Действительно, если $\alpha = \{x, \lambda x\}$ — решение уравнения (8), норма которого меньше любого положительного числа $\varepsilon - \|\alpha\|_{\mathfrak{M}} < \varepsilon$, то из формулы (5) имеем

$$\|x\| < \varepsilon,$$

где $u = x \in H$ есть решение уравнения (1).

Таким образом, доказана следующая

Теорема 1. Если H — некоторое полное, вещественное гильбертово пространство, A и F — соответственно линейный и нелинейный операторы, отображающие H в себя и удовлетворяющие условиям 1°, 2°, 3°, то наибольшее положительное и наименьшее отрицательное собственные числа уравнения (2) являются точками бифуркации уравнения (1).

Если на оператор F , о котором шла речь выше, наложить дополнительное ограничение, а именно предположить, что оператор усиленно непрерывен в некоторой окрестности Θ , то в силу леммы 1 из [1] (в которой содержится это доказательство) оператор Φ будет усиленно непрерывным в некоторой окрестности $\Theta = \{\theta, \theta\}$, а следовательно, для него будут выполняться все условия теоремы 2 из [5]; поэтому имеет место следующее более общее предложение:

Теорема 2. Если производная Фреше $F'(\theta)$ усиленно непрерывно (в некоторой окрестности нуля θ вещественного гильбертова пространства H) потенциального оператора F ($F(\theta) = \theta$) является самосопряженным оператором, а A — линейный вполне непрерывный, самосопряженный положительный оператор в H , то каждое собственное число уравнения (2) является точкой бифуркации уравнения (1).

В качестве примера рассмотрим уравнение

$$u(x) - \lambda B^{1/2} h B^{1/2} u(x) - \lambda^2 \int_C G(x, y) u(y) dy = 0, \quad (9)$$

где $B^{1/2}$ — положительный квадратный корень из оператора B :

$$Bu = \int_C Q(x, y) u(y) dy; \quad (10)$$

$G(x, y)$ и $Q(x, y)$ — вещественные симметрические ядра, определенные на топологическом произведении $C \times C$, а C — измеримое множество конечной меры m -мерного евклидова пространства, $hu = g(u, x)$ — оператор В. В. Немыцкого [6, 7].

При ограничениях 1°, 2°, 3° [8] относительно данных операторы рассматриваемой задачи, определяемые левой частью интегрального уравнения (9), удовлетворяют всем условиям теоремы 2, откуда следует, что каждое собственное число уравнения

$$v'(x) - \lambda B^{1/2} [g'_u(0, x) \cdot B^{1/2} v] - \lambda^2 \int_C G(x, y) v(y) dy = 0$$

является точкой бифуркации уравнения (9).

Академия наук Грузинской ССР

Вычислительный центр

(Поступило 26.6.1968)

ამთავრობა

ჯ. ზარაბია

ერთი კლასის არაწრფივ განტოლებათა ბიფურკაციის წერტილების შესახებ

რეზიუმე

შრომში განიხილება განტოლება

$$u - \lambda F(u) - \lambda^2 Au = \theta, \quad (1)$$

სადაც A და F სათანადოდ წრფივი და არაწრფივი ოპერატორებია, რომლებიც მოქმედებენ ჰილბერტის H სივრცეში, ხოლო λ რიცხვითი პარამეტრია. მტკიცდება შემდეგი

თეორემა: თუ 1°. A სავსებით უწყვეტი, თვითშეუღლებული და დადებითი ოპერატორია, 2°. F პოტენციალური და სავსებით უწყვეტი ოპერატორია, ამასთან $F(\Theta) = \Theta$, 3°. არსებობს F ოპერატორის წარმოებული ფრეშეს აზრით — $F'(\Theta)$, რომელიც თვითშეუღლებული ოპერატორია H -ში, მაშინ უდიდესი დადებითი და უმცირესი უარყოფითი საკუთრივი რიცხვი

$$u - \lambda F'(\Theta)u - \lambda^2 Au = \Theta \quad (2)$$

განტოლებისა არის (1) განტოლების ზიფურკაციის წერტილები.

ნაჩვენებია აგრეთვე ამ თეორემის გამოყენება ერთი კლასის არაწრფევი ინტეგრალურ განტოლებებში.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Д. П. Зераия. Сообщения АН ГССР, т. XLI, № 1, 1966.
2. М. Г. Крейн. Сборник трудов Ин-та мат. АН УССР, № 9, 1948.
3. Д. Ф. Харазов. Труды Тбилисского мат. ин-та, т. XXIV, 1957.
4. Л. А. Люстерник и В. И. Соболев. Элементы функционального анализа: М.—Л., 1951.
5. М. А. Красносельский. Матем. сб., 33, № 1, 1953.
6. В. В. Немыцкий. Матем. сб., 41, 1934.
7. М. М. Вайнберг. Вариационные методы исследования нелинейных операторов, М., 1959.
8. Д. П. Зераия. Труды Грузинского политехн. ин-та, т. 5, 1966.

О. А. ГЛОНТИ

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ КОМПОНЕНТ МАРКОВСКОЙ ЦЕПИ

(Представлено академиком И. Н. Векуа 17.9.1968)

1. На вероятностном пространстве (Ω, F, P) задана двумерная марковская цепь (θ_n, ξ_n) , $n = 0, 1, 2, \dots$ ($\Delta > 0$), где $\theta_n = \theta_n(\omega) \in R^1$ — ненаблюдаемая, а $\xi_n = \xi_n(\omega) \in R^1$ — наблюдаемая компоненты. Обозначим $\tilde{\theta}_{n, N}(\omega) = \tilde{\theta}_n(\xi_0(\omega), \dots, \xi_N(\omega))$, $N \geq n$ оптимальную (в среднеквадратическом смысле) оценку (интерполяции) ненаблюдаемой компоненты θ_n по $\xi^N = (\xi_0, \dots, \xi_N)$. Хорошо известно, что эта оценка совпадает с условным математическим ожиданием $\tilde{\theta}_{n, N} = M(\theta_n / F_{\xi^N})$, ($N \geq n$), где F_{ξ^N} — σ -алгебра ω -множеств, порожденная случайной величиной $\xi^N = (\xi_0, \dots, \xi_N)$.

В настоящей работе приводятся разностные уравнения по N и по n для $\tilde{\theta}_{n, N} = M(\theta_n / F_{\xi^N}) = m(n, N)$, а также разностное уравнение по n для $\tilde{\theta}_{n, n+h}$ ($N = n + h$, h фиксировано — так называемая „интерполяция с фиксированным запаздыванием“ [1]) в предположении, что марковская последовательность (θ_n, ξ_n) управляется системой $(\Delta x_n = x_{n+\Delta} - x_n)$:

$$\Delta \theta_n = [a_0(\xi_n, n) + a_1(\xi_n, n)\theta_n] \Delta + b_1(\xi_n, n)\Delta \omega_1(n) + b_2(\xi_n, n)\Delta \omega_2(n),$$

$$\Delta \xi_n = [A_0(\xi_n, n) + A_1(\xi_n, n)\theta_n] \Delta + B_1(\xi_n, n)\Delta \omega_1(n) + B_2(\xi_n, n)\Delta \omega_2(n), \quad (1)$$

где $\omega_1(n)$ и $\omega_2(n)$ — последовательность нормальных $N(0, n)$ случайных величин с независимыми между собой приращениями $\Delta \omega_i(n) = \omega_i(n+\Delta) - \omega_i(n)$, $i = 1, 2$. Случайные величины (θ_0, ξ_0) , независимые от $\omega_1(n)$ и $\omega_2(n)$, таковы, что условное распределение $P(\theta_0 \leq \theta / \xi_0)$ нормально с параметрами (m, γ) .

2. Обозначим $\pi_0(n, N) = \frac{\partial P(\theta_n \leq \theta / F_{\xi^N})}{\partial \theta}$, $\pi_0(n) = \pi_0(n, n)$.

Теорема 1. Пусть марковская цепь (θ_n, ξ_n) управляется системой уравнений (1). В $B = B_1^2 + B_2^2 \geq C > 0$, априорная плотность $\pi_0(0)$ нормальна с параметрами (m, γ) . Тогда апостериорная плотность $\pi_0(n, N)$, $n \leq N$, также нормальна,

$$\pi_0(n, N) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\gamma(n, N)}} \exp \left\{ -\frac{(\theta - m(n, N))^2}{2\gamma(n, N)} \right\}$$

с параметрами $m(n, N) = M(\theta_n / F_{\xi^N})$, $\gamma(n, N) = M(\theta_n - m(n, N))^2 / F_{\xi^N}$, определяемыми из соотношений

$$\begin{aligned}
 m(n, N) &= \gamma(n, N) \left\{ \frac{m(n)}{\gamma(n)} + \right. \\
 &+ \left. \sum_{i=n+\Delta}^N \frac{A_1 \varphi_n(i-\Delta) (\Delta \xi_{i-\Delta} - (A_0 + A_1 \phi_n(i-\Delta)) \Delta)}{B \circ B + A_1^2 \widehat{\gamma}_n(i-\Delta) \Delta} \right\}, \\
 \gamma(n, N) &= \frac{\gamma(n)}{1 + \gamma(n) \sum_{i=n+\Delta}^N \frac{A_1^2 \varphi_n^2(i-\Delta) \Delta}{B \circ B + A_1^2 \widehat{\gamma}_n(i-\Delta) \Delta}}, \quad (2)
 \end{aligned}$$

где $m(n) = M(\theta_n / F_{\xi^n})$, $\gamma(n) = M((\theta_n - m(n))^2 / F_{\xi^n})$ находятся из системы

$$\begin{aligned}
 \Delta m(n) &= [a_0 + a_1 m(n)] \Delta + \frac{b \circ B + A_1 \gamma(n) (1 + a_1 \Delta)}{B \circ B + A_1^2 \gamma(n) \Delta} [\Delta \xi_n - (A_0 + A_1 m(n)) \Delta], \\
 \Delta \gamma(n) &= [2 a_1 + a_1^2 \Delta] \gamma(n) \Delta + (b \circ b) \Delta - \\
 &- \frac{[b \circ B + A_1 \gamma(n) (1 + a_1 \Delta)]^2 \Delta}{B \circ B + A_1^2 \gamma(n) \Delta}, \quad m(0) = m, \quad \gamma(0) = \gamma, \quad (3)
 \end{aligned}$$

$$b \circ b = b_1^2 + b_2^2, \quad b \circ B = b_1 B_1 + b_2 B_2, \quad B \circ B = B_1^2 + B_2^2; \quad \varphi_n(l) \text{ и } \phi_n(l)$$

из рекуррентных соотношений

$$\begin{aligned}
 \varphi_n(l) &= 1 + \sum_{i=n+\Delta}^l \varphi_n(i-\Delta) \left[a_1 \Delta - A_1 \Delta \frac{b \circ B + A_1 (1 + a_1 \Delta) \widehat{\gamma}_n(i-\Delta)}{B \circ B + A_1^2 \widehat{\gamma}_n(i-\Delta) \Delta} \right]; \\
 \phi_n(l) &= \varphi_n(l) \sum_{i=n+\Delta}^l \frac{1}{\varphi_n(i)} \left[a_0 \Delta + \frac{b \circ B + A_1 (1 + a_1 \Delta) \widehat{\gamma}_n(i-\Delta)}{B \circ B + A_1^2 \widehat{\gamma}_n(i-\Delta) \Delta} \times \right. \\
 &\quad \left. \times (\Delta \xi_{i-\Delta} - A_0 \Delta) \right]; \quad (4)
 \end{aligned}$$

$\varphi_n(n) = 1$, $\phi_n(n) = 0$, а $\widehat{\gamma}_n(l)$ — из разностного уравнения

$$\begin{aligned}
 \Delta \widehat{\gamma}_n(l) &= \widehat{\gamma}_n(l) (2 a_1 \Delta + a_1^2 \Delta^2) + (b \circ b) \Delta - \frac{[b \circ B + A_1 (1 + a_1 \Delta) \widehat{\gamma}_n(l)]^2 \Delta}{B \circ B + A_1^2 \widehat{\gamma}_n(l) \Delta}, \quad (5) \\
 \widehat{\gamma}_n(n) &= 0.
 \end{aligned}$$

Теорема 2. При фиксированном n $m(n, N) = M(\theta_n / F_{\xi^N})$ и $\gamma(n, N) = M((\theta_n - m(n, N))^2 / F_{\xi^N})$ удовлетворяют следующим разностным уравнениям по N ($N \geq n$), $(\Delta_N y(n, N) = y(n, N + \Delta) - y(n, N))$:

$$\begin{aligned}
 \Delta_N m(n, N) &= \frac{\gamma(n, N) \varphi_n(N) (\Delta \xi_N - (A_0 + A_1 m(N)) \Delta)}{B \circ B + A_1^2 \gamma(N) \Delta}, \\
 m(n, n) &= m(n), \\
 \Delta_N \gamma(n, N) &= - \frac{(A_1 \gamma(n, N) \varphi_n(N))^2 \Delta}{B \circ B + A_1^2 \gamma(N) \Delta}, \quad (6) \\
 \gamma(n, n) &= \gamma(n).
 \end{aligned}$$

Теорема 3. При фиксированном N $m(n, N) = M(\theta_n/F_{\xi}^N)$ и $\gamma(n, N) = M((\theta_n - m(n, N))^2/F_{\xi}^N)$ удовлетворяют следующим разностным уравнениям по n ($n \leq N$) ($\Delta_n y(n, N) = y(n + \Delta, N) - y(n, N)$):

$$\begin{aligned} \Delta_n m(n, N) &= \frac{1}{\gamma(n + \Delta) - g(n)\Delta} \left\{ \gamma(n + \Delta) a_0 \Delta - m(n + \Delta) g(n)\Delta + \right. \\ &\quad \left. + m(n, N) \left[\gamma(n + \Delta) \left(f(n) - \frac{g(n)}{\gamma(n)} \right) \Delta + g(n)\Delta \right] + \right. \\ &\quad \left. + \gamma(n + \Delta) \frac{b \circ B}{B \circ B} (\Delta \xi_n - A_0 \Delta) \right\}, \\ \Delta_n \gamma(n, N) &= \frac{1}{(g(n)\Delta - \gamma(n + \Delta))^2} \left\{ \gamma(n + \Delta) g(n) (g(n)\Delta - \gamma(n + \Delta)) \Delta + \right. \\ &\quad \left. + \gamma(n, N) \left[2\gamma(n + \Delta) \left(\gamma(n + \Delta) \left(f(n) - \frac{g(n)}{\gamma(n)} \right) \Delta - g(n)\Delta \right) + \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + \gamma^2(n + \Delta) \left(f(n) - \frac{g(n)}{\gamma(n)} \right)^2 \Delta^2 - g^2(n)\Delta^2 \right] \right\} \quad (7) \end{aligned}$$

с начальными условиями, определяемыми из (2).

$$\text{Здесь } g(n) = b \circ b - \frac{(b \circ B)^2}{B \circ B},$$

$$f(n) = a_1 - \frac{b \circ B}{B \circ B} A_1 + \frac{g(n)}{\gamma(n)}.$$

Замечание 1. Формальным предельным переходом при $\Delta \rightarrow 0$ из (6) и (7) можно получить соотношения, в точности совпадающие с результатами А. Н. Ширяева и Р. Ш. Липцера [2] по интерполяции компонент диффузионных марковских процессов.

Теорема 4. При фиксированном h ($h > 0$) $m(n, n + h) = M(\theta_n/F_{\xi}^{n+h})$ и $\gamma(n, n + h) = M((\theta_n - m(n, n + h))^2/F_{\xi}^{n+h})$ удовлетворяют следующим разностным уравнениям по n :

$$\begin{aligned} \Delta_n m(n, n + h) &= \frac{\gamma(n + \Delta)}{\gamma(n + \Delta) - g(n)\Delta} \left\{ a_0(\xi_n, n) \Delta + \frac{b \circ B}{B \circ B} (\Delta \xi_n - A_0 \Delta) - \right. \\ &\quad \left. - \frac{g(n)\Delta}{\gamma(n + \Delta)} m(n + \Delta) + m(n, n + h) \left[\left(f(n) - \frac{g(n)}{\gamma(n)} \right) \Delta + \frac{g(n)}{\gamma(n + \Delta)} \Delta \right] + \right. \\ &\quad \left. + \frac{\gamma(n, n + h) \left[1 + \left(f(n) - \frac{g(n)}{\gamma(n)} \right) \Delta \right] A_1(\xi_{n+h}, n + h) \varphi_n(n + h)}{B \circ B + A_1^2 \gamma(n + h) \Delta} [\Delta \xi_{n+h} - \right. \\ &\quad \left. - (A_0 + A_1 m(n + h)) \Delta] \right\}, \\ \Delta_n \gamma(n, n + h) &= - \frac{\gamma(n + \Delta) g(n) \Delta}{g(n)\Delta - \gamma(n + \Delta)} + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{\gamma(n, n+h) \left\{ (B \circ B + A_1^2 \widehat{\gamma}_n(n+h) \Delta) \gamma^2(n+\Delta) \left[1 + \left(f(n) - \frac{g(n)}{\gamma(n)} \right) \Delta \right]^2 - \right.}{(g(n) \Delta - \gamma(n+\Delta))^2 (B \circ B + A_1^2 \gamma(n+h) \Delta)} \\
 & \quad \left. - (B \circ B + A_1^2 \gamma(n+h) \Delta) (g(n) \Delta - \gamma(n+\Delta))^2 \right\}}{(g(n) \Delta - \gamma(n+\Delta))^2 (B \circ B + A_1^2 \gamma(n+h) \Delta)} \quad (8)
 \end{aligned}$$

с начальными условиями $m(0, h)$, $\gamma(0, h)$, определяемыми из (2).

Замечание 2. Формальный предельный переход при $\Delta \rightarrow 0$ дает в этом случае

$$\begin{aligned}
 dm(t, t+h) &= a_0(\xi_t, t) dt + \frac{b \circ B}{B \circ B} (d\xi_t - A_0 dt) - \\
 & \quad - \frac{g(t)}{\gamma(t)} m(t, t+h) f(t) dt + \\
 & + \frac{\gamma(t, t+h) A_1(\xi_{t+h}, t+h) \varphi(t+h, t)}{B \circ B} (d\xi_{t+h} - (A_0 + A_1 m(t+h)) dt), \\
 d\gamma(t, t+h) &= \gamma(t, t+h) \left\{ 2f(t) + \frac{A_1^2}{B \circ B} (\widehat{\gamma}_t(t+h) - \gamma(t+h)) \right\} dt - g(t) dt.
 \end{aligned}$$

Естественно ожидать, что при рассмотрении интерполяции (с фиксированным запаздыванием) компонент диффузионных марковских процессов получится именно такой результат, однако этот вопрос требует дополнительного исследования.

В заключение выражаю благодарность А. Н. Ширяеву за постановку задачи и руководство.

Институт прикладной математики
 Тбилисского государственного университета

(Поступило 17.9.1968)

მათემატიკა

ო. ლლონტი

მარკოვის ჯაშვის კომპონენტთა ინტერპოლაცია

რეზიუმე

ვთქვათ, $(\theta_n, \xi_n, n = 0, \Delta, 2\Delta, \dots, (\Delta > 0))$ მარკოვის ჯაშვია, რომლის ξ_n -კომპონენტზე დაკვირვება შესაძლებელია, ხოლო θ_n -კომპონენტზე დაკვირვების საშუალება არ არის.

შრომში განხილულია θ_n -კომპონენტისათვის საშუალო კვადრატული ახრით ოპტიმალური ინტერპოლაციის შეფასების აგების საკითხი. მიღებულია ამ შეფასებისათვის სხვაობიანი განტოლებები (6), (7), (8) იმ შემთხვევისათვის, როცა (θ_n, ξ_n) აკმაყოფილებს (1)-ს.

დასრულებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. T. Kailath. Technical Report, No. 7050-13, January, 1968.
3. А. Н. Ширяев. Математические заметки, III, 6, М., 1968.

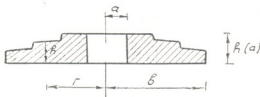


რ. ცხეველიძე

ღამრეცი ბრუნვითი ზარსები სისქის ნახტომისებური ცვლილებით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. მიქელაძემ 6.7.1968)

განვიხილოთ ცვლადი სისქის ანიზოტროპული ბრუნვითი რგოლური გარსი (ნახ. 1), რომელიც ზემოდან შემოსაზღვრულია ზედაპირით $h = h(r)$, ქვემოდან სიბრტყით $h = 0$, ხოლო გვერდებიდან ცილინდრული ზედაპირებით $r = a$ და $r = b$ ($a < b$).



ნახ. 1

ამგვარი გარსის დრეკადი წონასწორობის შესწავლა მოითხოვს განტოლებათა შემდეგი სისტემის ინტეგრებას [1]:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 \varphi}{dr^2} + \left(\frac{1}{r} + \frac{d \ln h^3}{dr} \right) \frac{d\varphi}{dr} - \left(\frac{E_0/E_r}{r^2} - \frac{\nu_0}{r} \frac{d \ln h^3}{dr} \right) \varphi = \\ = - \frac{Q_r}{D_r} + \frac{1}{r D_r} \cdot \frac{d\xi}{dr} (r T_r), \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{d^2 (r T_r)}{dr^2} + \left(\frac{1}{r} - \frac{d \ln h}{dr} \right) \frac{d(r T_r)}{dr} - \left(\frac{E_0/E_r}{r^2} - \frac{\nu_0}{r} \frac{d \ln h}{dr} \right) (r T_r) = \\ = - \frac{E_0 h}{r} \cdot \frac{d\xi}{dr} \varphi, \end{aligned}$$

სადაც

$$Q_r = \frac{a}{r} Q_a + \frac{\lambda}{r} \int_a^r q(r) r dr, \quad D_r = \frac{E_r h^3}{12(1 - \nu_r \nu_0)},$$

φ აღნიშნავს გარსის ცილინდრული კვეთის მობრუნების კუთხეს, E_r , E_0 , ν_r და ν_0 —იუნგის მოდულებისა და პუასონის კოეფიციენტების მნიშვნელობებს, შესაბამისად, რადიალური და რგოლური მიმართულებით, T_r —რადიალურ ძალებს, Q_r —განივ ძალას, h —ცვლად სისქეს, რომელიც განიცდის პირველი ვეარის წყვე-
 38. „მოამბე“, ტ. 52, № 3, 1968

ტას $a < r < b$ შუალედის ერთ ან რამდენიმე წერტილში; ხოლო $\xi = 0,5 h$ — გარისს შუა ზედაპირის აბლიკატს. რაც შეეხება $q(r)$ -ს, იგი წარმოადგენს ლერძისმეტრიულად განაწილებულ „ერთეულოვან“ დატვირთვის, რომლის გაზრდაც λ -ჯერ პლასტიკური დეფორმაციის წარმოქმნას იწვევს.

ამოცანის ამოხსნის გამარტივების მიზნით შემოვიღოთ ახალი ცვლადები V და U .

$$\varphi = \frac{1}{x \sqrt{xy}} V, \quad \psi = \frac{y}{\sqrt{xy}} U,$$

სადაც $x = \frac{r}{a}$, $y = \frac{h}{h_0}$, $\psi = \frac{rTr}{ah_0E_0}$, ხოლო $h_0 = h(a)$. გარდაქმნის შედეგად განტოლებათა სისტემა (1) ლებულობს სახეს

$$\frac{d^2V}{dx^2} - F_1(x) V = AF_2(x) + pF_3(x) + F_4(x) U,$$

$$\frac{d^2U}{dx^2} - F_5(x) U = F_6(x) V, \quad (2)$$

სადაც

$$F_1(x) = \frac{E_0/E_r - 0,25}{x^2} + \frac{1,5 - 3\nu_0}{xy} \frac{dy}{dx} + \frac{1,5}{y} \frac{d^2y}{dx^2} + \frac{0,75}{y^2} \left(\frac{dy}{dx} \right)^2,$$

$$F_2(x) = \frac{1}{y \sqrt{xy}}, \quad F_3(x) = - \frac{2}{y \sqrt{xy}} \int_1^x q(ax) x dx,$$

$$F_4(x) = \frac{6(1 - \nu_r \nu_0)}{h_0} E_0/E_r \frac{1}{xy} \frac{dy}{dx},$$

$$F_5(x) = \frac{E_0/E_r - 0,25}{x^2} - \frac{0,5 - \nu_0}{xy} \frac{dy}{dx} + \frac{0,5}{y} \frac{d^2y}{dx^2} - \frac{0,75}{y^2} \left(\frac{dy}{dx} \right)^2,$$

$$F_6(x) = - \frac{h_0}{2a} \frac{1}{xy} \frac{dy}{dx}, \quad A = - \frac{12(1 - \nu_r \nu_0) a^2 Q_a}{E_r h_0^3},$$

$$p = \frac{6(1 - \nu_r \nu_0) a^3 \lambda}{E_r h_0^3}.$$

დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემა (2) შეეცვალოთ ვოლტერას ტიპის ინტეგრალურ განტოლებების ექვივალენტური სისტემით. ამისათვის ვისარგებლოთ შ. მიქელაძის მიერ განზოგადებული ტელორის ფორმულით [2, 3].

შესაბამისად გვექნება

$$V(x) = V(1) + (x-1)V'(1) + \sum_m \eta_m^{(s)} + \sum_n (x - \zeta_n) R_n^{(c)} + \int_1^x (x-t) V''(t) dt,$$

$$\begin{aligned}
 U(x) &= U(1) + (x-1)U'(1) + \sum_m \eta_m^{(u)} + \sum_n (x - \zeta_n) R_n^{(u)} + \int_1^x (x-t) U''(t) dt, \\
 V''(x) &= AF_2(x) + pF_3(x) + F_1(x) \left[V(1) + (x-1)V'(1) + \sum_m \eta_m^{(v)} + \right. \\
 &+ \left. \sum_n (x - \zeta_n) R_n^{(v)} + \int_1^x (x-t) V''(t) dt \right] + F_4(x) \left[U(1) + (x-1)U'(1) + \right. \\
 &+ \left. \sum_m \eta_m^{(u)} + \sum_n (x - \zeta_n) R_n^{(u)} + \int_1^x (x-t) U''(t) dt \right], \quad (3) \\
 U''(x) &= F_6(x) \left[V(1) + (x-1)V'(1) + \sum_m \eta_m^{(v)} + \sum_n (x - \zeta_n) R_n^{(v)} + \right. \\
 &+ \left. \int_1^x (x-t) V''(t) dt \right] + F_5(x) \left[U(1) + (x-1)U'(1) + \right. \\
 &+ \left. \sum_m \eta_m^{(u)} + \sum_n (x - \zeta_n) R_n^{(u)} + \int_1^x (x-t) U''(t) dt \right],
 \end{aligned}$$

სადაც $\eta_m^{(v)}$, $\eta_m^{(u)}$, $R_n^{(v)}$, $R_n^{(u)}$ -ით აღნიშნულია $V(x)$, $U(x)$, $V'(x)$ და $U'(x)$ -ის ნახტომები წყვეტის სათანადო წერტილებში ($x = \zeta_m$, $x = \zeta_n$), ხოლო $V(1)$, $V'(1)$, $U(1)$ და $U'(1)$ -ით — გერგვობით უცნობი პარამეტრები, რომლებიც შემდგომში სასაზღვრო პირობებიდან განისაზღვრება.

ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემა (3) ამოვხსნათ რიცხვითი ვხით მ. მიქელაძის [4, 5] ცნობილი რეკურენტული დამოკიდებულების დახმარებით. რაც შეეხება $V(x)$, $V'(x)$, $U(x)$ და $U'(x)$ მნიშვნელობებს, ესინი განისაზღვრება ფორმულებით

$$\begin{aligned}
 V(x_k) &= V(1) + k\delta V'(1) + \sum_m \eta_m^{(v)} + \sum_n (1 + k\delta - \zeta_n) R_n^{(v)} + \\
 &+ \delta^2 \left[\frac{k}{2} V_0'' + (k-1) V_1'' + \dots + V_{k-1}'' \right], \\
 V'(x_k) &= V'(1) + \sum_n R_n^{(v)} + \delta \left[\frac{1}{2} V_0'' + V_1'' + \dots + \frac{1}{2} V_k'' \right], \\
 U(x_k) &= U(1) + k\delta U'(1) + \sum_m \eta_m^{(u)} + \sum_n (1 + k\delta - \zeta_n) R_n^{(u)} + \\
 &+ \delta^2 \left[\frac{k}{2} U_0'' + (k-1) U_1'' + \dots + U_{k-1}'' \right],
 \end{aligned}$$

$$U'(x_k) = U'(1) + \sum_n R_n'' + \delta \left[\frac{1}{2} U_0'' + U_1'' + \dots + \frac{1}{2} U_k'' \right],$$

სადაც δ საინტეგრო ბიჯია, ხოლო k დაყოფის წერტილის ნომერს აღნიშნავს. აქ შემავალი ნახტომთა სიდიდეები განისაზღვრება მობრუნების კუთხის, რადიალური მლუნაეი მომენტის, რადიალური ძალვისა და რადიალური გადაადგილების უწყვეტობის პირობებიდან წყვეტის წერტილებში ($x = \zeta_m$, $x = \zeta_n$).

რადიალური და რგოლური მომენტები და ძალები გამოითვლება ფორმულებით

$$M_r = \frac{y^2}{Vxy} \left[\frac{dV}{dx} - \left(\frac{0,5 - \nu_0}{x} + \frac{1,5}{y} \frac{dy}{dx} \right) V \right] \frac{a^2 \lambda}{2p},$$

$$M_\theta = \frac{y^2}{Vxy} \left[\frac{dV}{dx} + \left(\frac{1/\nu_r - 0,5}{x} - \frac{1,5}{y} \frac{dy}{dx} \right) V \right] \frac{\nu_r a^2 \lambda}{2p},$$

$$T_r = \frac{y}{x Vxy} E_0 h_0 U,$$

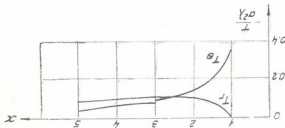
$$T_\theta = \frac{y}{Vxy} \left[\frac{dU}{dx} - \left(\frac{0,5}{x} - \frac{0,5}{y} \frac{dy}{dx} \right) U \right] E_0 h_0.$$

ჩალუნვისათვის გვექნება

$$W = -a \int \frac{1}{y Vxy} V(x) dx + C,$$

სადაც C ნებისმიერი მუდმივია, რომელიც განისაზღვრება გარსის ჩამაგრების პირობიდან.

განვიხილოთ მაგალითი. ვთქვათ, $a = 10$ სმ, $b = 50$ სმ, $\nu_r = 0,3$, $\nu_\theta = 0,33$, $E_\theta/E_r = 1,1$, $h_0 = 5$ სმ, $\delta = 0,5$. პარამეტრი λ ჩავთვალოთ ჯერჯერობით უცნობ სიდიდით. გარსის სისქის ცვლილების კანონი შუალედში $1 \leq x \leq 5$ იყოს: $h = h_0 [e^{-0,16(x-1)} - \Delta]$, $\Delta = 0$, როცა $1 \leq x \leq 3$ და $\Delta = 0,2$, როცა $3 \leq x \leq 5$.



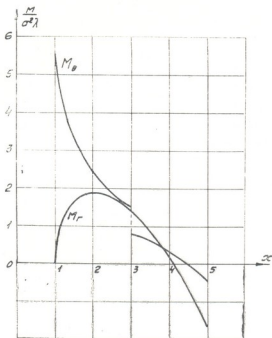
ნახ. 2

თუ გარსის შიგა კონტური თავისუფალია, ხოლო გარე ხისტად ჩამაგრებული, მაშინ სათანადო გამოთვლების შედეგად ვღებულობთ: $A = 0$, $U(1) = 0$, $U'(1) = -1,50422 p$, $V(1) = 12,19094 p$, $V'(1) = -0,85337 p$. სათანადო ეპიურები ნაჩვენებია მე-2 და მე-3 ნახაზზე.

უცნობი λ პარამეტრის მნიშვნელობა განესაზღვროთ პლასტიკურობის პირობიდან.

$$\frac{\sigma_r^2}{\sigma_{sr}^2} - \frac{\sigma_r \sigma_\theta}{\sigma_{sr} \sigma_{s\theta}} + \frac{\sigma_\theta^2}{\sigma_{s\theta}^2} = 1, \quad (4)$$

სადაც $\sigma_r = \pm \frac{6M_r}{h^2} + \frac{T_r}{h}$ და $\sigma_\theta = \pm \frac{6M_\theta}{h^2} + \frac{T_\theta}{h}$ წარმოადგენენ რადიალურ და რგოლურ ნორმალურ ძაბვებს, ხოლო σ_{sr} და $\sigma_{s\theta}$ — დენადობის ზღვართა სათანადო მნიშვნელობებს.



ნახ. 3

გარსის დაძაბული მდგომარეობის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ პლასტიკური დეფორმაცია წარმოიქმნება მისი შიგა კონტურის ($x=1, r=a$) ქვედა ბოკეოების ვასწვრივ. შესაბამისად პირობა (4) გვაძლევს $\lambda=0,0072 \sigma_{s\theta}$.

λ პარამეტრის მნიშვნელობა შეიძლება შევარჩიოთ სხვა გზითაც, სიხისტის პირობიდან გამოვძინარე. კერძოდ, თუ წინასწარ მოცემულია გარსის შიგა კონტურის მაქსიმალური ჩაღუნვის სიდიდე f , მაშინ $\lambda=60,20469 f$.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(შემოვიღა 23.7.1968)

Р. М. ЦХВЕДАДZE

 ПОЛОГИЕ ОБОЛОЧКИ ВРАЩЕНИЯ СО СКАЧКООБРАЗНЫМ
 ИЗМЕНЕНИЕМ ТОЛЩИНЫ

Резюме

В статье излагается способ расчета пологой анизотропной оболочки вращения со скачкообразным изменением толщины (с конечным числом точек разрыва первого рода). Предполагается, что оболочка подвергается действию осесимметричной распределенной нагрузки $q_r = \lambda q(r)$, где $q(r)$ — некоторая „единичная“ нагрузка, λ -кратное возрастание которой вызывает появление пластической деформации.

С помощью формулы Тэйлора, обобщенной Ш. Е. Микеладзе [2, 3], система дифференциальных уравнений (1) заменяется эквивалентной системой интегральных уравнений типа Вольтерра второго рода, которая решается способом, предложенным в работах [4, 5].

Принятый способ расчета позволяет учесть влияние граничных условий, с одной стороны, на жесткость оболочки, а с другой, на величину нагрузки, соответствующей образованию пластической деформации.

დავითწიგნობის ლიბრარია — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. Ш. Микеладзе. Изв. АН СССР, ОТН, № 11, 1956.
2. Ш. Е. Микеладзе. ДАН СССР, т. 50, 1945.
3. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948.
4. М. Ш. Микеладзе. Прикл. матем. и мех., XVII, вып. 3, 1953.
5. М. Ш. Микеладзе. Статистика анизотропных пластичных оболочек. Тбилиси, 1963.



ГИДРОАЭРОДИНАМИКА

В. В. САКВАРЕЛИДЗЕ

ПРОФИЛЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ВОЗДУШНОЙ ВЗВЕСИ
 И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ КОНЦЕНТРАЦИИ
 ВОДОВОЗДУШНОГО СЛОЯ АЭРИРОВАННОГО ПОТОКА

(Представлено членом-корреспондентом Академии П. Г. Шенгелиа 21.7.1968)

При разработке оперативных методов анализа течения бурных аэрированных потоков возникает необходимость в принятии определенной рабочей модели такого потока и введении вполне определенного представления относительно понятия „свободная поверхность“ аэрированного потока. Аэрированный поток, имея у дна маленькую, иногда даже нулевую концентрацию воздушных включений, а у свободной поверхности 95—99% концентрацию, в некоторых случаях рассматривается как единая двухкомпонентная среда, но в большинстве случаев—как двухкомпонентная среда, состоящая из разных областей с различными физико-механическими свойствами: нижний слой—это область водовоздушной смеси, в которой количество жидкой несущей фазы преобладает над количеством несомой воздушной фазы и в которой именно жидкой фазе присуща решающая роль в передаче напряжения от слоя к слою, верхний слой—это область воздуховодной смеси, в которой количество воздушной фазы преобладает над количеством жидкой фазы. Целесообразность принятия двухслойной модели аэрированного потока впервые была обоснована в работах [1, 2], а затем в работах [3—7] и др.

После принятия определенной рабочей модели аэрированного потока для решения задачи неравномерного движения аэрированного потока появилась необходимость в расчете средней концентрации захваченного водным потоком воздуха.

В настоящее время существуют лишь две зависимости [4, 5] для определения средней концентрации воздуха в водовоздушном слое аэрированного потока, тогда как для аэрированного потока с концентрацией верхнего слоя 95—99% предложено множество эмпирических зависимостей, в частности зависимость воздухомыщения от динамических характеристик потока и от геометрии русла.

Строгой зависимости между средней концентрацией аэрированного потока и средней концентрацией водовоздушного слоя этого потока не



имеется, но анализ экспериментальных данных позволил [8] принять для двухслойной модели аэрированного потока с поверхностью раздела между водовоздушным и воздуховодным слоями с концентрацией $S = 0,5 = \text{const}$, что

$$S_{\text{ср}} = 0,5 \bar{S}_{\text{ср}}, \quad (1)$$

где $S_{\text{ср}}$ —средняя концентрация воздуха в водовоздушном слое, а $\bar{S}_{\text{ср}}$ —средняя концентрация аэрированного потока. Однако анализ более обширного опытного материала приводит нас к убеждению, что зависимость между средней концентрацией аэрированного потока и средней концентрацией водовоздушной смеси имеет вид

$$S_{\text{ср}} = 0,44 \bar{S}_{\text{ср}}. \quad (2)$$

Таким образом, зная значение средней концентрации аэрированного потока, можно легко определить и приближенное значение средней концентрации водовоздушного слоя (это необходимо, так как, согласно работам [1–7] и др., именно движением водовоздушного слоя определяется движение всего аэрированного потока), однако теоретическим путем в настоящее время определить значение средней концентрации всего аэрированного потока не удается и такая задача является более трудной, чем определение средней концентрации водовоздушного слоя. Кроме того, экспериментальная проверка показала, что лучшая из эмпирических формул Н. Б. Исаченко [9], которая для средней концентрации захваченного воздуха имеет вид

$$\bar{S}_{\text{ср}} = \frac{\left(0,035 + 0,83 \frac{\Delta}{R}\right) \sqrt{\frac{V^2}{gR} - 45 \left(1 - \frac{\Delta}{R}\right)^{14}}}{1 + \left(0,035 + 0,88 \frac{\Delta}{R}\right) \sqrt{\frac{V^2}{gR} - 45 \left(1 - \frac{\Delta}{R}\right)^{14}}}, \quad (8)$$

где Δ —абсолютная шероховатость, R —гидравлический радиус, V —скорость потока, g —ускорение силы тяжести, дает величину среднеквадратичного отклонения 42% (см. рис. 1).

Из вышесказанного очевидно, что определение средней концентрации водовоздушного слоя посредством средней концентрации аэрированного потока в ряде случаев даст заметную погрешность и для расчетов неравномерного движения аэрированных потоков не может быть рекомендовано. Поэтому более целесообразным оказывается определение непосредственно средней концентрации водовоздушного слоя.

Для двухслойной модели аэрированного потока с переменным значением концентрации слоя раздела между водовоздушным и воздуховодным слоями имеется методика расчета средней по сечению concentra-

нии водовоздушного слоя, предложенная В. С. Синельщиковым [4]. Однако использование двухслойной модели аэрированного потока с переменным значением концентрации слоя раздела при рассмотрении неравномерного движения аэрированного потока приводит к некоторым противоречиям и трудностям, а экспериментальная проверка этой методики показала, что величина среднеквадратичного отклонения между вычисленными и опытными значениями средней концентрации также достигает существенной величины — 40% (рис. 2, Б).

В работе [5] применительно к двухслойной модели аэрированного потока с постоянным значением концентрации слоя раздела между водовоздушным и воздуховодным слоями $S = 0,5$ исходя из уравнения турбулентной диффузии в случае

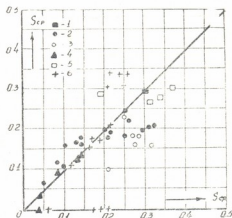


Рис. 1. Сопоставление вычисленных по формуле Н. Б. Исаченко и опытных значений средней концентрации: 1—лоток ВНИИГа, $\Delta = 7$ мм; 2—лоток ВНИИГа, $\Delta = 0$; 3—лоток Эренберга; 4—быстроток Киттитас; 5—быстроток Даго; 6—быстроток Соут

установившегося равномерного течения

$$\overline{S'U'} = -\lambda \frac{dS}{dx_2}, \quad (4)$$

где S' и U' — пульсационные составляющие концентрации и скорости взвешенной фазы, а λ — коэффициент турбулентной диффузии, была получена зависимость для распределения концентрации воздуха по глубине потока в следующем виде:

$$S = \frac{0,5}{8^n} \left(\frac{1 + \eta}{1,25 - \eta} \right)^n. \quad (5)$$

Здесь $\eta = \frac{x_2}{h}$ — относительная глубина, причем ось x_2 направлена перпендикулярно дну канала снизу вверх,

$$n = \frac{0,445 W \cos \phi}{V_* z}, \quad (6)$$

где

W — гидравлическая крупность воздушного включения,

ϕ — угол наклона дна русла к горизонту,

V_* — динамическая скорость,

z — постоянная турбулентности Кармана.

Следует отметить, что для коэффициента турбулентной диффузии в уравнении (4) используется интерполяционная формула, которая хорошо аппроксимирует характер изменения по глубине плоскости потока коэффициента виртуальной вязкости, получаемая согласно варианту феноменологической теории турбулентности, предложенной Т. Г. Войнич-Сяноженцким, и имеет вид

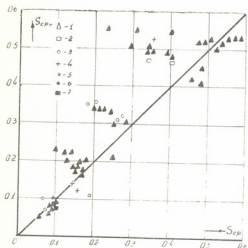
$$\lambda = V_* h \kappa (a - \eta) (1 + \eta). \quad (7)$$

Путем интегрирования по высоте зависимости (5) и с учетом влияния средней концентрации воздуха на константу Кармана (что подтверждается опытами Випарелли в аэрированных потоках и опытами Измаила и Ванони в наносонесущих потоках, которые, по Випарелли, в достаточной степени сходны с водовоздушным потоком) удалось для средней концентрации захваченного воздуха в потоке водовоздушной смеси получить следующее результирующее выражение:

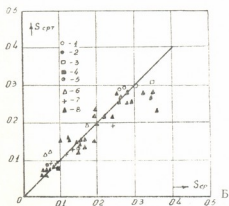
$$S_{ср} = \frac{1,125}{8^k} [\Phi(P_n) - \Phi(P_0)] + 0,625 \cdot 0,1^k - 0,125, \quad (8)$$

где значение $\Phi(P) = \int \frac{dP}{1 + P^k}$ при граничных условиях $P_n = 8^k$ и $P_0 = 0,8^k$ для различных $K = \frac{0,17 \cos \psi}{\sqrt{R \sin \psi}}$ берется из таблиц интегралов Бахметьева для каналов с обратным уклоном

дна. Те значения $\Phi(P)$, которые в этих таблицах не имеются, даются в работе [5] в виде табулированных значений этого интеграла.



А



Б

Рис. 2. Сопоставление вычисленных и опытных значений средней концентрации: А—по формуле В. С. Синельщикова; Б—по формуле В. В. Сакварелидзе; ○—опыты О. Ф. Васильева и др.; ●—опыты В. П. Троицкого; □—опыты на быстротоке Гизельдон; ■—опыты Эренбергера; ⊕—опыты Хальбронна; △—опыты Н. Б. Исаченко; +—опыты Андерсона; ▲—опыты Страуба и Андерсона



Отметим, что значение K определено при гидравлической крупности пузырей $W=0,24$ м/сек. В действительности гидравлическая крупность пузырей с увеличением средней концентрации потока уменьшается. В настоящее время мы не располагаем сколько-нибудь надежной зависимостью между гидравлической крупностью пузырьков и средней концентрацией аэрированного потока. Однако обобщение опытных данных [10] о связи гидравлической крупности пузырей с средней концентрацией в условиях напорного движения аэрированного потока для случая течения открытых аэрированных потоков показало, что учет уменьшения гидравлической крупности при больших значениях средней концентрации улучшает соответствие между теоретическими и опытными значениями средней концентрации.

Зависимость (8), очевидно, применима и для плавно-изменяющихся неравномерных потоков. Для равномерных же течений экспериментальная проверка выражения (8) показала, что величина среднеквадратичного отклонения между вычисленными и опытными значениями средней концентрации составляет 23% (рис. 2, А).

В заключение отметим, что зависимость (8), кроме того что дает значения средних концентраций, которые лучше и полнее соответствуют экспериментальным данным (рис. 1 и 2), является весьма удобной для практического пользования при расчетах неравномерного движения аэрированного потока.

Тбилисский институт сооружений
и гидроэнергетики

(Поступило 23.7.1968)

ჰიდროამროდინამიკა

3. სავაპაქლიძე

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის კონსტრუქციის პროფილი და აერირებული ნაკადის წყალაირთვანი შრის საშუალო კონცენტრაციის განსაზღვრა

რეზიუმე

შრომში აერირებული ნაკადის ორშრიანი მოდელისათვის (რომელშიც შრეებს შორის გამყოფი ზედაპირის კონცენტრაცია მუდმივია), ტურბულენტური დიფუზიის განტოლებიდან დამყარებული თანაბარი ძრავის შემთხვევაში მიღებულია აერირებული ნაკადის წყალაირთვანი შრის საშუალო კონცენტრაციის საანგარიშო ფორმულა. მოყვანილია მიღებული ფორმულისა და საშუალო კონცენტრაციის გამოსათვლელი არსებული სხვა ფორმულების ექსპერიმენტული შემოწმება.

დასრულებული ღონისძიებები — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Т. Г. Войнич-Сяноженцкий. Изв. ТНИСГЭИ, т. 14, 1962.
2. Т. Г. Войнич-Сяноженцкий. Труды координационных совещаний по гидравлике, вып. VII, 1963.
3. О. Ф. Васильев, Г. П. Скребков и др. Изв. ВНИИГа, т. 78. М.—Л., 1965.
4. В. С. Синельщиков. Открытые аэрированные потоки. Автореферат, Новосибирск, 1967.
5. В. В. Сакварелидзе. Изв. ТНИСГЭИ, т. 18, 1968.
6. Т. Г. Войнич-Сяноженцкий. Труды юбилейной научно-технической конференции ТНИСГЭИ. Тбилиси, 1968.
7. Т. Г. Войнич-Сяноженцкий, В. В. Сакварелидзе. Тезисы докладов тематического координационного совещания — ГВВС-68. Л., 1968.
8. В. Г. Ломтатидзе. Вопросы сопряжения высокоскоростных аэрированных потоков с нижним бьефом посредством донного гидравлического прыжка. Автореферат, Тбилиси, 1966.
9. Н. Б. Исаченко. Изв. ВНИИГа, т. 78. М.—Л., 1965.
10. А. Г. Чанишвили. Сообщения АН ГССР, т. 22, № 6, 1959.



Г. А. ТВАЛАБЕЙШВИЛИ

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ
 В БОЛЬШИХ СИСТЕМАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 5.6.1968)

Оперативное управление процессами в больших системах имеет ряд специфических особенностей, среди которых одной из главных является отсутствие четкого математического описания процесса и представление алгоритмов управления словесно, в описательной форме, в виде правил управления, уставов и т. д. Разработка методов автоматизации оперативного управления такими процессами, несмотря на большую ее важность, не получила еще широкого освещения в литературе. В данной работе рассматривается возможность синтеза логической информационной модели словесно заданного процесса с целью дальнейшего применения ее для автоматизации оперативного управления с помощью методов логической теории классификации [1, 2].

Рассмотрим некоторый процесс, который характеризуется множеством признаков $\{z_0(t), z_1(t), \dots, z_{n-1}(t)\}$. В геометрической трактовке каждый отдельный признак можно представить в виде координатной оси n -мерного пространства B_n . Тогда каждое состояние процесса можно рассматривать в качестве n -мерного вектора $z(t)$ в этом пространстве. B_n будем называть пространством векторов состояния процесса.

По отношению числа n размерности пространства B_n следует предполагать, что описание процесса с помощью n -мерного вектора $z(t)$ является достаточно полным, т. е. предполагается, что любым двум состояниям процесса, относительно которых известно, что они отличаются друг от друга, соответствуют различные значения вектора $z(t)$. Так как в общем случае неизвестен критерий, по которому следует выбрать необходимое и достаточное количество признаков процесса, то такое предположение относительно размерности пространства B_n является естественным.

Признаки процесса $z_j(t)$ ($j=0, 1, 2, \dots, n-1$) могут быть как количественными, так и качественными. Поэтому, наряду с функциональными зависимостями, описываемыми числовыми функциями, между признаками процесса имеют место логические связи, поддающиеся рассмотрению только методами математической логики.

Отсутствие единого математического аппарата, пригодного для обработки информации в больших системах вызывает необходимость синтеза таких информационных моделей процессов, которые будут либо чисто количественными, либо чисто качественными. Это возможно двумя способами: нахождением количественных характеристик качественных признаков или представлением количественных признаков с помощью совокупности логических переменных. В первом случае синтез информационной модели является, по-видимому, принципиально возможным с помощью физических, химических и других исследований. Однако вряд ли стоит рассчитывать на ощутимые успехи в этом направлении в ближайшее время, и, кроме того, данная задача является весьма неинтересной с кибернетической точки зрения. Поэтому естественно поставить вопрос об отображении количественных признаков процесса на пространство булевых векторов и тем самым свести задачу оперативного управления к чисто логическому виду. При этом состояние процесса можно описать с помощью логических признаков, которые удовлетворяют закону исключенного третьего и закону противоречия, т. е. каждый признак процесса является истинным или ложным и не может быть одновременно и истинным, и ложным.

Так как содержание признаков процесса учитывается только при введении их буквенного обозначения и в дальнейшем в рассмотрение принимается не содержание их, а только их истинность или ложность, поэтому мы в праве приписать им определенные численные показатели (весовые коэффициенты), причем имеет смысл применять к этим показателям операции арифметического сложения и вычитания. При таких предположениях можно считать, что направление развития процесса зависит от количества благоприятных и неблагоприятных факторов в пространстве векторов состояния процесса. Так как соотношение между благоприятными и неблагоприятными факторами приводит к желаемому или к нежелаемому исходу процесса или к направлению его развития, то при помощи функций пороговой логики можно произвести оценку возможных исходов, в результате которой можно выбрать такое направление развития процесса, которое обеспечивает наилучший исход в заданных условиях. При отображении количественных признаков на пространство булевых векторов их область изменения разбивается на конечное число интервалов, в каждом из которых значение соответствующего признака можно считать постоянным. Из этого следует, что для отображения могут быть использованы одноместные логические предикаты

$$x_j(t) = \{a_j \leq z_j(t) \leq b_j\}, \quad (1)$$

где

$$x_j(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } a_j \leq z_j(t) \leq b_j; \\ 0 & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$[a_j, b_j]$ — область изменения $z_j(t)$; $j = 0, 1, 2, \dots, n-1$.

Разобьем интервал $[a_j, b_j]$ на k_j^* частей и рассмотрим следующую систему логических предикатов:

$$\begin{aligned}
 x_{j,0}(t) &= \left\{ a_j \leq z_j(t) \leq a_j + \frac{\Delta_j}{k_j^*} \right\}, \\
 &\dots \dots \dots \\
 x_{j,k_j-1}(t) &= \left\{ a_j + \frac{(k_j-1)\Delta_j}{k_j^*} < z_j(t) \leq a_j + \frac{k_j\Delta_j}{k_j^*} \right\}, \\
 &\dots \dots \dots \\
 x_{j,k_j^*-1}(t) &= \left\{ a_j + \frac{(k_j^*-1)\Delta_j}{k_j^*} < z_j(t) \leq b_j \right\},
 \end{aligned} \tag{2}$$

где $\Delta_j = b_j - a_j$; $k_j = 0, 1, 2, \dots, k_j^* - 1$.

Заметим, что предикаты отображения составляются в зависимости от данной конкретной задачи. Например, если необходимо определить не только принадлежность $z_j(t)$ заданному интервалу $[a_j, b_j]$, но и направление отклонения его от этого интервала, то имеем следующую систему предикатов отображения:

$$\begin{aligned}
 x_{j,0}(t) &= \{z_j(t) < a\}, \\
 x_{j,1}(t) &= \{a_j \leq z_j(t) \leq b_j\}.
 \end{aligned}$$

Отклонение же $z_j(t)$ вправо от $[a_j, b_j]$ определяется с помощью булевой функции:

$$x_{j,2}(t) = x_{j,0}(t) \vee x_{j,1}(t).$$

В общем случае каждому $z_j(t)$ может соответствовать временное логическое слово [3]

$$X_l(t) = \prod_{k_l=0}^{k_l^*-1} x_{l,k_l}(t), \tag{3}$$

длина которого определяется в зависимости от требуемой детализации информации по координатам. (3) обладает тем очевидным свойством, что одна только его буква равна единице, а остальные равны нулю.

Не нарушая общности, можно предполагать, что первые m составляющие $z_m(t)$ ($m \leq n$) вектора $z(t)$ являются логическими, а остальные $(n-m)$ — числовыми. Тогда размерность n' пространства $B_n^{(2)}$ после применения операций (2) определяется соотношением

$$n' = m + \sum_{l=m}^{n-1} k_l^*. \tag{4}$$

Из (4) следует, что число возможных состояний процесса равно

$$i' = 2^{m + \sum_{l=m}^{n-1} k_l^*}, \quad i \geq i' = 2^n,$$

причем $i' = i$ тогда и только тогда, когда $k_l^* = 1$ для всех $l = m, m + 1, \dots, n - 1$.

Нетрудно показать что при $i' > i$ разнообразие возможных состояний процесса ограничивается. При этом число допустимых состояний процесса определяется соотношением

$$s = 2^m \prod_{l=m}^{n-1} k_l^*.$$

Тогда число запрещенных состояний равно

$$2^m \left[2^{\sum_{l=m}^{n-1} k_l^*} - \prod_{l=m}^{n-1} k_l^* \right].$$

Следующим этапом решения задачи оперативного управления является разбиение пространства $B_n^{(z)}$ на множество Q эталонных классов $q_\eta \in Q$ ($\eta = 0, 1, 2, \dots, \eta^* - 1$) для словесно заданных процессов согласно правилам управления, так что

$$\begin{array}{l} \eta^* \\ \cup \\ \eta = 0 \end{array} q_\eta = B_n^{(z)},$$

где q_{η^*} — нулевая зона [4]. При этом каждому эталонному классу q_η ставится в соответствие своя вектор-функция управляющего воздействия $f^\eta(t)$ такая, что она обеспечивает достижение целевой точки в пространстве $B_n^{(z)}$ или течение процесса в сторону этой точки при заданном текущем значении вектора состояния $z(t)$.

Тбилисский институт приборостроения
и средств автоматизации

(Поступило 25.6.1968)

კიბერნეტიკა

გ. თვალაბეიშვილი

დიდ სისტემებში ინფორმაციის გარდაქმნის
ერთი მეთოდის შესახებ

რეზიუმე

შრომში განხილულია ისეთი პროცესების ოპერატიული მართვის ამოცანა, რომელიც არ აღიწერება მათემატიკურად და რომლის მართვის ალგორითმები

მოცემულია სიტყვიერად, აღწერითი ფორმით, ასეთი პროცესები ხასიათდება როგორც რაოდენობრივი, ისე ლოგიკური პარამეტრებით. ნაჩვენებია, რომ მარტივი გარდაქმნების შედეგად ოპერატიული მართვის ამოცანა შეიძლება დაყვანილი იქნეს წმინდა ლოგიკურ სახეზე, რაც, თავის მხრივ, შესაძლებლობას იძლევა გამოყენებულ იქნეს კლასიფიკაციის ლოგიკური თეორიის აპარატი [1, 2]. აღნიშნული გარდაქმნების შედეგად პროცესის მდგომარეობის ვექტორთა სივრცის განზომილება იზრდება. შეფასებულია პროცესის შესაძლო მდგომარეობათა რიცხვი იმ თავისებურებების გათვალისწინებით, რომლებიც გამომდინარეობენ ალგორითმის სპეციფიკურობიდან.

დასოფნაბული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Стрелец. В сб.: „Прикладные задачи технической кибернетики“. М., 1966.
2. Г. А. Твалაბეიшвили. Сообщения АН ГССР, L, № 2, 1968.
3. Ю. Я. Базилевский. В сб.: „Вопросы теории математических машин“, I. М., 1958.
4. В. М. Глушков. Теория алгоритмов. Изд. КВИРТУ, 1963.



О. В. КУПАТАДЗЕ

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ВЫПУКЛОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ
 МЕТОДОМ «ШТРАФНЫХ ФУНКЦИЙ» НА АНАЛОГОВЫХ
 ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. В. Чавчавадзе 14.6.1968)

Суть метода „штрафных функций“ состоит в следующем. Исходной задаче выпуклого программирования, состоящей в нахождении такого вектора

$$x^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) \in E_n,$$

что

$$x^* \in Q, \quad f(x^*) = \min_{x \in Q} f(x), \quad (A)$$

где $Q = \{x: \varphi_j(x) \leq 0; j = 1, 2, \dots, m\}$, а $f(x)$ — и $\varphi_j(x)$ — действительные выпуклые функции векторного аргумента x , определенные на евклидовом пространстве E_n , ставится в соответствие новая задача, состоящая в нахождении такого вектора,

$$\tilde{x}^* = (\tilde{x}_1^*, \tilde{x}_2^*, \dots, \tilde{x}_n^*),$$

что

$$F(\tilde{x}^*) = \min_{x \in E_n} F(x), \quad (B)$$

где $F(x)$ — действительная функция векторного аргумента x , определенная на E_n и такая, что

$$\rho(x^*, \tilde{x}^*) \leq \varepsilon. \quad (1)$$

Здесь ε — малое положительное число, определяемое из желаемой точности решения задачи (A). Точка \tilde{x}^* , удовлетворяющая условиям (B) и (1), называется „ ε -оптимальным“ решением задачи (A). Иногда, наряду с этими условиями, необходимо удовлетворение неравенства

$$|f(x^*) - F(\tilde{x}^*)| \leq \delta. \quad (2)$$

Точка \tilde{x}^* при этом называется „ (ε, δ) -оптимальным“ решением задачи (A).

Из сказанного видно, что основной задачей в методе „штрафных функций“ является составление по условиям задачи (A) функции с вышеупомянутыми свойствами. Для этого сначала образуется некоторая обычно выпуклая вниз функция

$$\Phi[\varphi(x)] = \Phi[\varphi_1(x), \varphi_2(x), \dots, \varphi_m(x)],$$

отражающая меру „штрафа“ за нарушение ограничений. В большинстве случаев в качестве $\Phi[\varphi(x)]$ выбирается либо функция

$$\Phi[\varphi(x)] = \Phi_1(x) = \sum_j^m Sg \varphi_j(x) \cdot \varphi_j(x), \quad (3)$$

либо

$$\Phi[\varphi(x)] = \Phi_2(x) = \sum_j^m Sg \varphi_j(x) \cdot \varphi_j^2(x). \quad (4)$$

Здесь

$$Sg \varphi_j(x) = \frac{|\varphi_j(x)| + \varphi_j(x)}{2 \varphi_j(x)}, \quad Sg 0 = 0. \quad (5)$$

Далее из функции $f(x)$ и $\Phi[\varphi(x)]$ образуется целевая функция $F(x, k)$, которая обычно имеет один из четырех нижеперечисленных видов (см. [1–6]):

$$F_{11}(x, k) = f(x) + k_{11} \Phi_1(x), \quad (6)$$

$$F_{12}(x, k) = f(x) + k_{12} \Phi_2(x), \quad (7)$$

$$F_{21}(x, k) = k_{21} f(x) + \Phi_1(x), \quad (8)$$

$$F_{22}(x, k) = k_{22} f(x) + \Phi_2(x). \quad (9)$$

Для практического применения указанных „штрафных функций“, естественно, необходимо уметь находить то значение коэффициента k_{ij} , которое обеспечивает решение задачи (A) с требуемой точностью.

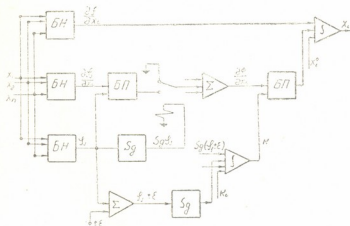


Рис. 1

Однако в названных работах не содержится практических рекомендаций по этому поводу, кроме формулы (9) в работе [6], которая, как указывает автор, „позволяет в некоторых случаях оценить необходимую величину“ этого коэффициента, и формулы (15) в работе [4], из которой, по мнению автора, мож-

но было бы определить необходимое значение k_{21} для функции $F_{21}(k, x)$, но которая на самом деле, как показано в работе [3], выражает лишь необходимое, но недостаточное условие, накладываемое на k_{21} .

Из сказанного следует, что при практическом применении рассмотренных выше „штрафных функций“ необходимое значение коэффициента

k_{ij} следует либо подобрать экспериментально, либо определить автоматически путем некоторого усложнения схемы моделирования, добавив к ней блоки автоматического изменения этого коэффициента. Пример реализации такой схемы для функции $F_{12}(x, k)$ показан на рис. 1.

Здесь предусмотрено автоматическое увеличение k_{12} , как только одно из условий $\varphi_j(x) + \varepsilon \leq 0$ будет нарушено. Это увеличение будет продолжаться до тех пор, пока не будет достигнуто необходимое значение k_{12} . В результате будет получено такое значение \tilde{x}_{12}^* , что $\tilde{x}_{12}^* \in Q_\varepsilon = \{x: \varphi_j(x) + \varepsilon \leq 0; j = 1, \dots, m\}$. Заметим, что изменением знака ε в схеме рис. 1 можно получить точку $\tilde{x}_{12}^* \in Q_{-\varepsilon} = \{x: \varphi_j(x) - \varepsilon \leq 0; j = 1, 2, \dots, m\}$.

Нетрудно составить аналогичные блок-схемы для других „штрафных функций“. Однако, как видно из приведенного примера, этот прием всегда будет требовать увеличения необходимого для моделирования оборудования. Ниже вводится „штрафная функция“, не содержащая, в отличие от рассмотренных, каких-либо коэффициентов и поэтому свободная от изложенных недостатков.

Множество Q , по условию, замкнуто. Предположим, кроме того, что оно ограничено. Тогда для непрерывной функции $f(x)$ будет существовать, и притом конечный, $\text{Sup}_{x \in Q} f(x) = f_M$. Известно, что, если $f(x)$ выпукла вниз, то f_M достигается лишь в точках, принадлежащих границе Q .

Составим следующую „штрафную функцию“:

$$F(x) = \prod_{j=1}^m (1 - \text{Sg } \varphi_j(x)) \cdot (f(x) - f_M) + \sum_{j=1}^m \text{Sg } \varphi_j(x) \cdot \varphi_j(x) + f_M. \quad (10)$$

Из выражения (5) следует, что функция $\pi(x) = \prod_{j=1}^m (1 - \text{Sg } \varphi_j(x))$ является характеристической для множества Q , т. е.

$$\pi(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } x \in Q, \\ 0, & \text{если } x \notin Q. \end{cases} \quad (11)$$

Кроме того, при $x \in Q$ $\sum_{j=1}^m \text{Sg } \varphi_j(x) \cdot \varphi_j(x) \equiv 0$ и поэтому

$$F(x) = \begin{cases} f(x), & \text{если } x \in Q, \\ \sum_{j=1}^m \text{Sg } \varphi_j(x) \cdot \varphi_j(x) + f_M, & \text{если } x \notin Q. \end{cases} \quad (12)$$

Обозначим

$$\Phi(x) = \sum_{j=1}^m \text{Sg } \varphi_j(x) \cdot \varphi_j(x) + f_M. \quad (13)$$



Ясно, что $\Phi(x)$ является непрерывной и выпуклой вниз, если $\varphi_j(x)$ выпуклы вниз все $\varphi_j(x)$. Кроме того, $\Phi(x) \equiv f_M$ при $x \in Q$ и $F(x) > f_M$ для всех $x \notin Q$.

Отсюда следует, что

$$F(x_1) < F(x_2) \quad \text{для всех } x_1 \in Q, \quad x_2 \notin Q \quad (14)$$

и

$$F(x) < \Phi(x) \quad \text{для всех } x \in E_n. \quad (15)$$

Лемма 1. Функция $F(x)$ полунепрерывна снизу на E_n , если $f(x)$ и все $\varphi_j(x)$ непрерывны на E_n .

Следствие. Функция $F(x)$, согласно обобщенной теореме Вейерштрасса, достигает на всяком ограниченном замкнутом множестве конечной нижней грани.

Лемма 2. Функция $F(x)$ квазивыпукла на E_n , если $f(x)$ и все $\varphi_j(x)$ выпуклы вниз на E_n .

Лемма 3. Если все $\varphi_j(x)$ выпуклы вниз на E_n , то функция $F(x)$ является положительно бесконечно большой, т. е. $\lim F(x) = +\infty$ при $\|x\| \rightarrow \infty$.

Обозначим через M_F^0 множество точек минимума функции $F(x)$ на E_n , а через M_f^0 — множество точек минимума функции $f(x)$ на Q .

Теорема. Если множество Q ограничено и замкнуто, $f(x)$ непрерывна на E_n и все $\varphi_j(x)$ выпуклы вниз на E_n , то справедливы равенства

$$M_F^0 = M_f^0, \quad (16)$$

$$\min_{x \in Q} f(x) = \min_{x \in E_n} F(x). \quad (17)$$

В заключение коротко остановимся на применении предложенной «штрафной функции» для решения задач выпуклого программирования на АМВ. Для этого, как известно, нужно составить дифференциальное уравнение вида

$$\frac{dx}{dt} = - \frac{\partial F}{\partial x}; \quad (18)$$

и решить его при произвольной точке $x^0 \in E_n$ на АМВ. В силу изложенных выше свойств функций $F(x)$, а также инерционности блоков АМВ (в том числе блоков сигнатуры) для любого решения уравнения (18) будет справедливо

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} x(t, x^0) = \hat{x}^* = x^*. \quad (19)$$

Строгое доказательство этого будет дано отдельно, здесь лишь отметим, что оно основывается на соображениях, изложенных в работе [7].

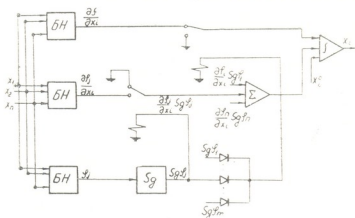


Рис. 2

Приняв формально, так же как это сделано в работах [2, 3] выражения $Sg \varphi_j(x)$ постоянными коэффициентами, уравнение (18) можно записать в следующем виде:

$$\frac{dx}{dt} = - \prod_{j=1}^m (1 - Sg \varphi_j(x)) \frac{df}{dx} + \sum_{j=1}^m Sg \varphi_j(x) \frac{d\varphi_j}{dx}. \quad (20)$$

Блок-схема моделирования уравнения (20) показана на рис. 2.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт кибернетики
 Тбилиси

(Поступило 9.7.1968)

კობახიძე

მ. კობახიძე

ამოხსნაშილი პროგრამირების ამოცანების ამოხსნა „ჯარიმების ფუნქციების“ მეთოდის ანალოგურ გამოთვლელ მანქანებზე

რეზიუმე

შრომში განხილულია ახალი სახის „ჯარიმის ფუნქცია“, რომლის ექსტრემუმი ემთხვევა ამოხსნეილ მათემატიკური პროგრამირების საწყისი ამოცანის ექსტრემუმს და რომელიც, განსხვავებით აქამდე ცნობილი „ჯარიმის ფუნქციებისაგან“, არ მოითხოვს წინასწარ საანგარიშო მუშაობის ჩატარებას. განხილულია ასეთი ფუნქციის საშუალებით ამოხსნეილი პროგრამირების ამოცანების ამოხსნის შესაძლებლობა ანალოგურ გამოთვლელ მანქანებზე.

დაბეჭდილი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Еремни. ДАН СССР, т. 173, № 4, 1967.
2. А. В. Рыбашев. Автоматика и телемеханика, т. XXVI, № 11, 1965.
3. Н. Н. Карпинская. Автоматика и телемеханика, № 1, 1967.
4. I. B. Rупе. Computer Commun. and Electronics, № 24, 1956.
5. I. Pietrzykowski. Prace ZAM, Ser. A, № 13, 1961.
6. С. М. Мошковиц. Экономика и математические методы, т. III, № 4, 1967.
7. О. В. Купятадзе. В сб.: «Вопросы исследования операций». Тбилиси, 1966.

В. В. ЧАВЧАНИДZE

(член-корреспондент АН Грузинской ССР)

ПСИХОЭВРИСТИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В БОЛЬШИХ СИСТЕМАХ

Продуктивное мышление человека может быть разбито на формализуемую и неформализуемую части. Успехи, связанные с имитацией, подающейся формализации части на ЦВМ, обязаны разработке математических, а также эвристических методов программирования [1—4]. Последние методы связаны с имитацией творческих эвристик в случае достаточно формализованных сред [1, 3].

В то же время необычайное богатство форм продуктивной интеллектуальной деятельности заставляет предположить, что непосредственные надежды на глобальные и немедленные успехи эвристических методов преувеличены. Едва ли имеются основания отрицать определенные граничные возможности методов эвристического программирования. Достаточно отметить, что на сегодня вне пределов принципиальных и практических возможностей эвристики остается большинство содержательных форм продуктивной интеллектуальной деятельности отдельных людей и людских ассоциаций, ведущих реальную целенаправленную деятельность в больших системах.

В социальных науках, в психологии, в физиологии, да и в кибернетике естественным считается взгляд, что атомарной активной единицей информационной деятельности общества является отдельно взятый человек. Не опровергая наличия определенных оснований для такого рода утверждений, необходимо исходить из того простого факта, что естественной биологической и социальной единицей активной информационной (интеллектуально-эмоциональной) деятельности являются, минимум два человека.

В этом случае простейшая и основная психологическая связь между людьми—партнерами по семье, по труду — осуществляется в форме речевого обмена информацией, при котором каждая сторона стимулирует, индуцирует другую к ответной реакции, которая снова становится источником стимуляции ответной психоинтеллектуальной деятельности первого партнера, и т. д. Эти обратные связи могут быть как положительными, так и отрицательными. Издревле употребляемые норма-



тивные и ненормативные процедуры по стимуляции такого рода коллективных форм интеллектуальной деятельности широко известны и, несмотря на свое фактическое разнообразие, эмпиричны, не оптимальны и имеют необычно низкую эффективную скорость продвижения к цели (время решения интеллектуальной целевой задачи на одного участника при заданном уровне знаний в обществе и в мире).

За исключением процесса «Brain Storming», обнаружившего особую полезность для неподготовленных умов при обсуждении трудно решаемых практических задач, и методов специальной организации обсуждения планов стратегических операций, не изучались ни теоретические, ни экспериментальные, ни продуктивно-результативные психопрограммные аспекты этой проблемы. Необходимо исходить из того, что наиболее эффективным генератором, индуцирующим психоинтеллектуальную деятельность человека в большой системе, являются люди системы с их потребностями, и для того чтобы достигнуть оптимальных выходов этой деятельности, необходимо создание особых условий для проявления эффекта психоинтеллектуальной генерации. Требуются предельная процедуризация (формализация) внешних форм активной, неформализуемой деятельности, техническое обеспечение взаимодействия активных участников системы (психоинтеллектуальная система — ПИС) всеми содержательными данными, которые потенциально необходимы для использования в активном процедуризованном процессе обмена людей ПИС вопросами и ответами.

Этот эффект, который можно назвать эффектом психоинтеллектуальной генерации (ПИГ), наблюдался нами при индуцировании психоинтеллектуальной деятельности в процессе долгосрочного планирования и прогнозирования научных исследований [5]. Этот эффект является общим эффектом и не зависит от рода интеллектуальной деятельности. Сила эффекта ПИГ может меняться, но никогда не может стать отрицательной величиной. Речь идет не о правильности или неправильности решения проблемы, а о возможности усиления ($k \geq 1$) или ослабления ($0 \leq k < 1$) эффекта ПИГ.

Метод, позволяющий выявлять эффект ПИГ, будем называть методом индуцирования психоинтеллектуальной деятельности (ИПИД). Процедуризованную программу, ведущую к продуктивному выходу, будем называть психовривристической программой (ПЭП).

Подсистему, состоящую из людей и технической системы, способную обеспечить решение задачи в условиях проявления эффекта ПИГ, будем называть системой психоинтеллектуальной генерации (СПИГ, или спигер).

Самая странная сторона обсуждаемого эффекта заключается в том, что этот эффект все знают, но не подозревают, что у него может



быть название, что он может быть зафиксирован, измерен, воспроизведен, процедуризирован, распространен, внедрен, классифицирован и т. п. Всем известно, что люди нуждаются в общении, в обмене мнениями, что они не выносят «информационного вакуума», но отсюда далеко до научной, процедуризированной, нормативной организации интеллектуальной деятельности членов системы во имя интересов подсистемы и метасистемы.

Появление машинной математики, эвристических методов пополнило надежды, что все может быть машинизировано. Эти взгляды научно были раскритикованы Таубе. Критика, в сущности, была направлена против сверхмодернистского, утопистского доверия к машинным возможностям. В этой части она правильна, но в применении к «естественной кибернетической мыслящей машине», т. е. к мозгу, она уже неверна.

Кибернетика не есть наука о вычислительных машинах и даже не наука о переработке информации машинами. Кибернетика — наука о законах и процессах управления и переработки информации в произвольных естественных или искусственных системах. В этом смысле человек как субъект продуктивной интеллектуальной деятельности может являться объектом ее исследования.

Нельзя убедить ни одного здравомыслящего человека на земле (кроме разве сверттехнократов или свертпрограммистов), что машины могут заменить их в реальной, творческой деятельности, в жизни. Тут уместно провести аналогию с любым учреждением. Никто не поверит, что руководство современным учреждением может состоять только из бухгалтеров (сравни с формализуемыми средами у эвристиков) или только из директора без бухгалтерии (сравни ситуацию с наличием только людей, не знающих логику, не имеющих основ формализованных знаний). Как видим, первое более невозможно, чем второе. В этих условиях метод ПИД позволяет использовать необычайные возможности целостной личности, принадлежащей системе, «возбудить» ее, привести к «генерации».

Дело в том, что «секретами этого производства» до сих пор овладевали почти случайно, по наитию гении, руководители, военачальники, изобретатели и т. д. Знания, закрепленные в форме книг, журналов, практических навыков, сооружений и т. д., редко позволяли овладевать «технологией делания удачных мыслей». Мозг человека, действующего внутри системы, является истинным философским камнем и единственным веществом мира, с каждым днем усиливающим свою «цену».

Организация роста «цены» мозга системы есть специфическая задача. Если эту задачу сравнить с книгопечатанием, то способы книго-



печатания — это как бы методы ИПИД, сами книги можно сравнить с ПЭП, а места, где организуют изучение книг — со СПИГ. Сам процесс учебы выступает в качестве частной формы ПИД, и следовательно, требует своей формализации. Программированное обучение [6] именно это и ставит своей целью (формализация процесса обучения учащегося при помощи программированных учебников или машин), но при этом совершенно не учитывается то обстоятельство, что имеет место эффект ПИГ и что обучать должен учитель, а не машина. Машина должна играть вспомогательную роль [5]. Как видим, мы имеем отход от метода эвристического программирования [3] вплоть до отрицания возможности полной формализации любых сред, но с признанием возможности процедуризации системы содержательных вопросов и ответов, исходящих со стороны гибко перестраивающихся живых людей, использующих машины или специальные программированные пособия. В то же время мы отказываемся от общепринятых подходов программированного обучения, в котором устранен руководитель процесса интеллектуальной генерации.

Таким образом, имеется отход как от одного, так и от другого метода, опирающийся на тот факт, что общение людей с определенными реально или имитационно возникшими потребностями, целями, организованное по определенной программе, может и должно иметь в среднем коэффициент ПИГ больший, чем 1.

Тому обстоятельству, что в условиях взаимного общения людей $K > 1$, обязано развитие культуры, знаний. Фактор K зависит от информационной плотности общения людей, от уровня закрепления предыдущих достижений в практике. Цепной ветвящийся процесс передачи знаний ($K \leq 1$) не обеспечил бы прогресса, роста культуры и знаний, если бы в процессе естественного общения двух людей не возникал эффект усиления. В данном случае имеется в виду порождение новых знаний, которые сосредоточиваются в пространстве и во времени в голове ученых, создателей, выявляясь в различных формах объективизации и материализации мысли (речь, письмо, предметы, сооружения и т. п.). Затем эти знания в виде «взрывной волны информации» распространяются, усиливаются и пополняются участием множества новых людей.

Информационный цепной ветвящийся процесс интеллектуальных реакций в среде, где человек создает, преодолевает трудности, есть типичное явление самоорганизации, охватившее население земного шара. Овладение всеми «лабораторными», «имитационными» формами психоинтеллектуального усиления продуктивности мышления путем создания специфических условий — эффекта ПИГ в специально созданном комплексе СПИГ с участием «информативно настроенных лиц» —

является еще одним способом усиления темпа прогресса научных знаний.

Эффект, связанный с использованием спигеров, можно было бы сравнить с эффектом оптической квантовой генерации или с ядерными котлами, когда при использовании отражателей и резонаторов путем отсеивания, селекции и усиления требуемых компонент достигается общий эффект, связанный с макроскопическим, направленным и управляемым выходом излучения или энергии (сравни с решением проблемы). Никто не сомневается в том, что ядерные цепные и лазерные эффекты протекали в природе и без вмешательства человека, при отсутствии искусственных установок. Аналогичное положение имеет место в случае эффекта ПИГ. В настоящий момент речь идет о том, что необходимо разработать более эффективные спигеры, чем те, которые выработала практика (средняя школа, высшая школа, аспирантура, семинары, симпозиумы, конференции и т. д.). Что касается разнообразия спигеров и содержания того продуктивного мышления, которое будет обеспечено их функционированием в больших системах, включая использование и вычислительных систем, то здесь имеются многочисленные и разнообразные возможности.

Академия наук Грузинской ССР
Институт кибернетики

(Поступило 24.7.1968)

კიბერნეტიკა

მ. შავშავანიძე

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

დიდი სისტემებში ადამიანის ინტელექტუალური მოღვაწეობის
ფსიქოპედაგოგიკული პროგრამირება

რ ე ზ ი უ მ ე

განსაკუთრებულ პირობებში ადამიანის ინტელექტუალური აქტივობა შეიძლება გაძლიერდეს და მას მიეცეს გარკვეული მიმართება. ამ დროს შედარდება ფსიქოინტელექტუალური გენერაციის ეფექტი (ფიგ).

წერილში აღწერილია ფსიქოინტელექტუალური აქტივობის ინდუქციის მეთოდი. რაც ფიგ-ის ეფექტის გამოყენების საშუალებას იძლევა.

განმარტებულია ფსიქოინტელექტუალური გენერაციის სისტემა (ფიგს), რაც უზრუნველყოფს ამოცანის გადაჭრას.

დაპირფარებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Ньюэлл, Дж. Шоу, Г. Саймон. В сб.: «Самоорганизующиеся системы». М., 1964.
2. Дж. Миллер, Ю. Галантер, К. Прибрам. Планы и структура поведения. М., 1964.
3. Сб. «Вычислительные машины и мышление». М., 1967.
4. В. Н. Пушкин. Эвристика — наука о творческом мышлении. М., 1967.
5. В. В. Чавчанидзе. Сообщения АН ГССР, 52, № 1, 1968.
6. Д. Крэм. Программированное обучение и обучающие машины. М., 1965.

А. Г. ХАНТАДЗЕ, Р. А. ГОГУА

О НЕСТАЦИОНАРНОМ ОБОБЩЕННОМ ЗАКОНЕ ОМА ДЛЯ СЛАБО ИОНИЗИРОВАННОГО ГАЗА

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирзиашвили 9.6.1968)

Обобщенный закон Ома для слабо ионизированного газа в стационарном случае рассмотрен в работах [1, 2], нестационарная задача для полностью ионизированного газа решена в [3].

В настоящей статье дается выражение нестационарного обобщенного закона Ома для слабо ионизированного газа, находящегося в постоянных скрещенных электромагнитных полях. Для решения задачи воспользуемся следующей системой уравнений [1]:

$$\frac{\partial \vec{j}}{\partial t} - \frac{e}{mc} [\vec{j} \vec{H}] + \nu_e \vec{j} = -\frac{e^2 N}{m} \left\{ \vec{E} + \frac{1}{c} [\vec{v} \vec{H}] \right\} + eN \nu_{em} (\vec{v}_m - \vec{v}), \quad (1)$$

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = \frac{1}{MNc} [\vec{j} \vec{H}] \frac{m \nu_{em}}{eMN} \vec{j} + \nu_{im} (\vec{v}_m - \vec{v}), \quad (2)$$

где \vec{j} , \vec{v} , \vec{v}_m — плотность тока, скорость плазмы и скорость ветра; $\vec{E} = E_x \vec{i} + E_y \vec{j}$, $\vec{H} = H_z \vec{k}$ — постоянное электрическое и магнитное поле; e , m , M , N — заряд, масса электрона, масса иона и концентрация, причем для заряда электрона и иона принято $e < 0$, $-e$; ν_{ei} , ν_{em} , ν_{im} , $\nu_e = \nu_{ei} + \nu_{em}$ — частоты столкновений соответственно электронов с ионами, электронов с нейтральными частицами и ионов с нейтральными частицами; c — скорость света в вакууме.

Будем считать, что вертикальными компонентами плотности тока, скорости плазмы и ветра можно пренебречь, по сравнению с горизонтальными, тогда уравнения (1) и (2) для $j = j_x + i j_y$; $v = v_x + i v_y$ принимают вид

$$\frac{\partial j}{\partial t} = -\gamma j - \eta v + \frac{e^2 N}{m} E + eN \nu_{em} v_m, \quad (3)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -\nu_{im} v + k j + \nu_{im} v_m, \quad (4)$$

где

$$\gamma = \nu_e + i \omega_n, \quad \eta = eN (\nu_{em} + i \omega_n);$$

$$k = -\frac{1}{eN} \left(\frac{m}{M} \nu_{em} + i \Omega_n \right); \quad \omega_n = \frac{|e| H}{mc}; \quad \Omega_n = \frac{|e| H}{Mc}.$$

Из этих уравнений легко получаются неоднородные уравнения второго порядка для плотности тока j и скорости плазмы v :

$$\frac{d^2 j}{dt^2} + (\nu + i\omega_n) \frac{dj}{dt} + (\gamma \nu_{im} + k\eta) j = \frac{e^2 N}{m} \nu_{im} E' + eN \nu_{em} \frac{dv_m}{dt}, \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \frac{d^2 v}{dt^2} + (\nu + i\omega_n) \frac{dv}{dt} + (\gamma \nu_{im} + k\eta) v &= \frac{e^2 N}{m} kE' + \\ &+ \frac{eN \nu_{im}}{eN} \frac{dv_m}{dt} + (\gamma \nu_{im} + k\eta) v_m, \end{aligned} \quad (6)$$

где

$$\nu = \nu_e + \nu_{im}; \quad E' = E - i \frac{H_z}{c} v_m, \quad E = E_x + i E_y.$$

Уравнения (5) и (6) относятся к уравнениям типа вынужденных колебаний, которые для периодических изменений ветра по времени могут быть решены до конца.

В данной работе для простоты ограничимся случаем постоянного ветра. При $v_m = \text{const}$, полагая

$$j_g = \frac{e^2 N}{m} \frac{\nu_{im} E'}{\gamma \nu_{im} + k\eta}, \quad v_g = \frac{e^2 N}{m} \frac{kE'}{\gamma \nu_{im} + k\eta} + v_m,$$

можно сразу написать общие интегралы уравнений (5) и (6):

$$j = j_g + A e^{s_1 t} + B e^{s_2 t}, \quad (7)$$

$$v = v_g + C e^{s_1 t} + D e^{s_2 t}, \quad (8)$$

где A, B, C, D — комплексные постоянные интегрирования, подлежащие определению, s_1 и s_2 являются корнями характеристического уравнения

$$s^2 + (\nu + i\omega_n) s + (\gamma \nu_{im} + k\eta) = 0. \quad (9)$$

Решая уравнение (9) и принимая во внимание, что $\nu_{em} \gg \nu_{im}$

$\sqrt{\frac{m}{M}} \ll 1$, после извлечения комплексных корней для s_1 и s_2 получаем

$$s_{1,2} = \frac{1}{2} [-\nu_e \pm \alpha - i(\omega_n \pm \beta)], \quad (10)$$

где

$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[r + \nu_e^2 - \omega_n^2 \left(1 + 4 \frac{\Omega_n}{\omega_n} \right) \right]^{1/2};$$

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[r - \nu_e^2 + \omega_n^2 \left(1 + 4 \frac{\Omega_n}{\omega_n} \right) \right]^{1/2};$$

$$r = \left\{ \left[\nu_e^2 - \omega_n^2 \left(1 + 4 \frac{\Omega_n}{\omega_n} \right) \right]^2 + 4 \omega_n^2 \nu_e^2 \right\}^{1/2}.$$

Для определения коэффициентов A, B, C, D воспользуемся уравнениями (3), (4) и условиями обращения в нуль плотности тока j и скорости плазмы v в начальный момент $t = 0$. В результате легко получается окончательное решение поставленной задачи:

$$j = \frac{1}{\alpha - i\beta} \{ \eta v_g + (s_2 + \gamma) j_g \} [q_1(t) - q_2(t)] + j_g [1 - q_2(t)], \quad (11)$$

$$v = \frac{1}{\alpha - i\beta} \{ (s_2 + \nu_{im}) v_g - k j_g \} [q_1(t) - q_2(t)] + v_g [1 - q_2(t)], \quad (12)$$

где

$$q_1(t) = \exp\left\{-\frac{\nu - \alpha}{2} t\right\} \left[\cos \frac{\omega_n + \beta}{2} t - i \sin \frac{\omega_n + \beta}{2} t \right];$$

$$q_2(t) = \exp\left\{-\frac{\nu + \alpha}{2} t\right\} \left[\cos \frac{\omega_n - \beta}{2} t - i \sin \frac{\omega_n - \beta}{2} t \right].$$

Рассмотрим частные случаи:

1) $t \rightarrow \infty$. В этом случае $q_1(t)$ и $q_2(t)$ обращаются в нуль и получаем решение стационарной задачи:

$$j = j_g = \frac{e^2 N}{m} \frac{\nu_{im} E'}{\gamma \nu_{im} + k\eta}, \quad (13)$$

$$v = v_g = \frac{e^2 N}{m} \frac{kE'}{\gamma \nu_{im} + k\eta} + v_m. \quad (14)$$

а) Пусть имеется полное увлечение ионизированной компоненты постоянным ветром, т. е. $v = v_m$. В этом случае из формул (13) и (14) получается известный результат [1]:

$$v_x = c \frac{E_y}{H_z}, \quad v_y = -c \frac{E_x}{H_z},$$

$$E' = \bar{E} + \frac{1}{c} [\bar{v} \bar{H}] \equiv 0, \quad j = 0.$$

б) Неполное увлечение $v_m \neq v$. Тогда, освобождая из формулы (13) знаменатель от комплексных значений, будем иметь

$$j = \frac{e^2 N}{m} \frac{(\nu_c \nu_{im}^2 + \omega_n \Omega_n \nu_{im}) E'}{[\omega_n^2 \Omega_n^2 + \nu_c^2 \nu_{im}^2 + \nu_{im}^2 \omega_n^2]} - i \frac{e^2 N}{m} \frac{\nu_{im}^2 \omega_n E'}{[\omega_n^2 \Omega_n^2 + \nu_c^2 \nu_{im}^2 + \nu_{im}^2 \omega_n^2]}.$$

В векторной форме последнее выражение принимает обычную форму обобщенного закона Ома для слабо ионизированного газа в стационарном случае [1]:

$$\vec{j} = \sigma_1 E'_2 + \frac{\sigma_n}{H} [\vec{H} \vec{E}'], \quad (15)$$

где

$$\sigma_1 = \frac{e^2 N}{m} \frac{(\nu_c \nu_{im}^2 + \omega_n \Omega_n \nu_{im})}{[\omega_n^2 \Omega_n^2 + \nu_c^2 \nu_{im}^2 + \nu_{im}^2 \omega_n^2]}; \quad \sigma_n = \frac{e^2 N}{m} \frac{\nu_{im}^2 \omega_n}{[\omega_n^2 \Omega_n^2 + \nu_c^2 \nu_{im}^2 + \nu_{im}^2 \omega_n^2]}.$$

Из выражения (14) принимая во внимание, что соблюдается условие $\omega_n \Omega_n \gg \nu_{im} \nu_c$, получаем известный результат для скорости плазмы [1]:

$$v = -\frac{e}{M} \frac{\nu_{im} E'}{(\Omega_n^2 + \nu_{im}^2)} - i \frac{e}{M} \frac{\Omega_n E'}{(\Omega_n^2 + \nu_{im}^2)} + v_m,$$

или в компонентах

$$v_x = -\frac{e}{M} \frac{\nu_{im}}{(\Omega_n^2 + \nu_{im}^2)} E'_x + \frac{e}{M} \frac{\Omega_n}{(\Omega_n^2 + \nu_{im}^2)} E'_y + v_{mx}, \quad (16)$$

$$v_y = -\frac{e}{M} \frac{\Omega_n}{(\Omega_n^2 + \nu_{im}^2)} E'_x - \frac{e}{M} \frac{\nu_{im}}{(\Omega_n^2 + \nu_{im}^2)} E'_y + v_{my}.$$

2) Газ полностью ионизирован, т. е. $v_m = 0$, $v_{im} = 0$. В этом случае из уравнения (11) получается результат для чистой плазмы [3]:

$$j = \frac{e^2 N}{m} \frac{E}{\alpha - i\beta} [q_1(t) - q_2(t)],$$

который в отсутствии магнитного поля $\Omega_n = 0$, $\omega_n = 0$ дает известный переходной случай:

$$j = \sigma E (1 - \exp[-\nu_{ei}]),$$

где

$$\sigma = \frac{e^2 N}{m \nu_{ei}}.$$

3) Пусть ионы бесконечно тяжелые, т. е. $\Omega_n = 0$, а ω_n конечна. Допустим также, что $E = i E_y$, $v_g = v_{mx}$. Тогда из уравнения (11) для компонентов плотности тока получаем

$$j_x = \frac{e^2 N \nu_{em} E'}{m (\nu_e^2 + \omega_n^2) \omega_n} [\nu_e - \exp\{-\nu_{ei}\} (\nu_e \cos \omega_n t - \omega_n \sin \omega_n t)] - \\ - \frac{e^2 N E'}{m (\nu_e^2 + \omega_n^2)} [\omega_n - \exp\{-\nu_{ei}\} (\omega_n \cos \omega_n t + \nu_e \sin \omega_n t)],$$

$$j_y = \frac{e^2 N \nu_{em} E'}{m (\nu_e^2 + \omega_n^2) \omega_n} [\exp\{-\nu_{ei}\} (\nu_e \sin \omega_n t + \omega_n \cos \omega_n t) - \omega_n] + \\ + \frac{e^2 N E'}{m (\nu_e^2 + \omega_n^2)} [\nu_e - \exp\{-\nu_{ei}\} (\nu_e \cos \omega_n t - \omega_n \sin \omega_n t)].$$

Отсюда для стационарного случая будем иметь

$$j_x = \frac{e^2 N}{m} E' \frac{(\nu_{em} \nu_e - \omega_n^2)}{(\nu_e^2 + \omega_n^2) \omega_n}, \quad j_y = \frac{e^2 N}{m} \frac{(-\nu_{em} + \nu_e)}{(\nu_e^2 + \omega_n^2)} E' \frac{e^2 N}{m} E' \frac{\nu_{ei}}{(\nu_e^2 + \omega_n^2)}.$$

Для полностью ионизированного газа эти выражения совпадают с формулами Спизера [4].

Академия наук Грузинской ССР

Институт геофизики

(Поступило 11.6.1968)

ზიგისა

ა. ხანთაძე, რ. გოგუა

არასტაციონარული ომის განზოგადებული კანონი სუსტად
 ონიზებული გავისათვის

რეზიუმე

კვაზიპლანარული განზოგადების საფუძველზე, სუსტად იონიზებული გავისათვის მოცემულია ომის განზოგადებული კანონის ამოხსნა არასტაციონარული შემთხვევისათვის. მიღებული ამოხსნიდან, ზღვარზე გადასვლით $t \rightarrow \infty$, მიიღება ცნობილი ამოხსნები სტაციონარულ შემთხვევაში სუსტად იონიზებული გავისა და სუფთა პლაზმისათვის.

დავრეგული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. Л. Гинзбург. Распространение электромагнитных волн в плазме. М., 1960.
2. Б. М. Яновский. Земной магнетизм, т. 1, Л., 1964.
3. Янош С. Г. ბო, Иван А. ბონი. Сообщения АН ГССР, т. XXX, № 6, 1963, 721.
4. L. Spitzer. Physics of Fully Ionized Gases. New-York, 1956. 82.



Дж. С. ЦАКАДЗЕ, Л. В. ЧЕРЕМИСИНА

КИНЕТИКА ЗАКРУЧИВАНИЯ ЖИДКОГО ГЕЛИЯ В КОЛЬЦЕВОМ ЗАЗОРЕ

(Представлено академиком Э. Л. Андришашвили 31.5.1968)

В работе [1] нами было показано, что для гелия I, помещенного в цилиндр, с увеличением радиуса R сосуда время t полного закручивания линейно растет. Для гелия II зависимость времени полного закручивания t от радиуса R сосуда является нелинейно убывающей функцией. Аналогичной функцией является и зависимость времени закручивания t от скорости вращения ω_0 при неизменном радиусе R сосуда.

Время полного закручивания нами определялось как интервал времени между началом вращения и прекращением углубления мениска жидкости. Было показано, что особенности прорастания мениска гелия II могут быть объяснены гипотезой квантованных вихрей Онсагера—Фейнмана [2], которые образуются у стенок сосуда, а затем диффундируют к его центральным областям. Зависимость времени t от R и ω_0 позволила нам установить, что число вихрей n , образованных за единицу времени на единице длины периферии сосуда, зависит от его линейной скорости как $v^{1/3} \equiv (\omega_0 R)^{1/3}$, что хорошо объясняет найденную нами универсальную зависимость времени t от $\omega_0 R$ (при различных R и ω_0). Эти измерения были нами проведены в односвязном цилиндре при турбулентном закручивании жидкости (значения чисел Рейнольдса достигали величины $Re \sim 2 \times 10^7$). В настоящей статье приводятся данные по исследованию кинетики прорастания мениска в двухсвязных объемах.

Прибор представлял собой цилиндрический сосуд с внутренним радиусом 2,1 см, в который коаксиально вставлялись поперечно цилиндры, имевшие различные диаметры. Измерялось время полного закручивания жидкости, заливавшейся в кольцевую полость между двумя цилиндрическими поверхностями. В рассматриваемом случае полное число вихрей пропорционально произведению площади кольцевого зазора между цилиндрами на угловую скорость:

$$N \sim (R^2 - R_1^2) \omega_0,$$

где R —радиус внешнего цилиндра, R_1 —радиус внутреннего цилиндра, ω_0 —угловая скорость вращения. Число вихрей n , образующихся в единицу времени на единицу длины периметра, зависит от соотношения средних скоростей нормальной и сверхтекучей компонент. Если предположить, что поверхность внутреннего цилиндра в процессе формирования вихрей Онсагера—Фейнмана играет такую же роль, что и поверхность внешнего, то по аналогии с работой [1] можно написать

$$\frac{N}{t} \sim R(\omega_0 R)^{1/3} + R_1(\omega_0 R_1)^{1/3}.$$

Если это предположение справедливо, то легко видеть, что при неизменном ω_0 должно быть

$$t \sim \frac{R^2 - R_1^2}{R^{1+4/3} + R_1^{1+4/3}} \quad \text{или} \quad C \equiv \frac{R^{7/3} + R_1^{7/3}}{R^2 - R_1^2} t = \text{const},$$

где t —время полного закручивания, R —внутренний радиус внешнего цилиндра, R_1 —внешний радиус внутреннего цилиндра.

Результаты экспериментов, проведенных в кольцевом зазоре при $\omega_0 = 30 \text{ сек}^{-1}$, $R = 2,1 \text{ см}$ и различных значениях R_1 , даны в нижеследующей таблице (температура жидкости равнялась $1,39^\circ\text{K}$).

R см	R_1 см	t сек	$C \cdot 10^{-2}$	$c \cdot 10^{-2}$
2,1	0	180	2,3	2,2
	0,25	150	2,0	
	0,60	135	2,6	
	0,90	120	2,1	
	1,30	90	2,5	

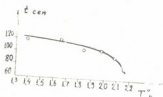


Рис. 1. Зависимость времени t полного закручивания от температуры жидкого гелия для двухсвязного объема с $R = 2,1 \text{ см}$ и $R_1 = 0,9 \text{ см}$ при $\omega_0 = 20 \text{ сек}^{-1}$

Таким образом, постоянство величины C соблюдается с точностью порядка 10%, что является довольно хорошим подтверждением вышеприведенного положения.

Температурная зависимость времени закручивания показана на рис. 1 и вполне аналогична наблюдаемой в односвязном сосуде.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физики

(Поступило 19.6.1966)

ფიზიკა

პ. წაბამი, ლ. ჩიბაძისძე

რგოლურ ღრეჩოში მოთავსებული თხევადი ჰელიუმის
დაბრუნების კინეტიკა

რეზიუმე

შრომში შესწავლილია რგოლურ ღრეჩოში მოთავსებული თხევადი ჰელიუმის მენისკის დროისაგან დამოკიდებულება დაბრუნების პროცესში. ნაჩვენებია, რომ ონსაგერ-ფენმანის გრიგლების წარმოქმნის პროცესში ერთნაირ მონაწილეობას იღებს ჰელიუმის შემომსახვრელი შიდა და გარე ზედაპირები.

დასოფიებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Дж. С. Цакадзе, Л. В. Черемисина. ЖЭТФ, 50, 1966, 58.
2. R. P. Feynman. Progress in Low Temperature Physics, ch. II, 1955, 36.

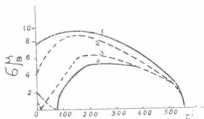
М. М. МИРИАНАШВИЛИ (член-корреспондент АН ГССР),
 Т. И. КАКУШАДЗЕ

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ФЕРРИТОВ ИТТРИЯ ПРИ
 ЗАМЕЩЕНИИ ИОНОВ Y^{3+} ИОНАМИ Tb^{3+} И Nd^{3+}

Согласно трехподрешеточной модели Нееля, намагниченность насыщения σ_0 синтезированного феррита-граната $(3-\delta) Y_2O_3 \cdot \delta Tb_2O_3 \cdot 5 Fe_2O_3$ может быть рассчитана по формуле

$$\sigma_0 = (6 - 2\delta)\mu_c + 2\delta\mu_c' - (6\mu_d - 4\mu_a), \quad (1)$$

где $\mu_c = 0$; $\mu_c' = 6,5\mu_B$; $\mu_d = \mu_a = 5\mu_B$; δ — концентрация Tb^{3+} . Согласно формуле (1), σ_0 линейно зависит от δ , с точкой компенсации при $\delta \approx 0,8$.



Фиг. 1

На фиг. 2а точки — опытные значения σ_0 , равные отрезкам ординат, отсеченных кривыми 1—4 (фиг.1) [1]. Точка при $\delta=0$ представляет собой σ_0 для чистого феррита-граната иттрия ($\sigma_0 \approx 9,44\mu_B$), последняя — намагниченность насыщения феррита-граната тербия ($\sigma_0 \approx 29\mu_B$). Опытные данные характерно отклоняются от прямой (1). Кроме того, компенсация σ_0 подрешеток имеет место не при $\delta \approx 0,8$ (как это следует из формулы (1)), а при более низких значениях δ .

Согласно работе [2] приходим к следующим выводам:

1. Намагниченность насыщения феррита-граната иттрия или лутеция полностью обеспечивается ионами Y^{3+} или Lu^{3+} .
2. В синтезированных ферритах-гранатах $Y-Tb$ и $Y-Nd$ вторая координационная сфера ионов Y^{3+} , Tb^{3+} и Nd^{3+} содержит одни ионы Fe^{3+} . По этой причине атомные магнитные моменты этих катионов оста-



ются постоянными, равными 1,57; 6,5 и 3 μ_B соответственно любых значений δ .

3. Результирующая намагниченность насыщения „железных“ подрешеток равна нулю, если намагниченность подрешетки С равна нулю, и достигает предельного значения $\sigma_{0Fe} = 10 \mu_B$, если σ_0 подрешетки С больше $\sim 20 \mu_B$ на молекулу феррита.

4. При низких температурах моменты катионов Tb^{3+} располагаются антипараллельно моментам катионов Y^{3+} в той же подрешетке С. Момент катиона Nd^{3+} устанавливается параллельно моментам катионов Y^{3+} в той же подрешетке С.

В результате этих положений для σ_{0c} феррита-гранатов $Y - Tb$ и $Y - Nd$ находим соответственно

$$\sigma_{0c} = (6 - 2\delta)\mu_Y - 2\delta\mu_{Tb}, \quad (2)$$

$$\sigma_{0c} = (6 - 2\delta)\mu_Y + 2\delta\mu_{Nd}, \quad (3)$$

где $\mu_Y = 1,57 \mu_B$; $\mu_{Tb} = 6,5 \mu_B$; $\mu_{Nd} = 3 \mu_B$.

Из формулы (2) для точки компенсации феррита-граната $Y - Tb$ находим значение $\delta \sim 0,58$. Это значение δ ($\delta \sim 0,58$), по-видимому, подтверждается работой [1].

На прямой TbY , определяемой формулой (2) (фиг. 2а), в пределах $0 < \delta < 0,58$ точно лежат опытные данные (точки) [1].

Для значений $\delta > 0,58$ намагниченность насыщения σ_{0c} подрешетки С становится больше нуля и, согласно положению (3), появляется σ_{0Fe} „железных“ подрешеток (кривая (Fe) фиг. 2а). Намагниченности насыщения в зависимости от δ , обусловленные ионами Fe^{3+} , Y^{3+} и Tb^{3+} , изображены кривыми (Fe), (Y) и (Tb) соответственно. Для больших значений δ ($2 < \delta < 3$), когда σ_0 подрешетки станет порядка или больше $20 \mu_B$ на молекулу феррита, для σ_c феррита-граната $Y - Tb$ находим

$$\sigma_0 = (6 - 2\delta)\mu_Y - 2\delta\mu_{Tb} - 2\mu_{Fe}. \quad (4)$$

В интервале $0,58 < \delta < 2$ σ_0 определяется формулой

$$\sigma_0 = (6 - 2\delta)\mu_Y - 2\delta\mu_{Tb} - X 2\mu_{Fe}, \quad (5)$$

где X изменяется в пределах $0 < X < 1$. (При $\delta \sim 0,58$ $X = 0$, формула (3) и при $\delta \sim 2$ $X \sim 1$, формула (4)).

Формуле (4) соответствует прямая ($TbYFe$). Форма кривой, соединяющей прямые (TbY) и ($TbYFe$), зависит от формы кривой (Fe) (фиг. 2а), что можно установить экспериментально.

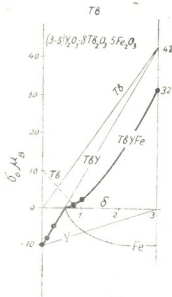
В случае феррита $Y - Nd$ наблюдаются большие расхождения опытных данных с результатами теории Нееля.

В феррите $Y - Nd$ структура граната существует лишь в интервале $0 \cong \delta \cong 2$.

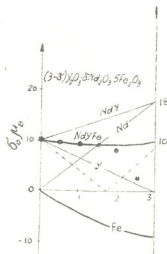
Трехвалентные ионы неодия Nd^{3+} , занимая узлы подрешетки С, должны давать аномальные кривые намагниченности, подобные кривым,

наблюдаемым^{*} для ферритов $Y-Tb$ (фиг. 1). Однако такой аномальной зависимости σ от T в случае ферритов-гранатов $Y-Nd$ не наблюдается.

Согласно Неелю, для рассматриваемого феррита σ_0 должна уменьшаться с увеличением δ и при $\delta = 1,7$ ожидается компенсация (пунктир, фиг. 2b).



Фиг. 2 а



Фиг. 2 б

Магнитные моменты ионов Y^{3+} и Nd^{3+} в феррите-гранате $Y-Nd$ направлены в одну и ту же сторону. σ_{oc} будет определяться формулой (3). Согласно этой формуле, σ_0 растет линейно от $\sigma = 9,44 \mu_B$ при $\delta = 0$ до $\sigma_0 = 18 \mu_B$ при $\delta = 3$. На фиг. 2 б прямой (Y) дана σ_0 , обусловленная ионами Y^{3+} , а прямой (Nd) σ_0 — обусловленная ионами Nd^{3+} . σ_{oc} подрешетки С, соответствующая формуле (3), изображена прямой (NdY).

Теперь остается учесть σ , обусловленную железными подрешетками.

Наблюдаемая σ_0 ионов Y^{3+} равна разности намагниченностей ионов Y^{3+} и Fe^{3+} . Остается ввести поправку на σ_{0Fe} «железных», подрешеток, индуцированную намагниченностью насыщения ионами Nd^{3+} . Она при $\delta = 0$ равна нулю, с увеличением δ растет, не достигая своего предельного значения ($\sigma_0 = 10 \mu_B$) при $\delta = 3$, поскольку $\sigma_{oc} < 20 \mu_B$. σ_{0Fe} , обусловленная ионами Fe^{3+} , выражается кривой (Fe). Она располагается антипараллельно σ_{oc} подрешетки С. σ_0 феррита-граната $Y-Nd$ дается формулой

$$\sigma_0 = 2\delta Nd + (6 - 2\delta) \mu_Y - X 2 \mu_{Fe}, \quad (6)$$

где

$$X = 0 \text{ при } \delta = 0 \text{ и } X \sim 1 \text{ при } \delta = 3.$$

На фиг. 2б кривой ($NdYFe$) изображена σ_0 феррита-граната $Y-Nd$, пунктиром— намагниченность насыщения согласно Неелю. Как видно, опытные данные (точки) точно ложатся на теоретическую кривую до $\delta \sim 1,5$. При значениях $\delta > 2$ наблюдается отступление от кривой ($NdYFe$). Такое поведение рассматриваемых ферритов полностью определяется их структурой. Дебаеграммы, снятые с них, показали, что вплоть до $\delta = 2$ ферриты имеют структуру граната. При полном замещении ионов Y^{3+} ионами Nd^{3+} был получен образец, обладающий перовскитоподобной структурой, отвечающей формуле $NdFeO_3$.

Анализ зависимости σ_0 от T подтверждает вышесказанную картину поведения ионов Y^{3+} , Tb^{3+} и Nd^{3+} в гранатах $Y-Tb$ и $Y-Nd$.

Температурная зависимость намагниченности подрешетки C в ферритах-гранатах $Y-Tb$ и $Y-Nd$

Феррит-гранат $\delta Tb_2O_3 \cdot (3-\delta) Y_2O_3 \cdot 5 Fe_2O_3$ при малых δ имеет аномальный температурный ход σ (фиг. 1). Повышение намагниченности σ с ростом температуры ($T \ll T_c$), согласно Неелю, обуславливается характерной температурной зависимостью составляющих намагниченностей σ_1 и σ_2 двух подрешеток.

Используя трехподрешеточную модель Нееля для объяснения зависимости σ от T ферритов-гранатов $Y-Tb$ и $Y-Nd$, мы исходим из других соображений. Если намагниченность подрешетки C равна нулю, магнитные моменты ионов Fe^{3+} в „железных“ подрешетках взаимно компенсируются и образуют антиферромагнитный порядок. Если σ_0 подрешетки C больше нуля, то $\sigma_{0Fe} \neq 0$. При $\sigma_c \sim 20 \mu_B$ σ_{0Fe} становится $\sim 10 \mu_B$. В случае феррита-граната $Y-Tb$ подрешетка C занята ионами Y^{3+} и Tb^{3+} . Через σ_c и $\sigma_{c'}$ обозначим намагниченности ионов Y^{3+} и Tb^{3+} соответственно, через $2\sigma_s$ — „железные“ подрешетки ($2\sigma_s = \sigma_d - \sigma_a$).

Отрицательное обменное взаимодействие, ведущее σ_c и $\sigma_{c'}$ во взаимно противоположные направления, пропорционально выражению

$$\Delta E_{c_c} \sim |\sigma_c \sigma_{c'} W_{cc'}|, \quad (7)$$

где $W_{cc'}$ —обменный интеграл между ионами Tb^{3+} и Y^{3+} .

Обменное взаимодействие, ведущее к установлению $\sigma_{c'}$ по направлению, противоположному σ_s , пропорционально выражению

$$\Delta E_{c's} \sim |\sigma_{c'} \sigma_s W_{c's}|, \quad (8)$$

где $W_{c's}$ —обменный интеграл между ионами Tb^{3+} и Fe^{3+} .

Для того чтобы σ_c и $\sigma_{c'}$ установились во взаимно противоположные направления, должно иметь место условие

$$|\sigma_c \sigma_{c'} W_{cc'}| > |\sigma_{c'} \sigma_s W_{c's}|. \quad (9)$$

При условии

$$|\sigma_c \sigma_{c'} W_{cc'}| < |\sigma_{c'} \sigma_s W_{c's}| \quad (10)$$

σ_c и $\sigma_{c'}$ принимают одно и то же направление.

Из неравенств (9) и (10) следует, что при определенной концентрации ионов c' , расположение $\sigma_{c'}$ параллельно или антипараллельно σ_c вовсе не зависит от величины $\sigma_{c'}$ в интервале температур, в котором σ_c , $\sigma_{c'}$, σ_s , $W_{cc'}$ и $W_{c's}$ можно считать приблизительно постоянными.

Наблюдается совершенно обратная картина. Намагниченность насыщения $\sigma_{0c'}$ в случае ионов Tb^{3+} устанавливается против σ_{0c} , тогда как в случае ионов Nd^{3+} — параллельно σ_{0c} .

При постоянной δ в интервале температур $0^\circ K < T < 200^\circ K$ величины σ_c и $\sigma_{c'}$ также должны быть постоянными. Поэтому (9) и (10) могут быть переписаны в виде

$$K^2 |W_{cc'}| > |W_{c's}|, \quad (9a)$$

$$K^2 |W_{cc'}| < |W_{c's}|. \quad (10a)$$

Наравенство (9a) дает взаимное расположение ионов Y^{3+} и Tb^{3+} феррита $Y-Tb$, а неравенство (10a) — ионов Y^{3+} и Nd^{3+} феррита $Y-Nd$. Такое расположение ионов Y^{3+} и Tb^{3+} или Y^{3+} и Nd^{3+} подтверждается характером зависимости σ от T ферритов-гранатов $Y-Tb$ и $Y-Nd$ соответственно. Интегралы $W_{cc'}$ и $W_{c's}$ сильно меняются с температурой.¹

Исследуем условие (9a).

Оно выполняется для граната $Y-Tb$, где при $T 0^\circ K$ ионы Y^{3+} и Tb^{3+} расположены во взаимно противоположных направлениях.

Пусть $W_{c'e}$ (T) уменьшается или $W_{c's}$ (T) увеличивается с ростом температуры. В обоих случаях неравенство (9a) может перейти в неравенство (10a). В результате по мере повышения температуры (от $0^\circ K$) σ_c феррита $Y-Tb$ будет увеличиваться (фиг. 3, a).



Фиг. 3

Пусть $W_{c'e}$ растет или $W_{c's}$ уменьшается с ростом температуры. В обоих случаях неравенство (9a) усиливается. В результате зависимость σ от T будет иметь вейссовский вид (фиг. 3, б).

¹ Тепловые колебания ионов решетки возбуждаются при температурах, определяемых соотношением $\exp\left(-\frac{h\nu_0}{kT}\right) \neq 0$, т. е. при $T \sim 10-100^\circ K$ ($h\nu_0$ — наименьшая энергия колебания решетки). Смежные ионы колеблются во взаимно противоположных фазах. Поэтому при температурах, например, $\sim 100^\circ K$ среднее перекрытие электронных орбит и, следовательно, обменное взаимодействие между соседними ионами будут сильно отличаться от исходного перекрытия, соответствующего $0^\circ K$.



Рассмотрим условие (10 а), согласно которому ионы Y^{3+} и Nd^{3+} в подрешетке располагаются взаимно параллельно. Пусть $W_{e'e}(T)$ уменьшается или $W_{e's}(T)$ увеличивается с ростом температуры. В обоих случаях неравенство (10 а) остается в силе и зависимость σ от T будет иметь вейссовский вид (фиг. 3, б).

Пусть $W_{ee'}(T)$ увеличивается или $W_{e's}(T)$ уменьшается с ростом температуры. В обоих случаях неравенство (10 а) может перейти в неравенство (9 а). Следовательно, ионы Y^{3+} и Nd^{3+} становятся антипараллельными. Быстрое падение σ показано на фиг. 3, с.

Эти три типа зависимости σ от T наблюдаются экспериментально. Они вытекают также из теории ферромагнетизма Нееля. Однако, как следует из настоящей работы, эти типы зависимостей σ от T обеспечиваются температурным изменением обменных интегралов $W_{ee'}(T)$ и $W_{e's}(T)$.

Для ферритов-гранатов $Y-Tb$ повышение температуры дает наблюдаемый аномальный рост σ в интервале температур $0^\circ K < T < 200^\circ K$, тогда как в случае феррита-граната $Y-Nd$ такой низкотемпературный аномальный рост намагниченности не должен наблюдаться, в полном соответствии с опытом.

Тбилисский государственный
университет

(Поступило 25.6.1968)

ფიზიკა

ა. მირიანაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
ბ. კაკუშაძე

იბრიუმის ფერიტის მაგნიტური თვისებები Y^{3+} იონების Tb^{3+}
და Nd^{3+} იონებით ჩანაცვლების შემთხვევაში

ო. ზ ი უ მ ე

გრანატის სტრუქტურის მქონე ფერიტის დამაგნიტების ზრდა $0^\circ K-200^\circ K$ ტემპერატურის შუალედში გამოწვეულია ქვემესერში შემავალ ტერბიუმის იონების გადაბრუნებით. გადაბრუნება გამოწვეულია ტერბიუმისა და რკინის იონებს შორის გაცვლითი ურთიერთობის შემცირებით; იგი გამოწვეულია ტემპერატურის ზრდით $0^\circ K$ -დან $\sim 200^\circ K$ -მდე.

დამოუწმადელი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. К. П. Белов, Л. А. Малевская. Изв. АН СССР, сер. физ. 25, 1961, 1371.
2. М. М. Мирианшвили, Т. И. Какушадзе. Сообщения АН ГССР, 52, № 2, 1968.
3. Я. С маят, Х. Вейн. Ферриты. М., 1962, 493.

Б. И. СТЫРО, Г. Г. ОКРОШВИЛИ, Л. В. ГАМХИТАШВИЛИ,
Т. Г. ХУНДЖУА

О СВЯЗЯХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОАКТИВНОСТИ НА РАЗЛИЧНЫХ ВЫСОТАХ АТМОСФЕРЫ

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 23.6.1968)

Процесс возникновения заданного распределения естественной радиоактивной примеси в атмосфере протекает во времени почти однородно, характеризуясь случайными отклонениями от некоторого среднего значения [1, 2]. Поэтому его можно рассматривать как стационарный случайный процесс, а кривые, отражающие зависимость между концентрацией радиоактивности атмосферы и высотой, принять за реализацию этого случайного процесса. Далее, если имеющийся статистический материал рассматривать как выборку из одной генеральной совокупности, т. е. считать, что процесс распределения концентрации естественной радиоактивности эргодичен, то представляется возможным применить к экспериментальным данным теорию стационарных случайных эргодичных процессов.

В данной работе мы попытались установить корреляционные связи между различными значениями радиоактивности атмосферы, полученными в результате 30 полетов, проведенных в районе г. Тбилиси на самолете-зондировщике ИЛ-14 до высоты 4,0 км от уровня аэродрома. Пробы воздуха брались на одних и тех же высотах: 0,5, 1,0, 2,0, 3,0 и 4,0 км и на высоте 3,5 м во время стоянки самолета, т. е. в приземном слое атмосферы. Все измерения проводились во второй половине июля и в августе 1967 г.

Полеты совершались почти каждый день, с тем чтобы на измерения, произведенные в какой-либо конкретный день, накладывался след предшествующих значений. Наши экспериментальные исследования дали по одной выборке случайного процесса для шести различных высот.

Три из них (3,5 м, 0,5 и 1,0 км) относились к пограничному слою и три (2,0, 3,0 и 4,0 км)—к свободной атмосфере.

Полеты должны были происходить через малые и равные промежутки времени Δt . Однако сложности самолетного исследования несколько нарушили строгость этого требования.

Если полагать, что наши измерения происходили через равные промежутки времени Δt , а τ —интервал между наблюдениями, принимающий значения от 0 до $n-1$, где n —длина исследуемого ряда, т. е. число измерений, то нормированную автокорреляционную функцию для каждой высоты полета можно получить с помощью известной [3] формулы, удобной для расчета:

$$r(\tau) = \frac{\sum_{i=1}^{n-\tau} (q_i - \tilde{q})(q_{i+\tau} - \tilde{q})}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^{n-\tau} (q_i - \tilde{q})^2 \right] \left[\sum_{i=1}^{n-\tau} (q_{i+\tau} - \tilde{q})^2 \right]}}$$

где

$r(\tau)$ —корреляционная функция;

τ —интервал между измерениями;

q_i —значения концентрации радиоактивности атмосферы на конкретной высоте;

\tilde{q} —математическое ожидание или среднее значение активности для данной высоты;

n —длина исследуемого ряда, равная для всех высот 30.

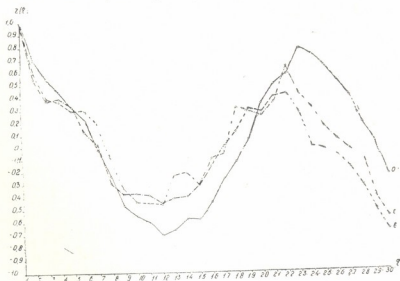


Рис. 1. Ход автокорреляционных функций в пограничном слое атмосферы для трех высот: а—приземный слой (3,5 м), б—0,5 км и с—1,0 км

Все расчеты при определении $r(\tau)$ производились на ЭВМ БЭСМ-2. Сравнение полученных графиков автокорреляционных функций показало их сходимость для трех высот в пограничном слое (рис. 1) и для:

трех высот в свободной атмосфере (рис. 2). Эти графики отражают существование различных физических условий для процесса распределения радиоактивной примеси в этих двух областях атмосферы.

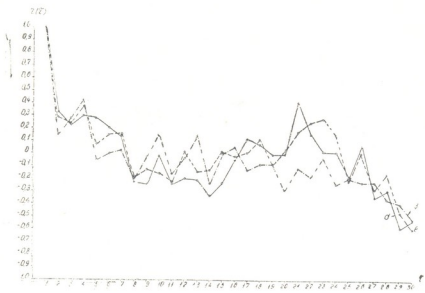


Рис. 2. Ход автокорреляционных функций для свободной атмосферы:
 $d=2,0$ км, $e=3,0$ км и $f=4,0$ км

Рассматривая ход корреляционных функций километрового слоя атмосферы (рис. 1), можно сделать следующие выводы.

Для приземного слоя атмосферы (рис. 1, линия *a*) наблюдается тесная взаимосвязь между близлежащими измерениями концентраций естественной радиоактивности.

Большой размах амплитуды колебаний корреляционной функции показывает, что взаимосвязь между неблизлежащими измерениями быстро ослабевает.

В пограничном слое по мере поднятия вверх (рис. 1, линии *b* и *c*) вышеотмеченные закономерности проявляются более слабо. Периодический вид кривых корреляционных функций указывает на существование периодической составляющей в исходных случайных процессах (имеются ввиду численные значения концентраций радиоактивности в ряде наблюдений для конкретных высот), ибо, как известно [4], периодические составляющие, скрытые в исходных случайных процессах, должны сохраняться и в корреляционных функциях.

Так, например, нам известно [1], что экскалирующая способность поверхности почвы имеет периодический характер (суточный, сезонный и т. д.), и, следовательно, распределение радиоактивной примеси должно

отражать это явление. Однако наблюдаемая здесь периодическая компонента вряд ли может быть объяснена только эксхалацией и вообще, наша первая попытка исследований распределения естественной радиоактивности корреляционных связей, к сожалению, преподносится без надлежащей метеорологической информации.

Для свободной атмосферы (рис. 2) кривые автокорреляционных функций имеют резко выраженный спад для начальных участков, тенденцию приближения к нулю по мере увеличения τ и слабое проявление периодичности. Отсюда можно сделать следующие выводы.

Корреляционная зависимость отсутствует не только между далекими, но и между смежными измерениями концентраций естественной радиоактивности.

Для различных высот в свободной атмосфере характер корреляционных связей почти одинаков.

На графиках корреляционных функций для свободной атмосферы (рис. 2), в противоположность пограничному слою (рис. 1), слабо отражается периодическая составляющая исходных случайных процессов. В заключение надо заметить, что конечные участки всех корреляционных функций являются грубо приближенными в силу способа их нахождения и поэтому выводы составлялись лишь на основе 20 значений.

Академия наук Грузинской ССР

Институт геофизики

Тбилиси

(Поступило 26.6.1968)

გეოფიზიკა

ბ. სტირო, ბ. ოკროაშვილი, ლ. ბაახიბაშვილი, თ. ხუჯუა

რადიოაქტიურობის განაწილების კავშირების შესახებ ატმოსფეროს
სხვადასხვა სიმაღლეზე

რეზიუმე

დაკვირვების შედეგად მიღებული ბუნებრივი რადიოაქტიურობის განაწილება ატმოსფეროში მიჩნეულია როგორც შემთხვევითი პროცესის რეალიზაცია. იგულისხმება განაწილების პროცესის ერგოდულობა. დადგენილია კორელაციური კავშირი ატმოსფეროს რადიოაქტიურობის მნიშვნელობებს შორის. ექსპერიმენტული მასალა მიღებულია 30 ფრენის შედეგად.

ფრენა წარმოებდა თითქმის ყოველდღე; ატმოსფეროს სასაზღვრო ფენასა და თავისუფალ ატმოსფეროში ვილებდით სამ-სამ სინჯს ფიქსირებულ სიმაღლეებზე. ავტოკორელაციური ფუნქციის დადგენისათვის საჭირო ყველა გამოთვლა ჩატარებულია ელექტრონულ გამოთვლელ მანქანაზე.

დასოფიებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Б. И. С т р о. Вопросы ядерной метеорологии. Вильнюс, 1959.
2. Вопросы ядерной метеорологии, сб. статей. М., 1962.
3. И. В. Дуни-Барковский, Н. В. Смирнов. Теория вероятностей и математическая статистика в технике. М., 1955.
4. L. W. Lee, T. P. Cheatham, G. B. Wiesner. Proc. JRE, № 3, 1950.



ГЕОФИЗИКА

А. Г. БАЛАБУЕВ, А. З. МАХАРАШВИЛИ

К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИИ АЭРОЗОЛЕЙ В СВОБОДНОЙ
 АТМОСФЕРЕ С ПОМОЩЬЮ САМОЛЕТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. М. Мирианшвили 24.6.1968)

Забор аэрозолей в свободной атмосфере может производиться различными способами: с помощью самолетов или свободных и привязных шаров. Известные по литературе исследования проводились всеми этими приемами [1—4].

Использование самолета несомненно, представляет значительные удобства: относительная простота работы, возможность полета по любым трассам, доступность больших высот и т. д. Забор с самолета дает некоторую среднюю достаточную величину содержания аэрозолей, характеризующую не точку, а слой.

Однако, использование рассматриваемого метода имеет свои недостатки. Основным из них является невозможность использовать весовой метод, так как он требует (см. инструкцию Гос. ком. Сов. Мин. СССР по химии 1961 г.) для получения достоверных результатов при малой ($1,0 \text{ мг/м}^3$) запыленности воздуха, имеющей место на более высоких уровнях атмосферы, большого объема прососанного воздуха, а отсюда и большой продолжительности отбора — порядка 30 мин. За этот промежуток времени самолет при средней скорости 60 м/сек пролетит более 120 км, и, следовательно, полученный образец может характеризовать только среднее содержание аэрозолей в районе облета самолета.

Поэтому, для использования самолета возможно применить только счетный (кониметрический) метод, т. е. сбор частиц с последующим их подсчетом и определением спектра их размеров. При этом методе необходимо, чтобы во входном отверстии прибора соблюдалась изокинетичность, т. е. равенство скоростей потоков, входящих в прибор, (в наружном воздухе) и внутри входного отверстия (канала), при условии, что внешний поток параллелен потоку внутри входной трубки.

Так как в условиях самолета мощность отсасывающего устройства (насоса) не может быть значительной (удобно, например, пользоваться ручным насосом), то для соблюдения изокинетичности входное отверстие ловушки должно быть очень узким, в соответствии с чем должна быть рассчитана вся конструкция прибора, т. е. его обтекаемость и.

возможно, меньшая потеря частиц на пути от входного отверстия до места отложения.

В наших исследованиях мы пользовались сконструированной и построенной Отделом физики атмосферы ловушкой импакторного типа. Описание ее приведено в работе [5]. Как указано в работе [5], разработанная конструкция прибора обеспечивает требуемую изокINETИЧНОСТЬ воздушных потоков у входного отверстия прибора (канала), отсутствие завихрений у этого отверстия и, при взятых отношениях размеров входного отверстия канала и его отверстия у приемной пластинки, оседания всех частиц, имеющих диаметр более 0,5 мк.

Смена приемных пластинок производится легко и быстро, что позволяет получать большое число образцов за относительно короткое время полета.

Параллельно с конструкцией прибора нами были разработаны также приемы, обеспечивающие правильность выбора времени экспозиций при взятии образцов, маркировки приемных пластинок, их хранения и т. д.

При взятых нами размерах засасывающего отверстия для получения в приборе скорости, равной 60 м/сек, необходимо в одну секунду просасывать 54 см³. В этом случае при прососе в течение 20—30 сек количество частиц, оседающих на приемную пластинку, оказывается достаточным, но не чрезмерным для того, чтобы можно было произвести их подсчет. В нижних слоях атмосферы, и, особенно, у самой земли время прососа должно быть меньше — до 10 и даже 5 сек. За это время самолет успевает пролететь около километра, что позволяет взять образцы для слоев воздуха, лежащих в пределах изучаемого населенного пункта.

Вследствие того, что используемый нами насос (системы Камовского) не может давать непрерывного тока воздуха, в установку был введен промежуточный (между насосом и приемником) сосуд (бак) вместимостью 34 л. При прососе сначала производится отсос из бака до желаемого разрежения (при отключенном приемнике), затем открывается вентиль, соединяющий установку с приемником. Засос идет за счет разницы давления наружного воздуха и в уравнительном баке. Разница эта поддерживается непрерывной откачкой насосом.

Для измерения скорости отсоса в полете можно использовать вакуум-манометр или авиационный высотомер, сопоставляя предварительно их показания с показаниями реометра.

Перевод показаний этих приборов на распределение давления с высотой делается по кривым политропной атмосферы, приводимым в руководствах по метеорологии.

Опыты показали, что для получения скорости 60 м/сек необ-

ходим отсос, соответствующий в условиях лаборатории среднему перепаду давлений порядка 230—240 млб. Давление в баке должно быть $960 - 240 = 720$ млб, что соответствует средней высоте, равной по показаниям высотомера 2250 м.

Для проверки и изучения работы прибора был поставлен ряд опытов в лаборатории. Общий вид установки для проведения этих опытов показан на рис. 1.

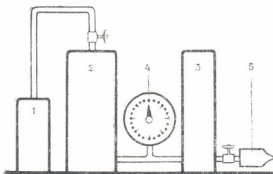


Рис. 1

Прежде всего было установлено, что получение необходимых скоростей не представляет технических трудностей. Требуемое разрежение в уравнительной камере достигается за 4 мин при скорости оборотов насоса, равной 2 в сек, а поддержание установленной разницы давлений требует еще меньшего числа оборотов — порядка 1 в 1 сек.

Так как полученное значение необходимого перепада давления, разное 230—240 млб, относится к наблюдениям на уровне земли, то, естественно, возник вопрос, изменяется ли эта величина и как на тех высотных уровнях, где производятся наблюдения с самолета.

Для решения этого вопроса был поставлен опыт, в котором порядок операций проводился так же, как в описанном выше опыте, но забор воздуха происходил из герметически закрытого сосуда, в котором предварительно (путем отсоса) устанавливалось давление, соответствующее разным высотным уровням, начиная от уровня у поверхности земли до 500 м.

Результаты 20 проведенных опытов показали, что перепады давления для всех уровней в пределах от поверхности земли до 5000 м мало отличаются друг от друга. Колебания зависели от ошибок наблюдений и имели пределы от 202 до 247 млб. Среднее значение получалось 230 млб. Это значение и положено в расчетную табл. 41. «Известия», с. 52, № 3, 1968



лицу для показаний высотомера при полетах. Напомним, что результаты измерений на самолете неприменимы.

Таким образом, мы могли правильно брать образцы до 5000 м включительно. Естественно, что, используя манометр или высотомер с более широким диапазоном показаний, можно получить удовлетворительные результаты и для больших высот.

Все описанные выше опыты проводились при засосе из неподвижного воздуха. В самолете засос производится из встречного потока большей скорости, и потому возникает вопрос, влияет ли этот встречный поток на рассчитанную и получаемую скорость оттока в приемнике.

Для ответа на этот вопрос были поставлены опыты по следующей схеме. Установка для отсоса та же, описанная выше, но входное отверстие заборника располагалось против отверстия, через которое подавался встречный поток воздуха. Этот поток создавался мощной нагнетательной установкой (компрессором для надувания шин), позволившей получить скорости 70 м/сек и выше. Измерение этой встречной скорости производилось с помощью второго реометра. Было проведено 43 опыта, в которых применялись нарастание и снижение скоростей.

Результаты опытов показали, что до скоростей 20—25 м влияние встречного потока показаниями реометра не отмечается. При дальнейшем увеличении скорости встречного потока скорость отсоса также начинает расти, сначала незначительно, затем сильнее и при скорости встречного потока, равной 70 м/сек, достигает 74—79 м/сек. *Средний прирост порядка 7 м/сек.*

Причина этого явления понятна: в спокойном воздухе засасываемому потоку необходимо затратить некоторую энергию для преодоления инерции частиц засасываемого воздуха, чего при встречном потоке делать не приходится.

В соответствии с полученными результатами в указанной выше таблице значений поправок на высоту необходимо ввести еще поправку; при максимальном значении добавочной скорости отсоса, равном + 7 м/сек, оно соответствует 400 м, которые надо сбросить с соответствующих значений высотомера.

Поскольку основные параметры нашего заборника не отличались от ранее применявшихся и исследованных [6], сконструированный прибор имеет коэффициент захвата для частиц от 0,5 мк и выше, практически равный единице.

Известно, что необходимая для полноты осаждения частиц большая скорость струи вызывает не только прилипание частиц, но и сдувание и отскакивание их (даже при условии покрытия приемной

пластинки липким составом) с последующим оседанием на более удаленных участках пластинки или вовсе с уносом потоком.

Такое оседание в виде кольца вокруг места основного отложения было отмечено некоторыми авторами, например Н. А. Фуксом ([7], стр. 150). При изучении различных приборов с круглым и с щелевым отверстием мы обнаружили, что образование такого кольца (а в щелевых приборах полос) по обеим сторонам центрального осадка, вероятно, имеет место всегда, но становится видимым только тогда, когда достигает заметной плотности. Возникает важный вопрос: необходимо ли учитывать частицы в этом поле, или если не учитывать, то какова будет величина погрешности подсчета в этом случае.

Для ответа на этот вопрос в отношении сконструированного нами прибора мы провели специальные лабораторные опыты (числом 22) с продолжительностями прососа от 5 сек до 1 час 25 мин.

Опыты дали чрезвычайно интересные результаты (рис. 2). Первое появление заметного кольца вокруг центральной точки отмечено прибором за 40 сек; при этом центральная точка, имея диаметр 0,5—1 мм,

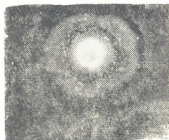


Рис. 2

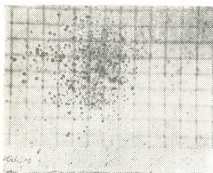


Рис. 3

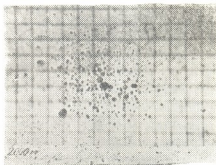


Рис. 4

была резко ограничена и настолько плотна, что подсчет частиц в ней был невозможен. Отсюда следует, что при нормальных экспозициях (не более 20 сек) учета частиц вне центрального пятна можно не делать.

Для проверки работы прибора в натуральных условиях было проведено несколько полетов по преимуществу над районом г. Тбилиси до

4000 м высоты с забором образцов через каждые 500 м. Для подсчета с отложений делались микрофотографии. На рис. 3 и 4 приводим в качестве примера типичные отложения, полученные в одном из полетов (11 мая 1965 г.) над г. Тбилиси на высотах 1000 и 2000 м. Стороны каждой мерной клетки (окулярная сетка) равны 70 мк.

В заключение укажем, что нами разработан и построен вариант конструкции прибора, позволяющий производить несколько заборов на одной приемной пластинке, т. е. не меняя ее. Это достигается небольшим изменением формы приемного конуса—он делается эксцентричным, т. е. входной канал сдвигается от центра приемной пластинки на расстояние 8,5 мм. Такое изменение формы конуса, не нарушая обтекаемости прибора, позволяет получить ряд отложений по кругу на одной и той же пластинке. При диаметре каждого отложения порядка не более 1 мм на приемной пластинке можно получить 10 образцов. Поворот приемной пластинки и фиксация ее в каждом новом положении осуществляются простым приспособлением. Нетрудно видеть, что описываемый вариант прибора не только облегчает работу, но, что еще более важно, позволяет производить наблюдения и исследования распределения аэрозолей более подробно и тонко.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт геофизики

(Поступило 26.6.1968)

გეოფიზიკა

ა. ბალაბუევი, ა. მახარაშვილი

თავისუფალ ატმოსფეროში თვითმფრინავის საშუალებით
 აეროლოგებზე დაკვირვებათა შესახებ

რეზიუმე

შრომაში აღწერილია თვითმფრინავის გამოყენებით აეროლოგების კონცენტრაციის დაკვირვების მეთოდი.

ხელსაწყო, რომლითაც აეროლოგებზე ხდებოდა დაკვირვება, თვითმფრინავზე გამოსაყენებლად რეკონსტრუირებულ იქნა ჩვენ მიერ.

გარდა ლაბორატორიული გამოცდის შედეგებისა, შრომაში მოყვანილია ორი საცდელი ფრენის დაკვირვებათა შედეგები თავისუფალ ატმოსფეროში.

დადოებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Гайворонский. Труды Центр. аэролог. обсерватории, вып. 1, 1949.
2. А. Г. Лактионов. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 8, 1958.
3. Г. Петров. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 11, 1959.
4. Х. Юнге. Химический состав и радиоактивность атмосферы. М., 1965.
5. А. З. Махарашвили. В сб.: «Физика облаков», 1967.
6. Л. М. Левин. Исследование по физике грубо дисперсных аэрозолей. М., 1961.
7. Н. А. Фукс. Механика аэрозолей, М., 1955.

Г. П. ЕСАДЗЕ

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОМЫСЛОВО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ РАЗВЕДКИ НА ШАОРСКОМ КАМЕННОУГОЛЬНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. К. Балавадзе 2.7.1968)

Угленосная свита Шаорского каменноугольного месторождения представлена песчано-глинистыми породами и собственно угольной толщей. Угольная толща оконтуривается нижними и верхними песчаниками. Они вскрываются скважинами, диаметр которых меняется от 76 до 89 мм [1].

Промысловые геофизические работы на Шаорском каменноугольном месторождении проводятся с 1951 г. Целью их проведения являлось составление геоэлектрических разрезов для выделения на них угольных пластов, расчленения угольной толщи, определения качественной и количественной характеристики угольных пластов. Для выполнения этой работы применялись нижеследующие промыслово-геофизические методы:

Метод КС — для определения кажущегося удельного электрического сопротивления горных пород, пересекаемых скважинами. При измерении этим методом применялись трехэлектродные установки с размерами А1,95М0,1N и N0,03М0,335А М [1]. Кривые КС способствуют выделению в разрезе интервалов относительно высоких электрических сопротивлений, характеризующих угольные пласты и разные углесодержащие породы. Сравнительно низкими значениями электрических сопротивлений в разрезе характеризуются песчаники, песчанистые сланцы и т. д. Самыми низкоомными в разрезе являются глинистые породы [2—4].

Метод РТ регистрирует изменения силы тока вдоль скважины с помощью одноэлектродной установки. Кривая РТ, очевидно, должна давать обратную картину кривой КС. В частности, слой глины по кривой РТ будет отвечать повышенным значениям пропускаемого тока. Угольный пласт токовым каротажем выделяется четко [4].

Метод ЭК заключается в определении электролитных свойств горных пород в скважинах. Кривая ЭК характеризует вызванные потенциалы спустя 0,5" после замыкания тока в цепи. Величины вызванных потенциалов различны для разных пластов, и, следовательно, кривая ЭК

характеризует геоэлектрический разрез скважины. В условиях Шаорского месторождения угольная толща хорошо расчленяется этим методом на отдельные пласты [3].

Метод ГК — гамма-каротаж — определяет естественную гамма-активность горных пород в скважинах. Кривая ГК характеризует изменение радиоактивности горных пород. Угольная толща Шаорского месторождения, в частности, имеет низкую радиоактивность против вмещающей среды.

Метод ГГК — гамма-гамма-каротаж — заключается в изучении эффекта рассеяния гамма-лучей при облучении горных пород. Рассеяние гамма-излучения возникает в процессе комптоновского (упругого соударения γ -квантов и электронов) и фотоэлектрического взаимодействия первичных гамма-лучей радиоактивного источника с окружающей средой. Кривая ГГК характеризует изменение плотности горных пород в скважинах, так как между рассеянием гамма-излучения и плотностью горных пород существует обратная зависимость. По полученным кривым ГГК видно, что угольные пласты Шаорского месторождения имеют небольшую плотность и на фоне окружающих пород выделяются сравнительно высокими амплитудами ГГК [4].

Наряду с перечисленными, применялся метод диаметрии, который определяет диаметры скважин с помощью каверномеров. Очевидно, что в плотных породах скважина имеет сравнительно выдержанный номинальный диаметр, а в неплотных породах наблюдаются каверны. На кривых ГГК они выделяются как неплотные породы. Поэтому без данных диаметрии кривые ГГК над угольными пластами могут быть объяснены ошибочно [3].

Для иллюстрации эффективности вышеописанных методов приводятся два характерных примера по скважинам 184 и 226 Шаорского месторождения (рис. 1 и 2).

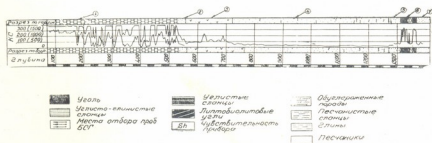


Рис. 1. Сопоставление данных бурения и каротажа по скважине 184 Шаорской геологоразведочной партии: 1—известняки баррема; 2—песчанистые известняки нижнего неокома; 3—кварцево-аркозовые песчаники нижнего неокома; 4—пестроцветная свита кимериджа; угленосная свита бата: 5—верхние песчаники; 6—угольная толща; 7—нижние песчаники

Как явствует из рис. 1, кривая КС характеризует изменение кажущегося электрического сопротивления по всему стволу скважины от 75 до 1400 м. С устья до глубины 531 м бурением вскрыты барремские известняки мелового возраста. Кажущееся электрическое сопротивление известняков до 175 м высокое и достигает 1000—1500 ом. Ниже этого горизонта кажущееся электрическое сопротивление варьирует в пределах 50—1500 ом. Изменение электрического сопротивления в таких широких пределах объясняется трещиноватостью известняков и заполнением трещин глинистым материалом. Местами низкое сопротивление известняков вызвано проникновением бурового раствора в трещины. За барремскими известняками в разрезе по бурению отмечаются породы нижнего неокома, которые сверху представлены песчанистыми известняками. Кажущееся электрическое сопротивление верхней части неокомских отложений достигает 150—250 ом.

В нижней части неокома песчанистые известняки переходят в кварцево-аркозовые песчаники, электрическое сопротивление которых варьирует в пределах 100—150 ом.

За неокомскими отложениями в геологическом разрезе следует пестроцветная свита юрского отложения. Граница между нижним неокомом и пестроцветом по данным каротажа отмечается на глубине 720 м.

Пестроцветная свита прослеживается до глубины 1270 м и представлена чередованием глинистых и песчанистых пород. Электрическое сопротивление пестроцветной свиты колеблется в пределах 10—50 ом. С глубины 1270 м бурением вскрыты верхние песчаники угленосной свиты. Граница между пестроцветной свитой и верхними песчаниками проведена по геологическому разрезу и четко выделяется на кривой КС. Сопротивление верхних песчаников в 2 раза выше сопротивления нижней части пестроцветной свиты и равно 20 ом. Угленосная свита с оконтуривающими ее верхними и нижними песчаниками относится к батским отложениям юрского возраста [1]. Контакт между угольной толщей и верхними песчаниками по кривой КС выделяется весьма отчетливо.

Электрическое сопротивление угольных пластов достигает 300 ом. Угольная толща на глубине 1314—1362 м находится между верхними и нижними песчаниками. Электрическое сопротивление нижних песчаников колеблется в пределах 20 ом. Приведенный геоэлектрический разрез почти полностью подтверждает разрез, составленный по материалам бурения, что свидетельствует о том, что по кривым КС возможны составление геоэлектрического разреза по скважинам и выделение угленосной свиты от окружающей среды.

С целью расчленения угленосной свиты, определения структуры, мощности и глубин залегания отдельных угленосных пластов применялись все рассматриваемые выше методы промысловой геофизики.

Сопоставление данных бурения и каротажа по скважине 22% Шаурской геологоразведочной партии

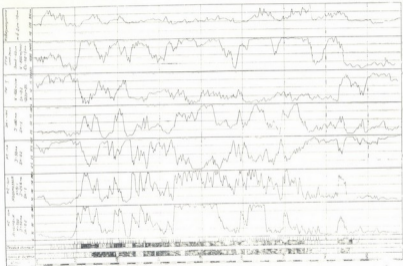


Рис. 2

Для иллюстрации приводим наиболее характерный геологический разрез (рис. 2).

По бурению угольная толща выделяется в интервале 1316,80—1348,30 м и состоит из двух угольных пластов. Общая мощность толщи составляет 31,5 м.

В геоэлектрическом разрезе верхняя граница угольной толщи отмечается на глубине 1315,0 м, т. е. на 1,80 м выше, чем по бурению, что доказано данными боковых стреляющих грунтоносов. Нижняя граница угольной толщи в геоэлектрическом разрезе отмечается на глубине 1348,00 м. Расхождение между данными бурения и каротажем на 0,30 м подтверждено данными боковых стреляющих грунтоносов.

По данным бурения, угольная толща в интервалах 1319—1320 и 1322—1323 м содержит прослой аргиллитов и в интервале 1343,20—1346,60 м имеются прослой песчаников и песчанистых сланцев.

В геоэлектрическом разрезе по кривым КС в интервале 1317,7—1319,40 м отмечаются прослой, частично подтверждающиеся другими методами, особенно в его нижней части. На глубине 1318,70 м и ниже кривые РТ, ЭК, ГК и ГГК отмечают углесодержащую массу, наличие которой подтверждается образцами грунтоносов.

Диаметрометрия на данном интервале отмечает выдержанный диаметр ствола скважины, характерный для более плотных аргиллитовых прослоев. Существующее несогласие между данными грунтоносных образцов и диаметрометрии возможно объяснить крутым падением пластов и межпластовых прослоев, что может привести к опробованию фиктивной глубины. Тогда грунтоносные данные не могут быть эффективными и вопрос наличия прослоя остается нерешенным. В интервале 1320,80—1321,60 м на всех кривых каротажа отмечаются прослой обуглероженных аргиллитов, что подтверждается данными грунтоносных образцов. Наличие данного прослоя в геоэлектрическом разрезе сомнений не вызывает. Данные диаметрометрии также отмечают стабильность диаметра ствола скважины, что характерно для плотных аргиллитов. В интервале 1325—1326,40 м все геофизические кривые отмечают прослой, а данные грунтоносных образцов — углесодержащую среду, по-видимому, более высокой зольности (по порядку удельного электрического сопротивления).

Аналогичная картина наблюдается при анализе кривых в интервале 1332,00—1334,50 м, где диаметрометрия отмечает также стабильность диаметра ствола скважины.

В интервале 1337,60—1339,70 м по кривой КС (А1,95М0,1N) отмечаются прослой. Кривые ГГК и РТ подтверждают данные кривой КС (N0,03M0,335A), а грунтоносные работы показывают наличие угольного пласта. В интервале 1339,70—1342,00 м кривая КС (А1,95М0,1N) не дает характерную, четко выраженную картину для угольного пласта, тогда как все остальные геофизические параметры с учетом грунтонос-

ных образцов повторяют данные кривой КС (N0,03MO,335A). Такое несоответствие между данными КС на двух разных разносах требует специального объяснения.

Кривая ГГК в данном интервале, особенно в его нижней части показывает из-за наличия каверн кажущееся увеличение мощности пласта. Следовательно, нижняя граница угольного пласта проведена по кривым КС (N0,03MO,335A), РТ и по грунтоносным данным. Второй угольный пласт подтверждается всеми геофизическими параметрами, за исключением кривых ГК и ГГК, которые по причине наличия каверн в стволе скважины дают увеличенную мощность пласта.

Исходя из изложенного следует заключить, что применение комплекса промысловых геофизических методов на Шаорском каменно-угольном месторождении не только выделяет отдельные литологические образования, но является довольно эффективным средством расчленения продуктивной толщи на угленосные и неугленосные пласты, несмотря на то что разрешающая способность каждого из методов в условиях Шаорского месторождения неполная. Для выяснения преимущества какого-либо из описанных выше методов необходимы дальнейшее исследование и тщательный анализ фактического каротажного материала.

Комплексная каротажная партия
 Управления геологии при СМ ГССР

(Поступило 9.7.1968)

გეოფიზიკა

ბ. მსაძმ

შაორის ქვანახშირის საბადოზე სარეწაო გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენების ეფექტურობის შესახებ

რ ე ზ ი მ ე

შაორის ქვანახშირის საბადოს ნახშირიანი წყება წარმოდგენილია ბათური ასაკის ზედა და ქვედა ქვიშაქვებით, რომელთა შორის მოქცეულია საკუთრივ ნახშირიანი შრე. ნახშირიანი წყების ჩაწოლის სიღრმე 1200—1300 მეტრით განისაზღვრება. გეოლოგიურმა ძიებამ, რაც ჩატარდა ღრმა კაბურღილებით, განაპირობა სარეწაო გეოფიზიკური მეთოდების კომპლექსური გამოყენება.

სარეწაო გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენებით მიღებული მასალების საფუძველზე შესაძლებელი გახდა კაბურღილების მიერ გადაკვეთილი ქანების გეოლექტრული ჭრილების დადგენა და ამ ჭრილებში ნახშირიანი წყებების გამოყოფა.

დამოფიზიკური ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Е. Капанадзе, Г. П. Есадзе, Л. Ф. Поклепа. Отчет геофизической партии по каротажным работам за 1962 год. Фонды треста «Грузуглерудразведка».
2. Справочник геофизика, т. II, 1961.
3. С. С. Итенберг. Промысловая геофизика. Гостоптехиздат, 1961.
4. И. М. Блох. Отчет по обзорному обобщению каротажных работ на угольных месторождениях Кавказа. Всесоюзный н.-и. угольный ин-т (ВУГИ), 1957.



А. М. ОКУДЖАВА

ЗАТВЕРДЕВАНИЕ ПОЛУОГРАНИЧЕННОЙ СОСТАВНОЙ СРЕДЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. Г. Хуцишвили 20.9.1968)

Рассмотрим полуограниченную среду, состоящую из двух материалов с различными термическими характеристиками— λ_0 , k_0 , c_0 и λ_1 , k_1 , c_1 . Толщину верхнего слоя (нулевая среда) обозначим через R . Нижняя среда (первая среда) простирается до бесконечности. Начальная температура составной среды Φ постоянная и выше температуры затвердевания нулевой среды V . На поверхности $x = 0$ поддерживается нулевая температура. Термические характеристики нулевой среды не меняются в процессе затвердевания. Ищутся распределение температур и закон перемещения фронта фазового раздела $x = f(t)$ до момента полного затвердевания нулевой среды.

Математически задача формулируется следующим образом:

$$\frac{\partial u_0}{\partial t} = k_0 \frac{\partial^2 u_0}{\partial x^2} \quad (0 < x < R), \quad (1)$$

$$\frac{\partial u_1}{\partial t} = k_1 \frac{\partial^2 u_1}{\partial x^2} \quad (x > R), \quad (2)$$

$$u_0(x, 0) = u_1(x, 0) = \Phi,$$

$$u_0(0, t) = 0,$$

$$u_0[f(t) - 0, t] = u_0[f(t) + 0, t] = V = \text{const} \quad (V < \Phi),$$

$$\lambda_0 \left(\frac{\partial u_0}{\partial x} \right)_{x=f(t)-0} - \lambda_0 \left(\frac{\partial u_0}{\partial x} \right)_{x=f(t)+0} = \rho_0 L f'(t),$$

$$u_0(R, t) = u_1(R, t), \quad (3)$$

$$\lambda_0 \left(\frac{\partial u_0}{\partial x} \right)_{x=R} = \lambda_1 \left(\frac{\partial u_1}{\partial x} \right)_{x=R}. \quad (4)$$

Построим выражения температурных полей по методу Лайтфута [1]. Для этого необходимо найти функцию влияния мгновенного источника в условиях нашей задачи. Источник должен быть расположен в области $0 < x' < R$, а на границе $x = 0$ должна поддерживаться нулевая температура. Воспользуемся идеей Зоммерфельда [2], примененной им при построении функции влияния двухслойной неограниченной среды.

Рассмотрим трехслойную составную среду, симметричную относительно начала координат. Область $(-R, R)$ заполнена материалом нулевой среды, а области $(-\infty, -R)$, (R, ∞) — материалом первой среды. Таким образом, границами сопряжения температурных полей будут плоскости $x = -R$ и $x = R$.

Дифференцируя (3), (4) по времени и используя (1), (2), находим, что

$$k_1^n \left(\frac{\partial^{2n} u_1}{\partial x^{2n}} \right)_{x=\pm R} = k_0^n \left(\frac{\partial^{2n} u_0}{\partial x^{2n}} \right)_{x=\pm R}, \quad (5)$$

$$\lambda_1 k_1^n \left(\frac{\partial^{2n+1} u_1}{\partial x^{2n+1}} \right)_{x=\pm R} = \lambda_0 k_0^n \left(\frac{\partial^{2n+1} u_0}{\partial x^{2n+1}} \right)_{x=\pm R}.$$

Разлагая функции u_1 и u_0 в ряд Тейлора в окрестности точек R и $-R$ и учитывая (5), получаем

$$u_1(x, t) = \frac{1}{1+h} \{ u_0 [b(x \mp R) \pm R, t] + hu_0 [-b(x \mp R) \pm R, t] \}, \quad (6)$$

$$u_0(x, t) = \frac{1}{1-h} \left\{ u_1 \left[\frac{1}{b} (x \mp R) \pm R, t \right] - hu_1 \left[-\frac{1}{b} (x \mp R) \pm R, t \right] \right\}. \quad (7)$$

$$\text{Здесь } b = \sqrt{k_0/k_1} \text{ и } h = \frac{\lambda_1}{\lambda_0} \sqrt{\frac{k_0}{k_1}} - 1 / \frac{\lambda_1}{\lambda_0} \sqrt{\frac{k_0}{k_1}} + 1.$$

Верхний знак в (6) и (7) относится к значениям u_1 , расположенным в области (R, ∞) , а нижний — в области $(-\infty, R)$. Выражения (6) и (7) имеют место для любого интеграла уравнения теплопроводности, удовлетворяющего условиям сопряжения температурных полей на границах $x = R$ и $x = -R$. Функция влияния $v(x, x', t)$, помимо этого, должна обладать в точке x' особенностью типа источника.

Следуя методу изображений, расположим в области $(-R, R)$ в точке x' источник

$$\frac{1}{2\sqrt{\pi k_0 t}} \exp \left[-\frac{(x-x')^2}{4k_0 t} \right].$$

В соответствии с соотношением связи (6) температурное поле в области (R, ∞) , обусловленное наличием этого источника, будет иметь вид

$$\frac{1}{1+h} \frac{1}{2\sqrt{\pi k_0 t}} \exp \left\{ -\frac{[b(x-R) + R - x']^2}{4k_0 t} \right\} +$$

$$\frac{h}{1+h} \frac{1}{2\sqrt{\pi k_0 t}} \exp \left\{ -\frac{[-b(x-R) + R - x']^2}{4k_0 t} \right\}.$$

В этой области $x > R$. Первый член не может иметь особенностей, а второй представляет собой источник, расположенный в точке $\xi = \frac{1}{b}(R - x') + R$. Ликвидируем его, поместив в точке ξ сток соответствующей силы.

Температурное поле в области $(-R, R)$, согласно условию (3), дополнится членом, содержащим особенность лишь в точке x' , и будет иметь следующий вид:

$$\frac{1}{1+h^2} \frac{1}{2\sqrt{\pi k_0 t}} \exp\left[-\frac{(x-x')^2}{4k_0 t}\right] - \frac{1}{1-h^2} \frac{1}{2\sqrt{\pi k_0 t}} \exp\left[-\frac{(x-x'-2R)^2}{4k_0 t}\right].$$

Мы ищем функцию влияния единичной силы. Поэтому разделим все выражения на $1/1+h^2$.

Совершенно аналогично изучим температурное поле в области $(-\infty, -R)$, обусловленное влиянием уже построенной в области $(-R, \infty)$ функции. Продолжая этот процесс, найдем функцию влияния в следующем виде:

$$\begin{aligned} \varphi_0(x, x', t) &= \frac{1}{2\sqrt{\pi k_0 t}} \left\{ \exp\left[-\frac{(x-x')^2}{4k_0 t}\right] - \right. \\ &- \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} h^n \left\{ \exp\left[-\frac{(x+x'-2nR)^2}{4k_0 t}\right] + \exp\left[-\frac{(x+x'+2nR)^2}{4k_0 t}\right] \right\} + \\ &+ \sum_{n=2,4,\dots}^{\infty} h^n \left\{ \exp\left[-\frac{(x-x'-2nR)^2}{4k_0 t}\right] + \exp\left[-\frac{(x-x'+2nR)^2}{4k_0 t}\right] \right\}, \\ \varphi_1(x, x', t) &= \frac{1-h}{2\sqrt{\pi k_0 t}} \left\{ \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} h^{n-1} \exp\left[-\frac{\{b(\pm x-R) + (2n-1)R \mp x'\}^2}{4k_0 t}\right] - \right. \\ &- \left. \sum_{n=2,4,\dots}^{\infty} h^{n-1} \exp\left[-\frac{\{b(\pm x-R) + (2n-1)R \pm x'\}^2}{4k_0 t}\right] \right\}. \end{aligned}$$

Верхний знак берется для значений φ_1 , лежащих в области (R, ∞) , а нижний — в области $(-\infty, -R)$.

Как и следовало ожидать, построенная функция симметрична относительно пары значений (x, x') и $(-x, -x')$. Поэтому функцию влияния для нашей граничной задачи $G(x, x', t)$ можно получить методом отражения φ :

$$G(x, x', t) = \varphi(x, x', t) - \varphi(x, -x', t) \quad (x \text{ и } x' > 0).$$

Окончательно

$$\begin{aligned} G_0(x, x', t) &= \frac{1}{2\sqrt{\pi k_0 t}} \sum_{n=0}^{\infty} h^n \left\{ \exp\left[-\frac{(x-x'-2nR)^2}{4k_0 t}\right] - \right. \\ &- \exp\left[-\frac{(x+x'-2nR)^2}{4k_0 t}\right] + \frac{1}{2\sqrt{\pi k_0 t}} \sum_{n=1}^{\infty} h^n \left\{ \exp\left[-\frac{(x-x'+2nR)^2}{4k_0 t}\right] - \right. \\ &- \left. \left. \exp\left[-\frac{(x+x'+2nR)^2}{4k_0 t}\right] \right\} \right\}, \end{aligned}$$



$$G_1(x, x', t) = \frac{1-h}{2\sqrt{\pi k_0 t}} \sum_{n=1}^{\infty} h^{n-1} \left\{ \exp \left[-\frac{[b(x-R) + (2n-1)R - x']^2}{4k_0 t} \right] - \exp \left[-\frac{[b(x-R) + (2n-1)R + x']^2}{4k_0 t} \right] \right\}.$$

Следовательно, искомое распределение температур u_i выразится в виде суперпозиции известного решения линейной задачи (условия (1)–(4), за исключением двух условий на поверхности фазового раздела) v_i [3] и температурного поля, движущегося источника w_i силы $Lf'(t)dt/c_0$, расположенного в точке $x' = f(t)$:

$$u_i(x, t) = v_i(x, t) + w_i(x, t) = v_i(x, t) + \frac{L}{c_0} \int_0^t f'(t') G_1[x, f(t'), t-t'] dt'. \quad (8)$$

Закон перемещения фронта затвердевания следует искать из уравнения

$$u_0[f(t), t] = V. \quad (9)$$

Используя свойства тепловых потенциалов, можно показать, что при этом будут удовлетворены все условия задачи [4].

Обозначим

$$E_n = \exp \left\{ -\frac{[f(t) - f(t') - 2nR]^2}{4k_0(t-t')} \right\} - \exp \left\{ -\frac{[f(t) + f(t') - 2nR]^2}{4k_0(t-t')} \right\},$$

$$D_n = \exp \left\{ -\frac{[f(t) - f(t') + 2nR]^2}{4k_0(t-t')} \right\} - \exp \left\{ -\frac{[f(t) + f(t') + 2nR]^2}{4k_0(t-t')} \right\}.$$

Тогда уравнение (9) примет следующий вид:

$$v_0[f(t), t] + \frac{L}{2c_0\sqrt{\pi k_0}} \int_0^t \frac{f'(t') dt'}{\sqrt{t-t'}} \left\{ \sum_{n=0}^{\infty} h^n E_n + \sum_{n=1}^{\infty} h^n D_n \right\} = V. \quad (10)$$

Когда $h = -1$, $u_1(x, t)$ и (10) совпадают с соответствующими выражениями, найденными Лайтфутом при рассмотрении проблемы затвердевания ограниченной пластины толщиной $a = 2R$ [1]. С физической точки зрения это вполне понятно, так как характерной особенностью двухстороннего затвердевания пластины является отсутствие обмена тепла между левой и правой половинами. Каждая из них затвердевает так, как будто они в плоскости симметрии ($x = 0$) соприкасаются со средой нулевой тепловой активности.

Когда $h = 0$, уравнения (8) и (10) перерождаются в соответствующие уравнения классической задачи Стефана о затвердевании однородной полугораниченной среды.

Наконец, когда $h = 1$, мы приходим к задаче о затвердевании среды, соприкасающейся со средой бесконечно большой тепловой активности.

Все эти задачи родственные, и их решение сводится к решению уравнения (10) при различных значениях параметра h .

Когда $h = 0$, решение (8) известно.

При $h = -1$ Лайтфут дал приближенное решение (8) в следующем виде [1]:

$$f(t) = 2k\sqrt{k_0 t}, \quad 0 < t < t_1, \quad (11)$$

$$f(t) = b - 2K\sqrt{k_0(t_2 - t)}, \quad t > t_1. \quad (12)$$

t_1 следует выбирать в каждом конкретном случае, руководствуясь величиной «невязки» (11) с уравнением (10). Постоянные b и t_2 подбираются из условия непрерывности $f(t)$ и $f'(t)$ в точке t_1 . Значение постоянной K ищется методом проб, судя по «невязке» (12) с уравнением (10) к какому-либо моменту времени, например к моменту полного затвердевания пластины. Лайтфут на численных примерах показал, что таким способом можно получить решение с весьма высокой степенью точности. Это указывает на то, что истинная функция хорошо аппроксимируется законом (11), (12).

Однако из-за сложности уравнения (10) практическая реализация изложенной схемы связана с большой затратой труда, особенно при подборе K [1]. По этой причине к решению Лайтфута обращаются крайне редко.

Воспользуемся тем обстоятельством, что при $h = 0$ точное решение уравнения (10) известно. Примем $f_0(t)$ в качестве нулевого приближения. Согласно (10),

$$\Phi\Theta\left[\frac{f(t)}{2\sqrt{k_0 t}}\right] = \Phi\Theta(k) - \frac{\Phi - V}{1 - \Theta(k)} \sum_{n=1}^{\infty} h^n \left[\Theta\left(\frac{nR}{\sqrt{k_0 t}} + k\right) - \Theta\left(\frac{nR}{\sqrt{k_0 t}} - k\right) \right], \quad (13)$$

где

$$\Theta(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z \exp(-\xi^2) d\xi.$$

Можно ожидать, что по крайней мере для малых h

$$f(t) = 2(k + \Delta k)\sqrt{k_0 t} \quad \text{и} \quad \Delta k = \sum_{i=1}^{\infty} \mu_i h^i.$$

Разлагая левую часть (13) по степеням Δk и уравнивая коэффициенты при одинаковых степенях h , находим неизвестные функции. Оценка показывает, что μ_2, μ_3, \dots пренебрежимо малы, и можно положить, что

$$f(t) = 2\left\{k - h \exp(k^2) \frac{\sqrt{\pi}}{2\Phi} \frac{\Phi - V}{1 - \Theta(k)} \left[1 - \Theta\left(\frac{R}{\sqrt{k_0 t}} - k\right)\right]\right\} \sqrt{k_0 t}. \quad (14)$$

Справедливость этого закона при больших значениях h необходимо проверить, подставив его в уравнение (10). Однако можно поступить и иначе, а именно сравнить его с расчетами Лайтфута, т. е. проверить его в наименее выгодных условиях, при предельно большом значении параметра h .

Ниже приводится результат такого сравнения. Исходные данные можно найти в работе [1].

$\sqrt{k_0 t}/R$	$\dot{t}(t)/2R$	
	по Лайтфуту	по уравнению (14)
0,35	0,275	0,276
0,40	0,322	0,321
0,45	0,375	0,374
0,50	0,435	0,439
0,54	0,489	0,501

При тех же условиях наиболее часто применяемый приближенный метод Лейбензона [5] дает ошибку до 30%.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт геофизики

(Поступило 24.9.1968)

გეოფიზიკა

ა. მკუჯავა

ნახევრადწიფი მუდმივი უდგენილი გარემოს გამყარება

რეზიუმე

განხილულია სტეფანის ამოცანა მუდმივი საწყისი ტემპერატურის ნახევრადწიფი მუდმივი უდგენილი გარემოსათვის, რომლის ზედაპირიც ინარჩუნებს მუდმივ (ნულოვან) ტემპერატურას. იგულისხმება, რომ შემადგენელ მასალათა სითბური მახასიათებლები სხვადასხვაა. გამყარების პროცესში მათი ცვლილება უგულებელყოფილია. ლაიტფუტის მეთოდის საშუალებით გამოსახულია ტემპერატურათა განაწილება და ფაზური გადასვლის მოძრავი ზედაპირის განტოლების საფუძველზე მიღებულია ამოცანის მიხლოებითი ამოხსნა.

დამოწიებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. N. M. Lightfoot. Proc. London Math. Soc., s. 2, vol. 31, part 2, 1930.
2. Г. С. Карслоу. Теория теплопроводности. М.—Л., 1947.
3. А. В. Лыков. Теория теплопроводности, М., 1967.
4. А. М. Окуджава. Сообщения АН ГССР, L, 3, 1968.
5. Л. С. Лейбензон. Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз., 6, 1939.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Е. М. БЕНАШВИЛИ, Х. И. АРЕШИДZE (член-корреспондент АН ГССР),
К. И. ЧХЕНДZE

ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДОРОДНОЙ
И ДЕКАТИОНИРОВАННОЙ ФОРМ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТОВ
ТИПА X В РЕАКЦИЯХ ПРЕВРАЩЕНИЯ Н-ГЕКСАДЕКАНА

В предыдущей работе [1] исследованы каталитические свойства натриевой, кальциевой и никелевой форм синтетических цеолитов типа X в реакциях превращения н-гексадекана. В ней было показано, что кальциевая форма является наиболее активным крекирующим и изомеризирующим катализатором, на котором интенсивно протекает также реакция перераспределения водорода, в результате чего продукты катализа имеют более насыщенную природу.

В настоящей работе представлены результаты крекинга н-гексадекана в присутствии водородной и декатионированной форм цеолита X и промышленного алюмосиликата. Показана высокая крекирующая и изомеризирующая активность цеолита НХ, которая сопровождается интенсивным перераспределением водорода с образованием более насыщенных продуктов крекинга и изомеризации, по сравнению с декатионированной формой.

Водородная и декатионированная формы получены из ГОБ ВНИИ НП в виде порошков (Ц-202—467), приготовленных по прописи Института физической и органической химии им. П. Г. Меликишвили АН ГССР. Степень обмена натрия на водород равнялась ~ 65%, а отношение

$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} = 2,4$. Промышленный алюмосиликат был получен с

Бакинской катализаторной фабрики.

Исходный н-гексадекан имел следующие физические свойства: т. кип. 286,5° (Р 760 мм); n_D^{20} 1,4345; d_4^{20} 0,7763.

Опыты проводились в проточной системе, при атмосферном давлении, в интервале температур 350—440°, при объемной скорости подачи н-гексадекана 0,6 час⁻¹. Соотношение углеводород : катализатор составляло 1:2.

Жидкие катализаты н-гексадекана путем перегонки разделялись на три фракции: от начала кипения катализа до 100°, от 100° до начала кипения исходного углеводорода и на фракцию-остаток, кипящую в пределах исходного углеводорода и выше. Фракции, выкипающие

до 100°, анализировались методом газо-жидкостной хроматографии. Анализы проводились на капиллярном хроматографе с пламенно-ионизационным детектором на медной колонке длиной 56 м, внутренним диаметром 0,2 мм, с дибутиратом триэтиленгликоля; температура термостата 25°, давление на входе 0,3 атм. Кроме того, анализы проводились на хроматографе ЛХМ-8М с насыпной колонкой длиной 10 м, диаметром 4 мм, с дибутиратом триэтиленгликоля, на хромосорбе W (10%); температура в термостате 45°, давление на входе 1,9 атм. Идентификация пиков производилась по эталонным углеводородам.

Таблица 1

Результаты каталитических превращений *n*-гексадекана при t 350–440° и объемной скорости 0,6 час⁻¹. Соотношение углеводород: катализатор 1:2

Катализатор	t , °	Продукты реакции, вес. %			Свойства жидкого катализата				% превр. <i>n</i> -гексадекана
		Жидкие	Газообразные	Кокс и потери	n_D^{20}	d_4^{20}	Бромное число	Выход фр. 100° на катализат, вес. %	
НХ	350	44,2	34,0	21,8	1,3922	0,6930	12,0	67,1	100,0
ДсХ	400	66,4	20,4	13,2	1,4135	0,7193	32,8	36,4	86,1
ДсХ	440	43,3	42,2	14,5	1,4090	0,7134	95,0	42,6	95,4
Промышленный алюмосиликат	440	53,8	42,4	3,8	1,4305	0,7603	21,6	13,1	61,7

Анализ газообразных продуктов катализа производился на хроматографе ХЛ-3, который был реконструирован для полного анализа газа. Результаты эксперимента представлены в табл. 1–3.

Как видно из табл. 1, высокой крекирующей активностью отличается водородная форма, на которой уже при 350° происходит полное превращение *n*-гексадекана в жидкие, газообразные и коксообразные продукты катализа. На декатионированной форме почти такая же степень превращения (95,4%) достигается при значительно более высокой (440°) температуре.

Промышленный алюмосиликат в условиях температуры 440° и объемной скорости 0,6 час⁻¹ вызывает крекинг *n*-гексадекана на 62,7%. Наибольший выход фракции, выкипающей до 100°, полученный на цеолите НХ (67,1%), также указывает на высокую крекирующую активность этого катализатора.

Наряду с крекингом *n*-гексадекана, на этих катализаторах с различной интенсивностью протекают реакции изомеризации и перераспределения водорода в образовавшихся олефинах, что существенно влияет на конечный состав продуктов катализа.

Если сравним свойства жидких катализатов, полученных на цеолитах НХ и ДсХ при 350 и 440° соответственно, когда степень превращения



примерно одинаковая, увидим, что такие показатели, как бромные числа и выход жидких катализаторов, резко отличаются друг от друга. На цеолите ДсХ получено очень высокое бромное число катализатора—95, тогда как на водородной форме — 12.

Таблица 2

Углеводородный состав газа, определенный методом газо-жидкостной хроматографии

№	Углеводороды, объемн. %	НХ, 350°, 0,6 час ⁻¹	ДсХ, 440°, 0,6 час ⁻¹	ДсХ, 400°, 0,6 час ⁻¹	Промышленный алюмосиликат, 440°, 0,6 час ⁻¹
1	Водород	5,6	6,6	7,1	1,6
2	Метан	4,5	7,3	8,0	1,7
3	Этан	10,3	8,1	7,8	10,0
4	Этилен	5,7	7,0	6,5	7,9
5	Пропан	15,3	14,2	13,5	15,3
6	Пропилен	2,1	13,7	13,9	12,9
7	изо-Бутан	34,4	10,7	16,0	4,3
8	n-Бутилен	7,9	6,5	10,6	20,4
9	изо-Бутилен	—	4,7	4,3	6,1
10	n-Бутилен	1,9	16,2	7,0	12,2
11	цис-Бутилен	1,5	3,0	3,5	3,2
12	транс-Бутилен	9,9	2,1	2,3	4,4
13	изо-Пентан	1,5	0,3	0,4	—
14	$\Sigma C_n H_{2n+2}$	73,9	53,8	56,3	51,7
15	$\Sigma C_n H_{2n}$	21,1	39,6	36,6	46,7
16	$\Sigma i-C_4-C_5$	35,9	15,7	20,7	10,4
17	изо-Бутан : n-бутан	4,4	1,7	1,5	0,2

Свойства фракций катализаторов, выкипающих до 100°, наглядно показывают также результаты интенсивного перераспределения водорода. Так, содержание олефинов во фракции, полученной на НХ, равно 7,8%, тогда как на цеолите ДсХ — 70,7%, т. е. почти в 10 раз больше.

Большое количество образовавшегося кокса именно на цеолите НХ (21,8%) можно объяснить наличием на катализаторе продуктов уплотнения, обедненных водородом, являющихся источником водорода для насыщения непредельных углеводородов, образовавшихся в процессе катализа.

Углеводородный состав газообразных продуктов превращения n-гексадекана, полученных на исследованных катализаторах, показывает значительные различия. Газ, образовавшийся на цеолите НХ, наиболее богат углеводородами ряда метана (73,9%), тогда как на декатионированной форме и промышленном алюмосиликате содержание олефинов почти в 2 с лишним раза больше, чем на водородной форме.

Обращает на себя внимание тот факт, что содержание изо-С₄—С₅-углеводородов значительно выше в катализате на водородной форме. Особо следует отметить высокое содержание в нем изо-бутана (34,4%), составляющее свыше 95% от общего содержания углеводородов изо-строения, а в пересчете на исходный углеводород — 11,7%. Самая низкая степень изомеризации наблюдается в газообразных продуктах.

полученных на промышленном алюмосиликате; соотношение изо-бутан: н-бутан составляет 0,2, тогда как на цеолите НХ — 4,4.

Исследование жидких катализаторов н-гексадекана, полученных на этих цеолитах, показывает такую же картину более глубокой изомеризации на цеолите НХ.

Таблица 3
Углеводородный состав фракций катализаторов н-гексадекана,
выкипающих до 100°C

№	Углеводороды, вес. %	НХ, 350°, 0,6 час ⁻¹	ДсХ, 400°, 0,6 час ⁻¹	ДсХ, 440°, 0,6 час ⁻¹
1	изо-Бутан	0,5	1,4	0,4
2	н-Бутан	0,4	2,4	0,5
3	изо-Бутилен + бутен-1	—	1,7	1,9
4	транс- и цис-Бутен-2	—	0,7	2,1
5	2-Метилбутан	14,1	11,6	4,1
6	н-Пентан	2,3	5,7	1,3
7	Пентен-1	0,4	0,7	6,9
8	2-Метилбутен-1	—	2,9	3,1
9	транс-Пентен-2	—	4,0	4,9
10	цис-Пентен-2	—	1,6	1,6
11	2-Метилбутен-2	2,1	8,8	12,8
12	2,3,Диметилбутан + 2-ме- тилпентан	21,2	9,9	—
13	3-Метилпентан	19,1	5,7	4,4
14	н-Гексан	5,7	8,6	9,2
15	Гексен-1	—	3,3	6,7
16	Гексен-3 + транс-гексен-2	2,7	4,0	4,4
17	цис-Гексен-2	1,3	5,4	14,9
18	3-Метилпентен-2	—	3,5	—
19	2-Метилгексан	13,5	3,6	1,9
20	3-Метилгексан	12,1	6,0	6,2
21	н-Гептан	3,2	4,2	4,0
22	Гептаны	1,4	4,3	2,7
23	$\Sigma C_n H_{2n}$	7,9	39,9	62,0
24	$\Sigma C_n H_{2n+2}$	92,1	58,9	32,0
25	изо- $C_n H_{2n+2}$	80,5	38,0	17,0
26	изо- $C_n H_{2n+2}$: н- $C_n H_{2n+2}$	6,9	1,8	1,1
27	изо-Пентан : н-пентан	6,1	2,0	3,2

Из данных табл. 3 видно, что высоким содержанием изо-алканов (80,5%), в том числе 2,3-диметилбутана, отличается катализатор н-гексадекана, полученный на водородной форме, в которой соотношение изо-алканы:н-алканы составляет 6,9. Для декатионированной формы, помимо высокого содержания олефинов, характерны также отсутствие дизамещенных алканов (при 440°) и низкое значение соотношения изо-алканы : н-алканы (1,1—1,8). Кроме того, в катализаторах, полученных на декатионированной форме, отмечается небольшое количество α-олефинов и относительно высокое содержание цис- и транс-олефинов.

Анализ жидких катализаторов методом капиллярной газожидкостной хроматографии выполнен в лаборатории каталитического синтеза ИОХ им. П. Д. Зелинского АН СССР.

Выводы

1. Исследованы каталитические превращения *n*-гексадекана на цеолитах *NH* и *DcX* и промышленном алюмосиликате при температурах 350—440°C.

2. Установлена высокая крекирующая и изомеризующая активность водородной формы, на которой интенсивно протекает также реакция перераспределения водорода. Декатионированная форма по своей крекирующей активности следует за водородной формой, но не катализирует или слабо катализирует реакцию перераспределения водорода. Поэтому для нее характерно высокое содержание олефинов как в жидких, так и в газообразных продуктах катализа. Промышленный алюмосиликат по своей крекирующей и изомеризующей активности значительно уступает водородной и декатионированной формам цеолитов *X*.

3. Получены высокие выходы изо-бутана и изо-пентана на водородной форме цеолита *X*.

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

(Поступило 22.5.1968)

ორგანული ქიმია

ბ. ბენაშვილი, ძრ. არაშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ძ. ჩხიძე

წყალბადისა და დეკათიონირებული ფორმის *X* ტიპის სინთეზური ცეოლითების კატალიზური თვისებების გამოკვლევა
n-ჰექსადეკანის გარდაქმნის რეაქციებში

რეზიუმე

შრომაში შესწავლილია *n*-ჰექსადეკანის კატალიზური გარდაქმნა *X* ტიპის ცეოლითების წყალბადურ და დეკათიონირებულ ფორმებზე 350—440°C-ზე და 0,6 საათი⁻¹ მოცულობითი სიჩქარით. დადგენილია, რომ აღნიშნული

ნახშირწყალბადის კრეკინგის რეაქციაში მაღალი აქტივობით გამოირჩევა წყალბადური ფორმა, რომელზედაც ინტენსიურად მიმდინარეობს წარმოშობილი ოლეფინური ნახშირწყალბადების იზომერირება და მათში წყალბადის გადანაწილების პროცესი.

დასოფიებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. X. И. Арешидзе, E. M. Бенашвили, Г. О. Чивадзе. Сообщения АН ГССР, 50, № 1, 1968.



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Т. Н. ЛЕВСАДЗЕ, Л. Т. ЧХАНДЗЕ, Б. А. ТАБИДЗЕ,
 И. Я. ПАВЛЕНИШВИЛИ, И. А. ЕЛИГУЛАШВИЛИ

СИНТЕЗ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИХАЛКОНА,
 ПОЛУЧЕННОГО ПОЛИКОНДЕНСАЦИЕЙ
 4,4'-ДИАЦЕТИЛБЕНЗОЛА С ТЕРЕФТАЛЕВЫМ АЛЬДЕГИДОМ

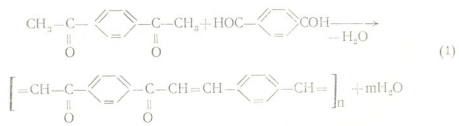
(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. И. Эривани 9.7.1968)

В работе [1] было показано, что поликонденсацией ароматического дикетона с ароматическим диальдегидом, а также алифатического кетона с ароматическим диальдегидом могут быть синтезированы полимерные халконы, характеризующиеся полупроводниковыми свойствами.

Из работ [2, 3] известны продукты конденсации 4,4'-диацетилбензола и 4,4'-диацетилдифенила с бензальдегидом.

Для получения полимерного материала, в котором можно было ожидать появления полупроводниковых свойств, нами впервые была проведена реакция поликонденсации 4,4'-диацетилбензола с терефталевым альдегидом.

Поликонденсация протекает по следующей схеме:



Поликонденсация 4,4'-диацетилбензола с терефталевым альдегидом. Растворяется при нагревании и размешивании 1,62 г (0,01 моля) 4,4'-диацетилбензола и 1,34 г (0,01) терефталевого альдегида в 57,7 см³ тетралина (т. кип. свежеперегнанного тетралина 206—207°). 4,4'-диацетилбензол и терефталевый альдегид получены нами по методике, описанной в работах [4, 5]. Т. пл. 4,4'-диацетилбензола 113—114° (по литературным данным, 114°). Т. пл. терефталевого альдегида 115° (по литературным данным, 115—116°). В горячий раствор через обратный холодильник в течение 40 минут прибавляется 9 мл 25% раствора КОН в метиловом спирте, после чего нагревание продолжается в течение 3 часов при кипении реакционного раствора.

После охлаждения осадок отфильтровывается, промывается ацетоном и большим количеством горячей воды, после чего высушивается в вакууме при 100—120°. В результате получается аморфный мелкодисперсный порошок темно-коричневого цвета, который не растворяется в воде и во многих растворителях. Этот полимер до 500° не плавится, в концентрированной серной кислоте растворяется, окрашиваясь при этом в красный цвет.

Наличие образовавшейся в цепи полихалкона этиленовой связи, сопряженной с карбинильной группой $-\text{CO}-\text{CH}=\text{CH}-$, подтверждается данными ИК-спектра. Частота, соответствующая валентному колебанию вышеупомянутой группы в полихалконе, находится в области 1685 см^{-1} (рис. 1). Это значение частоты из-за эффекта напряжения несколько повышено. В молекуле же 1,4-бис-бензоилэтиленбензола $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_5$, которую в нашем случае можно рассматривать как элементарную ячейку полихалкона, частота валентного колебания, соответствующая группе $-\text{CO}-\text{CH}=\text{CH}-$, найдена в области 1660 см^{-1} (рис. 2).

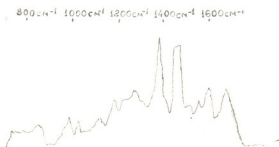


Рис. 1. ИК-спектр полихалкона

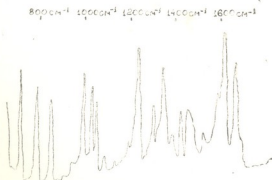


Рис. 2. ИК-спектр 1,4-бис-бензоилэтиленбензола

Для полихалкона изучена термостабильность. Так, при нагревании полимерного материала при 400° в течение 3 часов потеря в весе составляет 11,45%, при 500° за то же время — 49,0%.

Изучение электрических свойств полихалкона

Синтезированный нами полихалкон показал характерную для полупроводников экспоненциальную зависимость проводимости от температуры $\sigma = \sigma_0 \exp\left[\frac{-\Delta F}{KT}\right]$. Исследования проводились в вакууме на образцах в виде таблеток в интервале температур 20—200°. Зависимость проводимости от температуры является типичной для отреннированного в вакууме образца и дает значения $\Delta E = 0,63$ эв и $\sigma_{20} = 1 \cdot 10^{-13}$ см⁻¹ом⁻¹. В результате термической обработки в вакууме, так же как и у большинства полимерных полупроводниковых материалов, у полученного нами полихалкона наблюдаются возрастание проводимости и уменьшение энергии активации.

Изучение парамагнитных свойств полихалкона

Запись спектров ЭПР производилась на установке ЭПР-2. Все опыты велись в кварцевых ампулах при 10^{-5} мм рт. ст. Спределение количества неспаренных электронов в образцах производилось путем сравнения со стандартным образцом дифенилпикрилгидразила. Спектр ЭПР представляет собой узкий одиночный синглет с g-фактором $2,005 \pm 0,0004$. Концентрация неспаренных электронов на 1 г вещества $N = 4,46 \cdot 10^{17}$, расстояние между точками максимального наклона $\Delta H = 7,3$ э.

В настоящее время широко распространено мнение [6], что полимеры с системой сопряжения двойных связей независимо от способа их получения дают узкие сигналы ЭПР. Считается, что парамагнетизм этих веществ обусловлен наличием локальных магнитных центров, появление которых связано с нарушением структуры основных цепей макромолекул.

Для выяснения природы парамагнитных частиц, содержащихся в данном полимере, было проведено исследование температурной зависимости парамагнетизма в интервале температур от 20 до 420° (рис. 3). Показана зависимость концентрации парамагнитных частиц от температуры нагрева. Учитывая данные предыдущей работы [7], термообработку производили соответственно для каждой точки по 2 часа. Следует оговориться, что точки, показывающие рост парамагнетизма, не могут указывать на абсолютное увеличение сигнала ЭПР при данной температуре, так как они получены путем измерения спектра ЭПР после охлаждения изучаемых образцов. Из рис. 3 видно, что концент-

рация парамагнитных частиц при повышении температуры медленно возрастает, достигая при 180° своего максимального значения. В этом случае концентрация парамагнитных частиц в 2 раза больше, чем при комнатной температуре. При дальнейшем повышении температуры до 380° концентрация парамагнитных частиц медленно спадает почти до первоначального значения. С 400° концентрация парамагнитных частиц увеличивается с огромной скоростью из-за полной деструкции полимера.

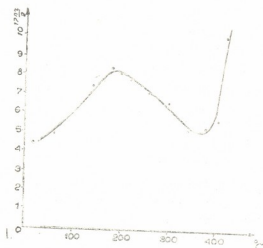
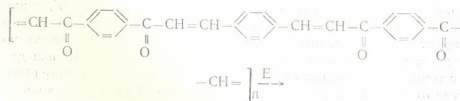
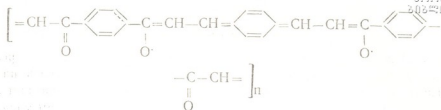


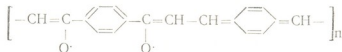
Рис. 3

Наблюдавшиеся факты можно объяснить на основании представлений о «триплетном состоянии» молекулы. Действительно, условия синтеза исследуемого полихалкона не исключают одновременного образования диамагнитных и полимераналогических парамагнитных фракций. Разделить же эти фракции из-за плохой растворимости полихалкона практически невозможно. Мы считаем, что с помощью тепловых воздействий и флуктуаций как при синтезе, так и при термообработке полимера бензольное кольцо терефталевого альдегида принимает хинондальную структуру. В результате образуется бирадикальное состояние полимера и тем самым увеличивается степень сопряжения, т. е. увеличивается делокализация электронов по следующей цепи сопряжения полимерной молекулы:





Макромолекула обладает теперь двумя неспаренными электронами, которые достаточно удалены друг от друга. Известно [8], что их молекулярные орбиты охватывают не более 3—4 групп в любых направлениях. Поэтому между двумя этими электронами нулевое или очень слабое взаимодействие и каждый из них ведет себя как отдельный свободный радикал. С увеличением температуры термообработки происходит разрыв двойной связи в следующей карбонильной группе:



В этом случае неспаренные электроны сильно взаимодействуют друг с другом, в результате их спины связываются, образуя триплетное состояние. Спад кривой на рис. 3, вероятно, объясняется этим фактом. Наблюдать триплетные возбужденные состояния нам пока не удалось.

Для получения дополнительных сведений о структуре молекул мы изучили ИК-спектры вышеуказанного полихалкона и 1,4-бис-бензоилэтиленбензола (рис. 1, 2). Изучены также ИК-спектры полимера после термической обработки ($t=180; 370^\circ$). Полоса валентного колебания группы $\text{C}=\text{O}$, сопряженной с этиленовой связью $\text{C}=\text{C}$, находится в полимере в области 1685 см^{-1} . Связи $\text{C}=\text{C}$ соответствует полоса при 1605 см^{-1} . Эта полоса интенсивна из-за сопряжения с карбонильной группой. При переходе от молекулы 1,4-бис-бензоилдивинилбензола к полимеру интенсивность полос валентных колебаний групп $\text{C}=\text{O}$ и $\text{C}=\text{C}$ понижается. Такое же понижение интенсивности имеет место после термообработки полимера. Это явление объясняется разрывом двойной связи $\text{C}=\text{O}$ и образованием связи C—O . В полимере, особенно после термообработки, в отличие от молекулы 1,4-бис-бензоилэтиленбензола, отчетливо появляется полоса при 1270 см^{-1} . Возможно, она характеризует валентное колебание группы C—O .

Выводы

1. Поликонденсацией 4,4'-диацетилбензола с терефталевым альдегидом впервые синтезирован термостойкий полихалкон, который обладает электропроводностью полупроводникового типа с характерной экспоненциальной зависимостью проводимости от температуры

$$\sigma = \sigma_0 \exp \left[\frac{-\Delta E}{KT} \right].$$

2. В полихалконе обнаружено электронное парамагнитное резонансное поглощение и исследована температурная зависимость парамагнетизма в интервале температур от 20 до 420°. Парамагнетизм полученного полихалкона объясняется, вероятно, наличием в нем трудноотделимых парамагнитных фракций, представляющих собой полимерные бирадикалы, образовавшиеся либо в процессе синтеза полимера, либо при его термообработке.

3. Данные ИК-спектра находятся в хорошем согласии с выводами о происхождении парамагнитных свойств в исследуемом полимере. Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 10.7.1968)

ორგანული ქიმია

თ. ლეოსაძე, ლ. ჩხაიძე, ზ. ბაბიძე, ი. ფაშაინიშვილი, ი. ელიზაშვილი

4,4'-დიაცეტილბენზოლის ტერეფტალდილდეჰიდთან კოლიკონდენსაციით მიღებული კოლიხალკონის სინთეზი და მისი ელემტროფიზიკური თვისებები

რეზიუმე

პოლიკონდენსაციით 4,4'-დიაცეტილბენზოლის ტერეფტალდილდეჰიდთან მოლარული თანფარდობით 1:1 ჩვენ მიერ პირველად სინთეზირებულია თერემოდგრადი პოლიხალკონი. აღნიშნული პოლიმერი ხასიათდება ნახევრადგამტარული თვისებებით. ელექტრონული პარამაგნიტური რეზონანსის საშუალებით მიღებულ პოლიმერში აღმოჩენილია პოლიმერული რადიკალები.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Т. Н. Лебсадзе, Г. А. Накашидзе, И. А. Елигулашвили, М. В. Талаквადзе, Э. М. Зерагия. Сообщения АН ГССР, XXXIX:1, 1965, 75—79.
2. В. А. Добровский, М. И. Шевчук, А. В. Добровский. ЖОХ, 34, вып. 11, 1964, 3742—3743.
3. Е. Е. Барони, К. А. Ковырзина. ЖОХ, 33, вып. 2, 1963, 585—586.
4. А. М. Сладков, С. В. Витт. ЖОХ, 26, вып. 4, 1956, 1130.
5. Синтез органических препаратов, сб. 3. М., 1952, 397.
6. А. А. Берли, В. А. Григорьевская, В. П. Парини. ДАН СССР, 156, № 6, 1964, 1371—1374.
7. Т. Н. Лебсадзе, Б. А. Табидзе, П. А. Мартиросова. Сообщения АН ГССР, XLVIII, № 2, 1967, 317—322.
8. Д. Инграм. Электронный парамагнитный резонанс в свободных радикалах. М., 1961, 303—313.



УДК 661.52

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Д. А. ПАЛАВАНДИШВИЛИ, А. И. ДВАЛИШВИЛИ, Р. М. ЛАГИДЗЕ
 СИНТЕЗ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ СОЕДИНЕНИИ
 НА ОСНОВЕ 3-БРОМ-1-ОКСИБУТАНА

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. М. Гвердигели 18.5.1968)

В предыдущем сообщении [1] было показано, что синтезированные нами на основе 3-арил-1-бромбутанов четвертичные аммониевые соли заслуживают интерес как гипотензивные средства, антиаритмические вещества, спазмолитики и т. д.

В настоящей работе в качестве исходных продуктов использованы уксуснокислый эфир 3-бром-1-оксибутана (I) и 3-бром-1-оксибутан (II). Бромэфир (I) получен взаимодействием безводного бромистого алюминия с диацетатом бутандиола-1,3. Омылением последнего по ранее описанной нами методике [2] 42% раствором бромистоводородной кислоты получен 3-бром-1-оксибутан (II). По сравнению с известным способом синтеза 3-бром-1-ацетоксибутана [3], нам удалось увеличить его выход с 36 до 78—80%.

Взаимодействием 3-бром-1-ацетоксибутана (I) и 3-бром-1-оксибутана (II) с триметиламином получены соответствующие четвертичные аммониевые соли: бромистыйтриметил-3-(1-ацетоксибутан)аммоний (III) и бромистыйтриметил-3-(оксибутан)аммоний (IV).

В аналогичных условиях взаимодействием (I) и (II) с диметил- и диэтиламиноном осуществлен синтез соответствующих третичных аминов: 3-диметиламино-1-ацетоксибутана (V), 3-диметиламино-1-оксибутана (VI) и 3-диэтиламино-1-ацетоксибутана (VII). Полученные таким путем амины представляют собой легкоподвижные жидкости с характерным запахом. Их кватернизацией бромистым этилом и бромистым пропилом получены бромистыйдиметилэтил-3-(1-оксибутил)аммоний (VIII), бромистыйдиметилпропил-3-(оксибутиламмоний (IX). Для кватернизации успешно использованы также ранее синтезированные нами 3-арилбромбутаны [4, 5]. На их основе осуществлен синтез четвертичных аммониевых солей со сложными ароматическими остатками в молекуле. Основные показатели, результаты анализов и выходы синтезированных нами соединений приведены в таблице.

3-бром-1-ацетоксибутан (I). К раствору 50 г (0,287 г-мол) диацетата бутандиола-1,3 в 50 мл лигронна (с т. кип. 130—140°) при непрерывном перемешивании и охлаждении ледяной водой несколько-



№	X; X ₁	Выход, %	Найдено, %				Вычислено, %			
			C	H	Br	N	C	H	Br	N
I	X - Br	80			41,34 41,20				41,02	
II	X - Br	65	30,98 31,04	5,52 5,63	51,94 52,00		31,37	5,88	52,28	
III	X - N(CH ₃) ₃ Br	90			31,65 31,72	5,56 5,60		31,49	5,51	
IV	X - N(CH ₃) ₂ Br	82	39,40 39,34	8,20 8,26	37,37 37,45	6,30	39,62	8,49	37,73	
V	X - N(CH ₃)	72			6,27	8,72 8,64			8,80	
VI	X - N(CH ₃)	88			11,81 11,67				11,96	
VII	X - N(C ₂ H ₅)	72			7,35 7,28				7,49	
VIII	X - N(C ₂ H ₅) ₂ Br	82	42,25 42,22	8,98 8,92	35,14 35,22	5,85 5,90	42,47	8,85	35,39	
IX	X - N(C ₂ H ₅) ₂ Br	80	45,35 45,09	9,40 9,32	33,70 33,58	5,99 6,02	45,00	9,18	33,33	
X	X - N(C ₂ H ₅) ₂ CH ₃ Br	84	58,37 58,22	8,32 8,11	21,80 21,72	3,96 3,88	58,06	8,06	21,50	
XI	X - N(C ₂ H ₅) ₂ CH ₃ Br	83	59,40 59,32	8,01 8,38	20,35 20,44	4,10 3,92	59,06	8,29	20,72	
XII	X - N(C ₂ H ₅) ₂ CH ₃ Br	78	59,65	8,22	19,77	3,42 3,48	60,00	8,50	20,00	
XIII	X - N(C ₂ H ₅) ₂ CH ₃ Br	75	61,37 61,42	8,60 8,72	18,40 18,38	3,28 3,24	61,68	8,87	18,69	
XIV	X - N(C ₂ H ₅) ₂ CH ₃ Br	74	47,50 47,54	6,19 6,22	35,18 25,08	2,98 3,02	47,85	6,43	35,47	
XV	X - N(C ₂ H ₅) ₂ CH ₃ Br	81	58,21 58,24	8,62 8,58	24,02 24,00	4,33 4,31	58,18	8,48	24,24	
XVI	X - N(C ₂ H ₅) ₂ CH ₃ Br	84	59,01 59,24	8,70 8,85	22,96 23,01	4,06 4,09	59,30	8,75	23,25	
XVII	X - N(C ₂ H ₅) ₂ CH ₃ Br	72	60,20 60,18	8,55 8,72	22,06 22,04	3,84 3,72	60,33	8,93	22,34	
XVIII	X - N(C ₂ H ₅) ₂ CH ₃ Br	63	62,35 62,08	9,47 9,50	20,86 20,94	3,52 3,44	62,17	9,32	20,72	
XIX	X - N(C ₂ H ₅) ₂ CH ₃ Br	70	46,66 46,72	6,80 6,84	38,77 38,89	3,57 3,59	46,94	6,60	39,11	

ми порциями добавлено 82 г (0,307 г-мол) бромистого алюминия в течение 2 часов. После добавления бромистого алюминия реакцию проводят еще 6 часов при 85°. Комплекс разложен подкисленной водой. Маслообразный слой отделен в делительной воронке, остаток экстрагирован эфиром и добавлен к основной массе. Эфирный раствор промыт водой до нейтральной реакции и высушен над Na_2SO_4 . Растворитель отогнан, и многократной фракционировкой остатка выделен продукт с т. кип. 175—176°; n_D^{20} 1,4539; d_4^{20} 1,3427; MR 39,329. $\text{C}_3\text{H}_{11}\text{BrO}_2$. Вычислено: MR 39,305.

Омылением 100 г (0,512 г-мол) (I) 200 мл 42% раствора HBr при 70—75° в течение 6 часов получен (II) с т. кип. 172—177°; n_D^{20} 1,4674; d_4^{20} 1,4056; MR 30,32. $\text{C}_4\text{H}_9\text{OBr}$. Вычислено: MR 29,962.

Получение (III). 15 г (0,076 г-мол) (I) насыщено сухим газообразным $\text{N}(\text{CH}_3)_3$ и в герметической закрытой колбочке выдерживается несколько дней при комнатной температуре. После этого колбочка оставлена дополнительно на 2—3 дня в холодильнике. Образовавшийся белый осадок отфильтрован, промыт эфиром и перекристаллизован из смеси абсолютного этанола и бензола (1:5). Получен продукт с т. пл. 127,5°.

(IV) получен в аналогичных условиях насыщением 10 г (0,065 г-мол) (II) газообразным $\text{N}(\text{CH}_3)_3$. Т. пл. 98—100° (из смеси абсолютного этанола и эфира 1:10).

Получение (V). 50 г (0,256 г-мол) (I) насыщено сухим диметиламином, и смесь оставлена на несколько дней при комнатной температуре. Образовавшийся осадок отфильтрован, несколько раз промыт абсолютным эфиром. Фильтрат после удаления эфира расфракционирован. Т. кип. 125—126°; n_D^{20} 1,4331, d_4^{20} 0,9035; MR 45,745. $\text{C}_3\text{M}_{17}\text{NO}_2$. Вычислено: MR 44,738.

(VI) синтезирован в вышеописанных условиях взаимодействием 25 г (0,213 г-мол) (II) с газообразным диметиламином. Т. кип. 120—121°, n_D^{20} 1,4333; d_4^{20} 0,8633; MR 35,238. $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{NO}$. Вычислено: MR 35,373.

(VII) получен в аналогичных условиях из 15 г (0,075 г-мол) (I) и 30 г диэтиламина. Т. кип. 172—3°; n_D^{20} 1,4287; d_4^{20} 0,8887; MR 54,212. $\text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{NO}_2$. Вычислено: MR 53,947.

Бромистый диметил-этил-3-(1-оксибутан) аммоний (VIII). (Смесь 4 г (VI) и 11 г бромистого этила при непрерывном перемешивании нагревалась до 40° в течение 1 часа. Колбу охлаждают и выделившуюся густую массу несколько раз промывают абсолютным эфиром, растворяют в абсолютном этаноле, осаждают эфиром и сушат в вакуум-экстракторе над P_2O_5 . Соединения (IX—XIX) получены

в аналогичных условиях при молярном соотношении реагирующих веществ — аминов и галоидалкилов — 1:2.

Выводы

1. Взаимодействием 3-бром-1-оксипутана и 3-бром-1-ацетоксибутана с диметиламином, диэтиламином и триметиламином получены соответствующие третичные амины и четвертичные аммониевые соли.

2. Для кватернизации третичных аминов (V) и (VI) использованы ранее синтезированные нами 3-арил-1-бромбутаны. На основе указанных соединений впервые осуществлен синтез смешанных четвертичных аммониевых солей со сложными аралкильными остатками в молекуле.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической и органической химии

им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 10.7.1968)

ორგანული ქიმია

დ. ფალავანდიშვილი, ა. დვალისვილი, რ. ლაგიძე

მეოთხეული ამონიუმის მარილების სინთეზი 3-ბრომ-1-ოქსიპუტანის საფუძველზე

რეზიუმე

3-ბრომ-1-აცეტოქსიპუტანის მიღების ცნობილ მეთოდთან შედარებით AlBr_3 -ის უშუალო ურთიერთქმედებით 1,3-ბუთანდიოლის დიაცეტატთან ჩვენ შევქმელით მისი გამოსავალი გაგვეზარდა 36—80%-მდე.

ამ უკანასკნელის შესაპნით 42%-ანი ბრომწყალბადმეყვითი, მიღებულია 3-ბრომ-1-ოქსიპუტანი 65% გამოსავლით. 3-ბრომ-1-ოქსიპუტანისა და 3-ბრომ-1-აცეტოქსიპუტანის ურთიერთქმედებით დიმეთილ, დიეთილ და ტრიმეთილ-ამინთან სინთეზირებულია შესაბამისი მესამეული ამინები და მეოთხეული ამონიუმის მარილები. ამ გზით მიღებული მესამეული ამინების კვატერნიზებისათვის, გარდა ეთილბრომიდისა და პროპილბრომიდისა, წარმატებით იქნა გამოყენებული აგრეთვე ჩვენ მიერ წინათ სინთეზირებული 3-არილპუტანის მთელი რიგი ბრომწარმოებულები.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Н. Ахведиани, А. И. Двалишвили, И. Г. Абесадзе, Р. М. Лагидзе. Сообщения АН ГССР, XLIII, 2, 1966, 343.
2. Р. М. Лагидзе, Н. С. Савикидзе. Сообщения АН ГССР, XLII, 1, 1967, 67.
3. O. Schwarzkopf, D. Arnold. Ch. Abs., 43, 1949, 469a.
4. Р. М. Лагидзе, А. И. Двалишвили, Р. Н. Ахведиани. Сообщения АН ГССР, XLI, 2, 1966, 320.
5. Р. М. Лагидзе, Р. Н. Ахведиани, А. И. Двалишвили. Сообщения АН ГССР, XLIX, 3, 1968, 567.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Л. К. СВАНИДЗЕ, В. Г. ГЕГЕЛЕ

ИОНООБМЕННЫЕ СМОЛЫ НА БАЗЕ ФЕНОЛОВ РУСТАВСКОГО
КОКСОХИМЦЕХА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. И. Арешидзе 11.6.1968)

Ионообменные высокомолекулярные соединения находят все большее применение в самых различных областях науки, техники и быта. Очистка сточных вод, выделение из вод и растворов ценных металлов, получение веществ высокой чистоты для полупроводников, выделение и очистка пищевых кислот, антибиотиков, алкалоидов, витаминов, наконец, обессоливание воды с целью получения питьевой воды — вот часть тех процессов, в которых ионообменные вещества получили промышленное применение [1—3].

Работы по синтезу ионообменных смол, изучению их свойств, механизма действия, созданию новых типов материалов с заданными свойствами ведутся весьма широко.

В настоящее время все больше используются смолы полимеризационного типа, однако синтезированные значительно раньше конденсационные смолы отлично зарекомендовали себя в работе и еще долго будут применяться.

Одним из основных источников сырья для производства ионообменных смол является каменноугольная смола. Содержащиеся в ней фенолы, пиридиновые основания, некоторые углеводороды и др. способны либо сами по себе, либо в виде их производных к реакциям поликонденсации — полимеризации с образованием синтетических смол. Фенол, например, является основой для таких ионообменных смол конденсационного типа, как катионит КУ-1, анионит 2 ф и др. На базе винилпиридина построены АВ-20, АН-23, АН-25 и др.

По ходу изучения состава смолы коксования грузинских углей, полученной из коксохимического цеха Руставского металлургического завода, нами был предложен простой метод, пригодный для переработки сравнительно малых количеств фенолов [4].

По предложенному методу, наряду с почти чистым фенолом, могут быть получены как общая смесь содержащихся в смоле алкилфенолов, так и отдельные узкие фракции.

Одним из возможных путей использования таких смесей фенолов является синтез ионообменных смол конденсационного типа. Однако,



поскольку иониты синтезируются из чистых исходных мономеров и, кроме того, полиалкильные фенолы и фенолы с длинными боковыми цепями к этим синтезам в промышленном масштабе не привлекаются, было необходимо установить предварительно свойства результирующих при этом полимеров.

Ориентировочные опыты показали, что почти все смолы, синтезированные на узких фракциях фенолов обладают ионообменными свойствами, причем обменная емкость некоторых из них не уступала по величине емкости хорошо зарекомендовавшего себя катионита КУ-1.

Эти первые смолы обладали, однако, высокой набухаемостью и малым насыпным весом, что объяснялось недостаточной степенью конденсации. Отсутствие соответствующих устройств не позволило также получить материалы надлежащей грануляции.

Для окончательного суждения о возможности применения полученных фенольных смесей для синтеза ионообменных смол была синтезирована и затем всесторонне изучена группа ионообменных материалов.

Синтез осуществлялся следующим образом: в трехгорловую колбу емкостью 250 мл, снабженную мешалкой, обратным холодильником и термометром, вносили фенол и серную кислоту.

К фенольсульфокислотам, образовавшимся после двухчасового нагрева на водяной бане, добавлялся 30%-ный раствор формальдегида и смесь нагревалась дальше в течение 6 часов.

Во всех случаях молярное соотношение компонентов фенол-серная кислота-формальдегид составляло 1:1,2:0,8. Полученная смола промывалась горячей водой и 5%-ным раствором Na_2CO_3 до нейтральной реакции. Гелеобразная масса сушилась в вакууме при температуре 40—50°C до получения хрупких кусков.

В отдельных случаях удавалось при сильном перемешивании во время конденсации получать смолу в виде сравнительно небольших зерен; в большинстве случаев полимер затвердевал в куске и дробился после сушки. В качестве фенольного компонента использовались фракции фенолов, полученные при дробной нейтрализации фенолята Руставского коксохимического цеха, узкие фракции от их разгонки и чистый фенол. Характеристика использованных фенольных смесей приводится в табл. 1.

Полученные смолы исследовались затем в соответствии с требованиями, предъявляемыми к ионообменным полимерам. Были определены насыпной вес, удельный объем, влажность, обменная емкость в статических и динамических условиях и фракционный состав. В табл. 2 приведены результаты исследования ряда смол и их характеристика.

Характеристика ионообменных смол

№	п/п	Исходная фракция фенолов	Выход смолы, г	Внешний вид	Насыщенный вес, г/мл	Удельный объем, мл/г	Влажность, %	СОЕ, мг-экв/г	Объемная емкость в динамических условиях мг-экв/л		Фракционный состав нозла
									Н-	Na-форма	
1	1	Чистый фенол	27,6	Темно-коричневый	0,40	10,62	22,55	2,75	—	—	2 мм—52,1 % 1 мм—34,4 % 0,5 мм—74 % 0,25 мм—6,1 %
2	2	Легкие фенолы из фенолита Рустанского коксохимзавода	36,9	Блестяще-черный	0,52	12,41	9,80	5,23	—	—	2 мм—72,5 % 1 мм—32,7 % 0,5 мм—3,13 % 0,25 мм—1,57 %
3	3	Фракция 183—187°C	42,0	Темно-коричневый	—	—	15,90	2,59	—	—	
4	3	Фракция 183—187°C	72,0	Темно-коричневый	—	—	26,20	3,51	—	—	
5	4	Фракция 187—188°C	52,4	Светло-коричневый	—	—	15,50	3,55	—	—	
6	5	Фракция 192—197°C	66,2	Темно-коричневый	—	—	17,20	2,76	—	—	
7	6	Легкие фенолы из фенолита Рустанского коксохимзавода	53,1	Блестяще-черный	0,47	5,63	48,77	1,63	68,00	72,96	
8	7	Фенолы, полученные из фенолита при pH < 11	68,9	Черный	0,50	3,75	33,36	5,11	73,72	80,39	
9	8	Алкилфенолы, полученные из фенолита при pH 11	40,2	Светло-коричневый	0,32	5,48	27,08	3,60	16,97	24,61	
10	8				0,43	6,22	43,76	4,43	31,90	55,10	
11	8				0,24	5,63	14,88	4,56	25,66	28,50	



Характеристика сырья для синтеза ионообменных смол

№ сырья	Фенол	Выход фракций из фенолята, %	d_{20}	n_D^{20}	Гидроксильное число	Основной состав	
						по арилгликолевым кислотам	по хроматограммам
1	Чистый фенол (данные литературы)	—	1,0595 ¹⁰⁰⁶	1,5425 ¹⁰⁰⁶	18,08	—	—
2	Легкие фенолы из фенолята Руставского коксохимзеха	100	1,056	1,5460	не опред.	—	Фенол, о-, м-, п-крезолы, 2,4-, 2,5-, 2,6-ксиленолы
3	Фракция 183—187°С	6,0	1,062	1,5442	15,7	Фенол, о-крезол	Фенол, о-крезол, следы п-крезола
4	Фракция 187—188°С	1,7	1,056	1,5442	15,4	о-Крезол, фенол	Фенол, о-, п-крезолы
5	Фракция 192—197°С	13,3	1,041	1,5424	15,4	о-, п-Крезолы	о-, м-, п-Крезолы, следы 2,6-ксиленола
6	Легкие фенолы из фенолята Руставского коксохимзеха	100	1,056	1,5460	Не опред.	—	Фенол, о-, м-, п-крезолы, 2,4-, 2,5-, 2,6-ксиленолы
7	Фенолы, полученные из фенолята при pH < 11	47,4	1,051	1,5480	Не опред.	Не опред.	Не опред.
8	Алкилфенолы, полученные из фенолята при pH 11	52,6	1,046	1,5462	Не опред.	Не опред.	Не опред.

Данные таблицы показывают, что из фракций, полученных при разгонке сырых легких фенолов на лабораторной ректификационной колонке (узкие фракции) или путем дробной нейтрализации фенолята (широкие фракции), могут быть получены конденсационные ионообменные полимеры типа КУ-1 без предварительного выделения индивидуальных фенолов.

Качество ионитов по обменной емкости, особенно в статических условиях, вполне удовлетворительное. Несколько заниженные результаты, полученные в динамических условиях, следует объяснить недостаткам з грануляции смол и использованием для исследования слишком крупных фракций (2—3 мм и выше).

Фенол, чистый или в обогащенных фракциях, дает лучшие смолы, чем его алкилпроизводные (табл. 2, № 1, 7).

Выводы

Результаты исследования позволяют заключить, что как узкие фракции фенолов, получаемые при ректификации, так и широкие, образующиеся при дробной нейтрализации фенолята, могут быть рекомендованы в качестве сырья для получения ионообменных полимеров.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт неорганической химии и электрохимии

(Поступило 11.6.1968)

ქიმიური ტექნოლოგია

ლ. სვანიძე, ვ. ბაბაღი

იონგაცვლითი ფისებრი, მიღებული რუსთავის კოქსოქიმიური
 საამქროს ფენოლების ბაზაზე

რეზიუმე

ჩატარებულია სინთეზები კონდენსაციური ტიპის იონგაცვლითი ფისების მისაღებად. მიღებული ფისების შესწავლით დამტკიცებულია, რომ ფენოლების რექტიფიკაციის შედეგად მიღებული ვიწრო ფრაქციები და ფენოლიატების წილადობრივი ნეიტრალიზაციის დროს მიღებული სრული ფრაქციები, შესაძლებელია რეკომენდებულ იქნეს იონგაცვლითი ფისების მისაღებად.

დადოებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. К. М. Салдадзе, А. Б. Пашков, В. С. Титов. Ионообменные высокомолекулярные соединения. М., 1950.
2. Ионный обмен и его применение. М., 1959.
3. Ионные сорбенты в промышленности. М., 1963.
4. В. Г. Гегеле, М. К. Дгебუაძე. Тематический сборник, № 7, «Исследования по переработке марганцевого и топливного сырья Грузии». Тбилиси, 1967, 174—181.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

К. С. КУТАТЕЛАДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР),
Р. Д. ВЕРУЛАШВИЛИ, Г. М. КАКАБАДЗЕ

**О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ АНДЕЗИТОВЫХ, БАЗАЛЬТОВЫХ
И ИДЕНТИЧНЫХ ИМ ПО СОСТАВУ СИНТЕЗИРОВАННЫХ
СТЕКЛОЛ**

Ускоренное развитие стекольной и керамической промышленности с ее многообразием технологических процессов выдвинуло на повестку дня вопросы расширения и удешевления природной сырьевой базы. За последнее десятилетие сырьевая база силикатной промышленности в все большей степени включает в себя такие широко распространенные материалы, как изверженные и осадочные породы.

Большинство из этих пород отличается содержанием окислов, являющихся основными составляющими промышленных стекол, стеклопокрытий, ситаллов, керамических масс и т. д.

Однако, как показали ранее проведенные нами работы, связанные с исследованием магм, при разработке составов стекол на основе горных пород путь копирования известного не оправдан. Стекла, полученные на основе магм, в ряде случаев обладают результатами, не тождественными с результатами стекол, полученных с использованием традиционных сырьевых материалов и полуфабрикатов.

Данное обстоятельство может быть объяснено следующими причинами: 1) магмы по условиям генезиса сильно отличаются от традиционных сырьевых материалов и полуфабрикатов, применяемых в силикатной промышленности; 2) наличие в магмах множества видов примесей может оказать определенное влияние на свойства конечного продукта.

Целью данной работы являлось сопоставление свойств стекол идентичных составов, полученных на базе горных пород и синтезированных из обычного сырья.

Для уяснения данного вопроса лабораторным путем сопоставлению были подвергнуты стекла, сваренные из природного базальта и андезита, со стеклами, идентичными по составу, но полученными путем синтеза.

Комплексный метод исследования стекол включал определение следующих параметров: химической стойкости в водной, щелочной и кислотной средах, а также объемного сопротивления (ρ_v).

Химические составы стекол контролировались с помощью спектрального и химического анализов.

При синтезировании стекол во внимание принимались лишь те окислы, количественное содержание которых по данным спектрального анализа базальта и андезита превышало 0,1%.

Результаты химического и спектрального анализов базальта и андезита даны в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Горные породы	Окислы										
	Si ₂ O	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₂	FeO	TiO ₂	MnO	K ₂ O	Na ₂ O
Базальт	51,33	16,47	6,60	9,76	5,44	0,25	4,48	0,8	1,22	0,8	2,9
Андезит + +8% СаО	54,80	16,69	3,00	13,60	2,42	0,18	4,00	0,77	0,41	1,4	2,8

Таблица 2

Горные породы	Si	Al	Mg	Ca	Fe	Mn	Ni	Co	Ti	V	Cz
Базальт	мн	мн	мн	мн	мн	мл	сл	сл	есть	сл	сл
Андезит	мн	мн	мн	мн	мн	мл	сл	сл	есть	сл	сл

Горные породы	Zr	Cu	Na	Mo	W	Pb	Ag	Sb	Bi	As	Zn	Cd
Базальт	мл	мл	мн	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Андезит	мл	мл	мн	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет

сл—0,001—0,01%; мл—0,01—0,1%; есть—0,1—1,0%; мн—1% и выше

С целью выявления роли термического прошлого стекла на его свойства природный базальт, андезит, а также синтезированные шихты, идентичные им по составу, варились при температурах 1420, 1460 и 1520°C. Время выдержки для каждой варки составляло 1 час.

Стекла, полученные на основе базальта и андезита, обозначены индексами Б и А, а синтезированные стекла — соответственно БС и АС. Измерение ρ_v производилось при температурах 150, 200, 300 и 400°C.

Из табл. 3 и 4 видно, что с повышением температуры варки стекол от 1420 до 1500°C объемные сопротивления ρ_v образцов одних и тех же составов получаются неодинаковыми.

Разницы в показаниях ρ_v андезитовых и синтезированных стекол, сваренных при 1420 и 1520°C, получаются менее расходящимися, чем у тех же стекол, но сваренных при 1460°C. Что же касается базальто-

вых стекол, то у них расхождение с повышением температуры постепенно уменьшается.

Сопоставляя данные ρ_v серии стекол Б и А с данными стекол БС и АС, можно констатировать, что синтезированные стекла во всех рассмотренных случаях обладают гораздо более высокими диэлектрическими показателями, чем аналогичные по составу стекла, но сваренные на основе магм.

Таблица 3

№ п/п	Наименование стекла	Т. варки, °С	ρ_v			
			при 150°С	при 250°С	при 300°С	при 400°С
1	БС	1420	$1,41 \cdot 10^{11}$	$1,04 \cdot 10^9$	$1,16 \cdot 10^8$	$4,98 \cdot 10^6$
2	Б	"	$2,81 \cdot 10^{10}$	$1,01 \cdot 10^8$	$7,69 \cdot 10^6$	$5,98 \cdot 10^5$
3	БС	1460	$6,92 \cdot 10^{10}$	$8,6 \cdot 10^8$	$1,4 \cdot 10^8$	$5,6 \cdot 10^6$
4	Б	"	$1,75 \cdot 10^{10}$	$1,1 \cdot 10^8$	$1,12 \cdot 10^7$	$5,53 \cdot 10^5$
5	БС	1520	$1,36 \cdot 10^{11}$	$1,13 \cdot 10^9$	$1,08 \cdot 10^8$	$5,15 \cdot 10^6$
6	Б	"	$3,89 \cdot 10^{10}$	$1,6 \cdot 10^8$	$1,16 \cdot 10^7$	$6,81 \cdot 10^5$

Таблица 4

№ п/п	Наименование стекла	Т. варки, °С	ρ_v		
			при 150°С	при 200°С	при 300°С
1	АС	1420	$2,64 \cdot 10^{12}$	$7,85 \cdot 10^{10}$	$4,07 \cdot 10^8$
2	А	"	$3,75 \cdot 10^{10}$	$1,75 \cdot 10^9$	$2,05 \cdot 10^7$
3	АС	1460	$2,01 \cdot 10^{12}$	$8,79 \cdot 10^{10}$	$5,05 \cdot 10^8$
4	А	"	$4,42 \cdot 10^{10}$	$2,31 \cdot 10^9$	$1,46 \cdot 10^7$
5	АС	1500	$2,23 \cdot 10^{12}$	$9,08 \cdot 10^{10}$	$4,60 \cdot 10^8$
6	А	"	$3,80 \cdot 10^{10}$	$1,28 \cdot 10^9$	$1,68 \cdot 10^7$

Как видно из табл. 3 и 4 и рис. 1 и 2, по величине ρ_v стекла серии БС в 3—10 раз превосходят стекла серии Б. Разность более заметна при температуре измерения образца 300°С.

В стеклах серии А и АС разность в показаниях ρ_v достигает порядка двух, максимальная разница зафиксирована при температуре 150°С.

Расходящиеся результаты получены и при определении агрессивности стекол по отношению к 1 н. соляной кислоте. Определение химстойкости тех же стекол в водной и щелочной средах дает незначительную разницу.

На рис. 3 и 4 и в табл. 5 и 6 приведены результаты химстойкости стекол серий Б, БС и А, АС к 1 н. соляной кислоте.

Как видно, разница в весовых потерях между приведенными стеклами Б и БС, сваренными при 1420 и 1460°С, достигает пятикратного значения. Стекла на основе горных пород оказались более агрессивно стойкими, чем синтезированные. С увеличением температуры до 1520° наблюдаемая зависимость «свойства — температура» изменяется в пользу синтезированных стекол.



Таблица 5

№ п/п.	Наименование стекла	Т. варки, °С	Агрессивная среда	Процент весовых потерь
1	БС	1420	1 н. HCl	7,25
2	Б	"	"	3,07
3	БС	1450	"	6,19
4	Б	"	"	1,26
5	БС	1520	"	1,59
6	Б	"	"	3,23

Таблица 6

№ п/п.	Наименование стекла	Т. варки, °С	Агрессивная среда	Процент весовых потерь
1	АС	1420	1 н. HCl	0,49
2	А	"	"	0,38
3	АС	1460	"	0,41
4	А	"	"	0,29
5	АС	1500	"	0,38
6	А	"	"	0,33

Характер зависимости «температура—свойства» у андезитовых стекол серии А и АС по химстойкости близок к базальтовым стеклам, полученным при варке в 1420 и 1460°C с разницей лишь в абсолютных значениях потерь. Стекла серии А и АС в 10 раз более стойкие, чем стекла Б и БС. С увеличением температуры варки до 1500—1520°C разница в показателях химстойкости стекол А и АС значительно уменьшается.

Тбилисский Институт строительных материалов

(Поступило 24.7.1968)

კიმიური ტექნოლოგია

ბ. კუტათელაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
რ. ვერულაშვილი, გ. კაკაბაძე

ანდეზიტის, ბაზალტისა და მათი ანალოგიური კიმიური შემადგენლობის სინთეზური მინერალის ზოგიერთი თვისების შესახებ რეზიუმე

მთის ჯიშების უმრავლესობა კიმიური შემადგენლობით უახლოვდება ძვირადღირებულ სამრეწველო მინებს. ამ თვალსაზრისით მათი გამოყენება სამრეწველო მინების წარმოებაში ეკონომიურად გამართლებულად უნდა ჩაითვალოს.

ყურადღებას იპყრობს ის გარემოება, რომ მთის ჯიშები თავიანთი გენეზისითა და იშვიათი ელემენტების მცირე შეცულობით მკვეთრად განსხვავდებიან ამჟამად მინის წარმოებაში გამოქვეყნებული ჩვეულებრივი მასალებისაგან. აქედან გამომდინარე, საკითხის პრაქტიკული მხარის გადაწყვეტამდე საჭირო იყო იმის გარკვევა, ექნებოდა თუ არა ერთი და იგივე ფიზიკურ-კიმიური თვისებები ერთნაირი შემადგენლობის მინებს, მიღებულს ერთი მხრივ მთის ჯიშის ბაზაზე, ხოლო მეორე მხრივ — სინთეზის გზით.

ანდეზიტის, ბაზალტისა და მათი ანალოგიური კიმიური შემადგენლობის სინთეზური მინების დასაპირისპირებლად შესწავლილ იქნა მათი ელექტროფიზიკური თვისებები და კიმიური მდგრადობა.

აღმოჩნდა, რომ სხვაობა აღნიშნულ თვისებებში მკვეთრია, რაც მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული მთის ჯიშების პრაქტიკულად გამოყენების დროს.

А. Я. ШТРОМБЕРГ, А. М. ДЖОРБЕНАДЗЕ

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ БАРВИНКА ТРАВЯНИСТОГО В ОКРЕСТНОСТЯХ ТБИЛИСИ

(Представлено академиком В. С. Асатиани 3.6.1968)

Барвинок травянистый (*Vinca herbacea* Waldst et Kit.), широко распространенное на Кавказе растение, относится к богатому алкалоидами семейству Кутровых. Другие виды этого рода, такие как *V. rosea*, *V. minor*, *V. major*, очень популярны в народной медицине многих стран, где они применяются для лечения самых разнообразных заболеваний. В официальную медицину *Vinca rosea* вошла как гипотензивное средство. Из этого растения был выделен алкалоид винколейкобластин, влияющий на метаболизм клеточного деления и применяющийся при болезни Ходжкина и хориокарциноме—препарат велбан [1]. Поиски алкалоида с действием, подобным винколейкобластину, явились причиной активного изучения других видов барвинка, в результате которого рядом исследователей были выделены и изучены алкалоиды из *V. minor*, *V. major*, *V. pubescens*, *V. erecta*, *V. herbacea* [1—7].

Род *Vinca* насчитывает всего семь видов, из которых на территории СССР произрастает пять [8]. Пишон [9] различает три разновидности: *V. herbacea*, var. *libanotica* (Zucc.) Pich., var. *sesselifolia* (A. DC) Pich., var. *herbacea* Pich. Однако в советской ботанической литературе разделения этого вида на разновидности не существует, хотя отмечается его значительная полиморфность [8].

Барвинок травянистый — многолетнее, травянистое, дикорастущее растение со стелющимися стеблями, сине-фиолетовыми цветами, очень декоративное.

Посадка барвинка травянистого проводилась на опытном поле лекарственных растений Тбилисского института фармакохимии весной (апрель-май) и осенью (сентябрь-октябрь) 1965, 1966 и 1967 гг. целыми или деленными кустами в рядах 30×40 см. Посадочный материал доставлялся из окрестностей Тбилиси (Телети, Цхнети, Шавнабада, Дигоми). Площадь, занятая под барвинок травянистый, составляла к концу 1967 г. 8,000 м². Систематические наблюдения за ростом и развитием велись в течение 3 лет.

Весеннее отрастание барвинка травянистого на опытном поле начинается очень рано — в конце февраля-начале марта (снежный покров отсутствует), полное осеннее отмирание листьев заканчивается поздней осенью — в середине ноября, а стеблей — еще позже. Таким

образом, вегетация протекает в течение 240—260 дней (рис. 1), что значительно превышает указанную для других районов, где барвинок травянистый произрастает также в культуре (140—150 дней в Пятигорске [11] и 170 дней в Ленинграде [12]).

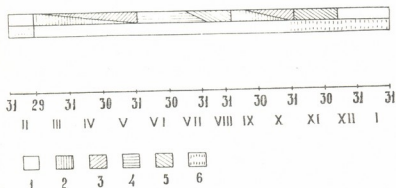


Рис. 1. Феноспектр барвинка травянистого на Дигомском опытном поле: 1—надземный рост побегов, 2—цветение, 3—образование плодов, 4—созревание плодов, 5—отмирание листьев, 6—подземное отрастание

В течение всего вегетационного периода под землей можно обнаружить отростки, развивающиеся из почек, расположенных не только на корневищах, как отмечает Д. А. Бочарова [10, 11], но главным образом и в большом количестве в пазухах подземных участков стеблей (рис. 2). Из них образуются новые побеги в периоды весеннего и осеннего отрастания. В период осеннего отмирания растений под землей уже имеются такие многочисленные отростки, так что в условиях культуры с теплой, бесснежной зимой барвинок травянистый практически не проходит зимнего покоя, его надземная вегетация сменяется подземной. Срезание сухих стеблей ранней весной обеспечивает более дружное весеннее отрастание и увеличение количества побегов. Период весеннего цветения наступает вскоре после появления ростков. На побегах с 1—2 парами листьев уже имеется первый цветок, цветение сопровождается бурным ростом побегов и образованием листьев и протекает 2—2,5 месяца. Период образования плодов накладывается на рост побегов и цветение (рис. 1). Плоды завязываются в небольшом количестве в середине апреля, созревание их длится долго, сбор производится в середине июля-начале августа. Единично отмечен самосев.

После весеннего цветения — в июне верхушечный рост побегов и листообразование приостанавливаются и рост стеблей идет за счет удлинения междоузлий. Верхушки стеблей барвинка травянистого в этот период начинают ветвиться и приобретают свойство укореняться [10, 11]. Однако процесс укоренения идет не только в условиях умеренного

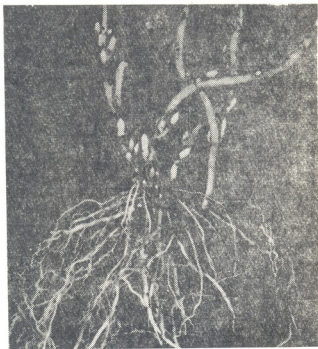


Рис. 2. Почки и отростки на подземных участках стеблей барвинка травянистого

затенения и рыхления почвы, как указывает Д. А. Бочарова [10], но и без таковых, несмотря на условия весьма повышенной инсоляции. Укоренившиеся летом верхушки ранней весной следующего года представляют собой уже самостоятельные растеньица, отрастающие одновременно со старыми. В период созревания семян, совпадающий с жаркой, засушливой погодой в июле-августе, начинается частичное — летнее высыхание листьев. В сентябре наступает вторичное — осеннее отрастание побегов и вторичное — осеннее цветение. Осеннее цветение менее обильное и менее продолжительное, чем весеннее, но тоже растянуто на 1,5—2 месяца. Плоды вторично образоваться не успевают. Вновь отросшие побеги достигают длины 50 см и более, рост их протекает до конца октября, листья сохраняются на стеблях до середины-конца ноября, высохшие стебли — в течение почти всей зимы. Благодаря свойству растений укорениться верхушками, уже через год после посадки создается довольно густая заросль перелетающих стеблей.

Для учета прироста массы (используется все растение) закладывались специальные делянки, на которых высаживалось определенное количество измеренных и взвешенных саженцев. Саженец представлял собой побег длиной 25—30 см с 3—5 корешками длиной до 15 см, средним весом 6,4 г. Через два года одно растение с такой посадки



имело в среднем 11 побегов длиной 140 см (максимальная 180 см), половина побегов была укоренившейся верхушкой, длина корневой системы составляла 24 см: диаметр 35 см, количество саженцев с корневой системой с одного растения — 34, вес одного свежего растения 288 г (сбор июньский) и 144 г (сбор сентябрьский).

Сплошная копка в июне, до летнего опадения листьев, дает с 1 м² до 1 кг 500 г свежего сырья (корневища, корни и побеги), в начале сентября — 1 кг 100 г (корневища, корни и стебли с небольшим количеством листьев), в середине октября — 830 г (корневища и корни). В пересчете на воздушно-сухое сырье урожайность составляет:

Воздушно-сухое сырье	г/м ²	кг/га
Трава	214	2140
Корневища с корнями	166	1600
Итого	380	3800

С 1 м² в результате сплошной копки получено 300 саженцев с корневой системой. Эксплуатацию, т. е. копку с корнями, по нашим наблюдениям, целесообразно начинать в конце второго года, так как на третий год увеличения прироста массы почти не происходит. Для возобновления плантации копку следует производить не сплошную — оставлять в среднем по 10 корней на 1 м².

Помимо пересадки из природы, размножение велось семенами местной репродукции и вегетативным путем — с местных маточников. Семенное размножение оказалось нерентабельным.

Вегетативное размножение проводилось двумя методами: черенками и деленным кустом. Независимо от сроков и несмотря на притенение и обильный полив, в открытом грунте укоренение черенков не превышает 20%. В процессе укоренения черенков наблюдается интересное явление: корни образуются не на стеблях черенков, как обычно, а на подземных отростках, развивающихся из почек.

Укоренение происходит гораздо успешнее при размножении делением куста в период весеннего отрастания на молодые побеги с корнями. С одного куста получено в среднем 20 саженцев длиной 2,5 см, с корневой системой. Укореняется 90% высаженных в открытый грунт саженцев. Развитие идет нормальным темпом, к концу июня побеги, достигшие длины 15—20 см, начинают укореняться верхушками, к концу летней вегетации длина их достигает 50 см, молодая популяция цветет дважды за вегетационный период (но не плодоносит), наблюдается обильное осеннее отрастание.

Из сорняков, засоряющих посевы барвинка травянистого, наиболее злостным на опытном поле является вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), вьющиеся стебли которого переплетаются со стеблями барвинка и затрудняют прополку. В период сильной инсоляции особенно при частом поливе, на листьях барвинка травянистого появляется белый налет — мучнистая роса. Явление это отмечено для растения и в природных условиях. Опыление серой по мере появления признаков мучнистой росы, проводимое 2—3 раза за весь вегетационный период, полностью ликвидирует заболевание. В период весеннего роста на нижней части листьев некоторых растений появляются коричневые пятна грибка *Puccinia vincae* (D. C.) Berk. Они резко выделяются на зеленом фоне здоровых пожелтевшими жухлыми листьями и прямостоячим побегом. Очистка посадок производится путем механического сбора пораженных побегов.

Культивирование барвинка травянистого проводилось на участках с каштаново-глинисто-известковыми почвами с однократным внесением аммиачной селитры в объеме 25 г/м². Достигнутые в таких условиях результаты, таким образом, не могут считаться предельными и, несомненно, могут быть увеличены при улучшении агротехнических мероприятий.

Выводы

1. В условиях культуры барвинок травянистый хорошо укореняется и развивается при пересадке целыми или деленными кустами в весенне-осенний периоды. Посадка создает густые заросли благодаря свойству растений укореняться верхушками побегов.

2. Наиболее удобным методом вегетативного размножения непосредственно в открытом грунте является деление куста в период весеннего отрастания на молодые окоренившиеся побеги.

3. Эксплуатацию посадок (копку растений с корнями) можно производить в конце второго года, получая при сплошной копке 1 кг 500 г свежего сырья с 1 м² при обычном уходе.

4. Барвинок травянистый в местных условиях культуры не имеет периода зимнего покоя, надземная вегетация сменяется подземной. За весенне-летний период растения дважды отрастают и цветут. Семена созревают один раз — после весеннего цветения.

5. При укоренении черенков корневая система образуется не непосредственно на стеблях черенков, а на молодых подземных отростках.

Академия наук Грузинской ССР

Институт фармакохимии

им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 5.6.1968)



ა. შტრომბერგი, ა. ჯორბენაძე

გველის სუროს მოზენება თბილისის მიდამოებში

რეზიუმე

გველის სურო მრავალწლოვანი ბალახოვანი მცენარეა, რომელიც ეკუთვნის კავკასიაში ფართოდ გავრცელებულ ალკალოიდებით მდიდარ *Aprocyta-ceae*-ების ოჯახს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფარმაკოქიმიის ინსტიტუტში წარმოებს გველის სუროს ქიმიური შესწავლა. აქვე, საცდელ ნაკვეთზე ტარდებოდა ექსპერიმენტები მისი კულტურაში შეტანის მიზნით, მიმდინარეობს მისი ბიოლოგიისა და ფენოლოგიის შესწავლა. დადგენილია კულტურაში მისი გამრავლების საშუალებები და ჩატარებულია ნედლეულის აღრიცხვა.

კულტურაში მცენარეები კარგად ფესვიანდებიან, ვითარდებიან და მეორე წლის ბოლოს ქმნიან მთლიან ბარდს. პლანტაციის გაშენების საშუალება: ბუნებიდან მისი გადმოტანა მთლიანი ან დაყოფილი ბუჩქებით, ანდა ადგილზე მცენარის ღეროსა და ფესვის ამონაყრების გადარგვა.

მცენარეების ამოღება, როგორც ნედლეულისა, შეიძლება წარმოებდეს დარგვის მეორე წლის ბოლოს. ამ დროს კვ. მ-დან მიიღება 1500 გ ნედლი მასალა.

კულტურაში მცენარეები ვეგეტაციის პერიოდში ორჯერ ნაყოფიანდებიან. იკეთებენ ამონაყრებს და ყვავილდებიან: მიწისზედა ვეგეტაცია გრძელდება 9 თვემდე, მცენარეებს არა აქვთ ზამთრის მოსვენების მდგომარეობა. მიწისზედა ნაწილების გახმობის დროს მიწისქვეშ უკვე აქვთ ახალი ამონაყრები, რომლებიც ვითარდებიან ღეროების მიწისქვეშა ნაწილებზე და არა ფესურებზე, როგორც აღნიშნულია ლიტერატურაში [10, 11].

ღეროს ნაწილებით გამრავლების დროს ფესვთა სისტემა ვითარდება არა კალმებზე, არამედ მიწისქვეშა ახალ ყლორტებზე.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. N. R. Farnsworth. *Lloydia*, 24, № 3, 1961.
2. К. С. Муджир и др. Труды Ин-та фармакохимии АН ГССР, вып. 10, 1965.
3. С. Я. Золотницкая. Лекарственные ресурсы флоры Армении, ч. II, 1965.
4. Д. А. Бочарова. Аптечное дело, 2, 1959.
5. Т. С. Бежанишвили. Труды ТНИХФИ, 8, 1956.
6. Е. С. Заболотная, Э. В. Букреева. ЖОХ. XXXIII, вып. XI, 1963.
7. Э. З. Джакели, В. Ю. Вачнадзе, К. С. Муджир. Сообщения АН ГССР, XLVIII, 2, 1967.
8. Флора СССР, т. 18, 1952, 649.
9. M. Pichon. *Bull. Mus. Hist. nat.*, 23, 1951, 439—44.
10. Д. А. Бочарова. Вопросы фармакогнозии, XII, 1960.
11. Д. А. Бочарова. Растительные ресурсы, 1, 3, 1965.
12. Г. М. Балабас и др. Интродукция лекарственных, ароматических и технических растений. М.—Л., 1965.



Г. С. МЕТРЕВЕЛИ

ОБЪЕМ И ХАРАКТЕР ЗАИЛЕНИЯ-ЗАНЕСЕНИЯ СИОНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

(Представлено академиком М. Н. Сабашвили 7.6.1968)

Водохранилища играют важную роль в водоснабжении и регулировании речного стока. Однако по мере заполнения чаши твердым материалом их регулирующая способность резко уменьшается, в связи с чем изучение характера заиления-занесения водохранилищ имеет важное практическое и познавательное значение.

В настоящей статье рассматриваются характер и объем заиления-занесения Сионского водохранилища, созданного на р. Иори у с. Сиони. При нормальном подпорном горизонте (НПГ) объем водохранилища составляет 325 млн. м³. Оно имеет около 17 боковых притоков, из которых у пяти максимальный расход 5 м³/сек и больше. Модуль стока водосборного бассейна водохранилища 20 л/сек с 1 км² [1], а мутность потока 100 г/м³ [2].

Накопление в водохранилище твердого материала началось с марта 1963 г. Объем твердого материала, попавшего в нижний бьеф, незначителен, так как сбрасывается осветленная речная вода, к тому же порог водоспуска находится выше дна водохранилища на 12 м.

Максимальная проектная амплитуда колебания уровня воды водохранилища 55 м, а в отдельные годы 18—52 м (см. таблицу).

Таблица 1

Режим уровней воды Сионского водохранилища

Годы	Н воды в водохранил. к 1/1, м	Н воды в водохранил. к 31/XII, м	Н _{ср} годовой, м	Н _{макс} м	Н _{мин} м	А колебания уровня, м
1963	—	1038,8	1047,7	1061,4	1009,1	52,3
1964	1038,8	1053,7	1050,0	1062,5	1037,6	24,9
1965	1053,6	1057,7	1058,4	1068,1	1043,1	25,0
1966	1057,7	1034,1	1043,2	1052,5	1034,1	18,4
1967	1034,1	1038,6	1029,4	1040,0	1016,5	20,3

Наблюдение над взвешенным стоком р. Иори производится на гидрометпосту у с. Леловани.

В 1966—1967 гг. производились промеры глубин водохранилища и определение гранулометрического состава образовавшихся наносов. Глубины измерялись с катера или с лодки, а в июле 1967 г., когда кри-

вая подпора проходила ниже XXII поперечника, была заснята свободная от воды часть призмы заноса.

По данным промеров и съемки были построены 58 поперечных сечений чаши водохранилища, которые были нанесены на построенные до создания водохранилища поперечные сечения. Заиленная площадь между новым и старым дном планиметрировалась.

Объем заилившегося твердого материала между смежными поперечниками рассчитывался как объем усеченного конуса, основания которого есть заиленная площадь поперечников, а высота — расстояние между ними.

По данным промеров, между XVI поперечником и Укугмартской горловиной высота наносов растет с удалением от плотины (см. рис. 1). В Сакарауло, у устья р. Алотис-хеви высота наносов достигает 0,7 м. Выше Сакарауло, в Накветауреби толщина наносов через каждый 200 м увеличивается на 0,2—0,3 м и у XXVII поперечника достигает 1,2 м.

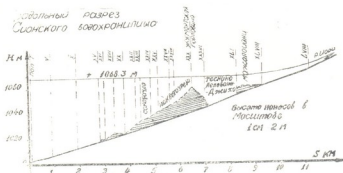


Рис. 1

Высота наносов максимальна у XXX поперечника, где р. Иори резко изгибается и, пройдя теснину Леловани-Джихо, выходит на широкое Укугмартское поле, в котором выработало русло р. Укугмарт. Здесь из-за резкого уменьшения скорости течения соответственно и транспортирующей способности потока иорская и укугмартская воды осаждают часть транспортируемого твердого материала с диаметром в основном больше 0,5—0,1 мм.

Максимальная мощность наносов у XXX поперечника объясняется тем, что в водохранилищах долинного типа, имеющих местные расширения русла, отложение наносов сначала наиболее интенсивно происходит в верхнем, расширенном участке бьефа, а после распространяется на нижние участки [3].

Выше устья р. Укугмарт, к теснине Леловани-Джихо наносы постепенно уменьшаются до 0,7 м, а в теснине вовсе исчезают. Отсут-

$$\begin{aligned}
 & + \frac{\gamma(n, n+h) \left\{ (B \circ B + A_1^2 \widehat{\gamma}_n(n+h) \Delta) \gamma^2(n+\Delta) \left[1 + \left(f(n) - \frac{g(n)}{\gamma(n)} \right) \Delta \right]^2 - \right.}{(g(n) \Delta - \gamma(n+\Delta))^2 (B \circ B + A_1^2 \gamma(n+h) \Delta)} \\
 & \left. - (B \circ B + A_1^2 \gamma(n+h) \Delta) (g(n) \Delta - \gamma(n+\Delta))^2 \right\}}{(g(n) \Delta - \gamma(n+\Delta))^2 (B \circ B + A_1^2 \gamma(n+h) \Delta)} \quad (8)
 \end{aligned}$$

с начальными условиями $m(0, h)$, $\gamma(0, h)$, определяемыми из (2).

Замечание 2. Формальный предельный переход при $\Delta \rightarrow 0$ дает в этом случае

$$\begin{aligned}
 dm(t, t+h) &= a_0(\xi_t, t) dt + \frac{b \circ B}{B \circ B} (d\xi_t - A_0 dt) - \\
 & - \frac{g(t)}{\gamma(t)} m(t) dt + m(t, t+h) f(t) dt + \\
 & + \frac{\gamma(t, t+h) A_1(\xi_{t+h}, t+h) \varphi(t+h, t)}{B \circ B} (d\xi_{t+h} - (A_0 + A_1 m(t+h)) dt), \\
 d\gamma(t, t+h) &= \gamma(t, t+h) \left\{ 2f(t) + \frac{A_1^2}{B \circ B} (\widehat{\gamma}_1(t+h) - \gamma(t+h)) \right\} dt - g(t) dt.
 \end{aligned}$$

Естественно ожидать, что при рассмотрении интерполяции (с фиксированным запаздыванием) компонент диффузионных марковских процессов получится именно такой результат, однако этот вопрос требует дополнительного исследования.

В заключение выражаю благодарность А. Н. Ширяеву за постановку задачи и руководство.

Институт прикладной математики
Тбилисского государственного университета

(Поступило 17.9.1968)

მათემატიკა

ო. ლლონტი

მარკოვის ჯაჭვის კომპონენტთა ინტერპოლაცია

რეზიუმე

ვთქვათ, $(\theta_n, \xi_n, n = 0, \Delta, 2\Delta, \dots, (\Delta > 0))$ მარკოვის ჯაჭვია, რომლის ξ_n -კომპონენტზე დაკვირვება შესაძლებელია, ხოლო θ_n -კომპონენტზე დაკვირვების საშუალება არ არის.

შრომაში განხილულია θ_n -კომპონენტისათვის საშუალო კვადრატული აზრით ოპტიმალური ინტერპოლაციის შეფასების აგების საკითხი. მიღებულია ამ შეფასებისათვის სხვაობიანი განტოლებები (6), (7), (8) იმ შემთხვევისათვის, როცა (θ_n, ξ_n) აკმაყოფილებს (1)-ს.

დავოწმებელი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. T. Kailath. Technical Report, No. 7050-13, January, 1962.
3. А. Н. Ширяев. Математические заметки, III, 6, М., 1968.

1963—1967 гг., составляет 960 тыс. м³, 647 тыс. м³ из которых были занесены во взвешенном состоянии, остальные 313 тыс. м³ — донные наносы р. Иори. Значит, среднегодовой объем донных наносов р. Иори в среднем составляет 48,4% от взвешенного стока.

В 1963—1967 гг. боковая приточность Сионского водохранилища составляла 208 млн. м³ и могли занести в чашу 208 тыс. тонн, или 130 тыс. м³, твердого материала.

Полный объем твердого материала, заилившегося в водохранилище за 1963—1967 гг., составляет 1,090 млн. м³, или в среднем за год 218,0 тыс. м³. Водоохранилище может заилиться до определенного объема, после которого его заиление прекращается. Этот объем называется предельным и рассчитывается по формуле:

$$W_0 = W \left[1 - \left(\frac{w_p}{w_n} \right)^m \right], \quad (2)$$

где W_0 — предельный объем заиления-занесения водохранилища, м³; W — полный объем водохранилища, м³; w_p — $\frac{Q}{v}$ площади живого сечения при расчетном максимальном расходе реки в бытовых условиях, м² (для р. Иори $Q_{\max} = 476$ м³/сек); w_n — площадь поперечного сечения ближайшего к плотине участка водохранилища, м², $m = 1,7$.

Предельный объем заиления-занесения Сионского водохранилища составляет 324,9 млн. м³. В первом году существования водохранилища количество заилившегося в нем твердого материала, R_0 составляло 310 тыс. м³.

Если бы в Сионском водохранилище ежегодно осаждалось 310 тыс. м³ твердого материала, до предельного объема оно заилено бы за 1047 лет, но ошибочно считать продолжительность заиления проточных водохранилищ как частное от деления объема водохранилища на твердый сток реки, так как по мере заиления и подъема русла в пределах верхнего бьефа отложения наносов в водохранилищах постепенно уменьшаются.

По графику продолжительности заиления-занесения [2], если $R_0 < 310$ тыс. м³, заиление Сионского водохранилища до предельного объема произойдет более чем за 3000 лет.

Рассматриваемое нами водохранилище — сезонного регулирования, оно должно вместить сток р. Иори за половодье (IV—VII месяцы), что в среднем составляет 240 млн. м³, и боковую приточность объемом 27 млн. м³. За указанный период объем фильтрованной из верхнего бьефа воды при заполнении водохранилища составит 12 млн. м³, и, чтобы Сионское водохранилище оправдало свое назначение, оно должно вместить 255 млн. м³ воды (испарение и осадки на зеркале воды взаимно уничтожаются). Это возможно только в

том случае, если объем залившегося в водохранилище твердого материала не превзойдет 69,9 млн. м³, что возможно в течение 240 лет.

Из Сионского в Самгорское водохранилище ежегодно должны перебрасывать 150 млн. м³ воды. Кроме того, около 60 млн. м³ используется на орошение Нижне-Самгорских полей, т. е. минимальный объем воды, который должно вместить водохранилище, 210 млн м³. Это будет возможным в течение 450 лет.

Сроки полного и частичного заиления водохранилища можно принять ориентировочно, так как бассейн р. Иори и водохранилища характеризуются селевыми потоками, а борта чаши — оползнями. К тому же при большой амплитуде и частоте колебания уровня воды возможны сильные деформации берегов водохранилища.

Заиление Сионского водохранилища не представляет большой опасности, так как со временем станет возможным переброска залившегося материала пульповодами в нижний бьеф, и накопленные в водохранилище илистые, пылеватые и органические отложения могут быть использованы как ценные удобрения.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 25.6.1968)

ფიზიკური გეოგრაფია

ა. მებრძული

სიონის წყალსაცავის მოსილვა-მოლამვის მოცულობა და ხასიათი

რეზიუმე

სიონის წყალსაცავში 1963—1967 წწ. დაღეჭილი მყარი მასალის მოცულობა 1,09 მილიონი მ³, ნაფენების მაქსიმალური სიმაღლე კი—2,0 მ. სიონის წყალსაცავში საშუალოდ ყოველწლიურად 218,0 ათასი მ³ მყარი მასალა იღეჭება. წყალსაცავის ზღვრულ მოცულობამდე მოლამვის პერიოდი 3 ათას წელზე მეტია, 240 წლის შემდეგ კი ის ვეღარ შეძლებს მდ. იერისა და გვერდიითი შენაკადების ჩამონადენის სეზონურ რეგულირებას.

დადოებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Владимиров. Средний годовой сток рек Грузии. Тбилиси, 1962.
2. Г. И. Шамов. Речные наносы. Л., 1959.
3. Г. И. Шамов. Заиление водохранилищ. М.—Л., 1939.
4. В. Н. Гончаров. Динамика русловых потоков. Л., 1962.

УДК 56.017.2(47.922)

ბიოლოგია

დ. პაპაშვილი, ბ. გომეზიშვილი

ხოსტის ქვიშაქვების ასპანის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. კაჭარავამ 28.4.1968)

დასავლეთ აფხაზეთის პალეოგენური ნალექები, აფხაზეთის სხვა უბნებთან შედარებით, განსხვავებული ფაუნით არის წარმოდგენილი. ყურადღებას იპყრობს კრილის ზედა ნაწილი, სადაც დიდი გავრცელება აქვს თიხიან-ქვიშიანი ნალექებს.

მდ. ფსოუს აღმოსავლეთით, ადღერის სინკლიური დებრესიის ფარგლებში, პალეოგენური ნალექების ზედა ნაწილში შემდეგი დასტები გამოიყოფა:

1. ფიქლებრივი მერგელები ლიროლექსის ქერცლებით 20 მ.
2. ფერადი ფორამინიფერებიანი მერგელები 15 მ.
3. თიხებისა და ქვიშაქვების მორიგეობა 10—60 მ.
4. ლოდნარ-ბრექჩიების წყება 0—160 მ.
5. თიხებისა და ქვიშაქვების მორიგეობა 200 მ.
6. სქელშრებრივი ქვიშაქვები 500 მ.
7. თიხებისა და ქვიშაქვების მორიგეობა 1000 მ.

დასტა 1 ლიროლექსიანი პორიზონტის ანალოგია. დასტა 2 კონგლობატუსიანი ზონის ფორამინიფერებს შეიცავს. აღნიშნული დასტების ზედაეოცენური ასაკი მკვლევართა შორის დავას არ იწვევს. აზრთა სხვადასხვაობა გვაქვს მათ ზევით მდებარე წყებების ასაკის შესახებ. დასტები 3,4,5 ლიტერატურაში ცნობილია მაცესტის [1] ანუ მეხადირის [2] წყების სახელწოდებით. ზოგი მკვლევარი ამ წყებაში ერთ ლოდნარ-ბრექჩიულ პორიზონტს გამოყოფს [1], ზოგი კი ორს, ერთ-მანეთისაგან გათიშულს, თიხიან-ქვიშიანი დასტით [2,3].

ჩვენს მიერ შესწავლილ რაიონში, მეხადირის წყებაში მხოლოდ ერთი ლოდნარ-ბრექჩიული დასტა გვხვდება, რომელიც მეხადირის წყების თითქმის შუა ნაწილშია განლაგებული. სამხრეთი მიმართულებით ლოდნარ-ბრექჩიების დასტა თანდათანობით ისოლება და მდ. ლაფსტას ხეობაში, კლდიანის ანტიკლინის სამხრეთ ფრთაში, მეხადირას წყება მხოლოდ თიხებისა და ქვიშაქვების მორიგეობით არის წარმოდგენილი. ეს ნალექები მდიდარია მაკრო- და მიკროფორამინიფერებით. ზოგი მკვლევარი მეხადირის წყებას ზედა ეოცენს აკუთვნებს, ზოგი კი—ოლიგოცენს.

ზევითკენ მდებარე სქელშრებრივი ქვიშაქვები (დასტა 6) ხოსტის წყების სახელწოდებით არის ცნობილი [1]. მისი ასაკი დღემდე გაურკვეველი რჩება.



ხოსტის წყების ზევითკენ განლაგებული თიხების და ქვიშაქვების ობა (დასტა 7), რომელიც სოჭის წყების სახელწოდებით არის ცნობილი [1], მკვლევართა უმრავლესობის მიერ ოლიგოცენად არის მიჩნეული.

ა. კოზლოვი [1] ოლიგოცენს მე-4 დასტით იწყებს. უკანასკნელი ძირითადად თიხებით არის წარმოდგენილი და მასში ბევრია სხვადასხვა ქანების (კორქვების, ქვიშაქვების, მერგულების) ლოდები და ნატეხები, რომელთა ზომები ხშირად რამდენიმე ათეულ და ასეულ კუბომეტრს აღწევს, რის გამოც მას ლოდნარ-ბრეჭიულ წყებას უწოდებენ [1,2]. წყებაში აღნიშნული ეოცენური ნუმულიტების და დისკოციკლინების მდიდარ ფაუნას ავტორი მეორად განლაგებაში თვლის.

ა. კოზლოვი ოლიგოცენს აკუთვნებს აგრეთვე ზევით მდებარე ხოსტის ქვიშაქვებს (დასტა 6) და სოჭის წყებას (დასტა 7). პირველ წყებაში ავტორი ოლიგოცენური ფლორის ნაშთებზე მიგვითითებს [1].

ზოგიერთი მკვლევარი ოლიგოცენს მე-3 დასტით (თიხიან-ქვიშაიანი წყება) იწყებს, რომლის ფუძეში კონგლომერატის შრეს აღნიშნავს [2,3]. წყებაში არსებულ ეოცენურ ნუმულიტებს და დისკოციკლინებს ს. ბუკია მეორად განლაგებაში არსებულად თვლის. ხოსტის ქვიშაქვებს იგი პირობითად ქვედა მხოცენურად ათარილებს და აღმოსავლეთ აფხაზეთის ბენქტუნჯულუსებიანი და ონკოფორებიანი შრეების ანალოგად მიიჩნევს, თუმცა არ გამოირიქხავს მათს ოლიგოცენურ ასაკსაც.

ი. კაპარავა [4] აღნიშნავს, რომ მეხადირის წყებაში ზედაეოცენური ფორმები პირველად განლაგებაშია, რის გამოც ის ამ წყებას ზედა ეოცენს აკუთვნებს. მისი აზრით, ოლიგოცენი შესაძლებელია მეხადირის წყების მხოლოდ სულ ზედა (უფაუნო) ნაწილში იყოს. აქედან გამომდინარე, ი. კაპარავა ხოსტის ქვიშაქვებს ზედა ეოცენურზე უფრო ახალგაზრდად თვლის.

ა. ლალიევი [3] მეხადირის წყებას ზედა ეოცენს აკუთვნებს და აღნიშნავს, რომ ის კონგლობატუსიანი ზონის ანალოგი უნდა იყოს. მისი აზრით, ზედაეოცენურია აგრეთვე ხოსტის ქვიშაქვების ქვედა დიდი ნაწილი (ზედა 30 მეტრის გამოკლებით), რომელსაც ის ბოლიენიანი ზონის ანალოგად მიიჩნევს.

ჩვენ მიერ ამ ნალექების მთელ სისქეზე ნაპოვნია:

Nummulites pulchellus v. Hant. (ბალნარი), *Nummulites bouillei* de la Harpe (ზ. სალხინო), *Nummulites fabianii retiatius* Rov. (ფხისტის და ფსოუს წყალგამყოფი), *Discocyclina abchasicus* Katsch. და სხვ. (ნუმულიტები აქ და ქვემოთ განსაზღვრა ზ. კაპარავამ ი. კაპარავას ხელმძღვანელობით). განსაკუთრებით მდიდარია ნუმულიტებით და დისკოციკლინებით ლოდნარ-ბრეჭიული დასტა. აქ გვხვდება *Nummulites* cf. *pulchellus* v. Hant., *Discocyclina abchasicus* Katsch.

წყებაში გვხვდება აგრეთვე ქვედა- და შუაეოცენური *Nummulites murchisoni* Brun., *Numm. exilis* Douv, რომლებიც აქ, უდავოდ, მეორად განლაგებაში იმყოფებიან.

ბევრია ზედა თიხიან-ქვიშაიან წყებაში *Nummulites fabianii retiatius* Rov.

მეხადირის წყების თიხის შუა შრეები უხვად შეიცავს მიკროფაუნას, რომელთა ასოციაცია კონგლობატუსიანი ზონისათვის არის დამახასიათებელი: *Spiroplectammina longa* M. Katsch., *Valvulineria angulata* M. Katsch., *Gyroïdina soldanii* d'Orb., *Guroïdinoïdes mardensis* M.Katsch., *Eponides umbonatus* (Rss), *Ep. badensis* (Gyz), *Alabama meskhethica* M. Katsch., *Anomalina affinis* Hant., *An. acuta* Plumm., *An. granosa* (Hant.), *Cibicides pygmeus* (Hant.), *Cib. ungerianus* d'Orb., *Planulina costata* (Hant.) *Pseudoplanulina meskhethica* M. Katsch., *Globigerinoides conglobatus* (H.B.Brody.), *Globigerinella micra* (Cole), *Rotalia georgiana* M. Katsch., *Rot. postinermis* M. Katsch., *Bulimina sculptilis* Cush. და სხვა.

აღსანიშნავია, რომ მეხადირის წყების ზედა ნაწილი (50 მ სიმაღლეზე, მდ. ლავსტას და მდ. მეხადირის მარჯვენა ნაპირებზე) შეიცავს ბოლივინის ზონისათვის დამახასიათებელ მიკროფაუნას: *Clavulina szaboi* Hant., *Marginulina bhemi* (Rss), *Gyroidina soldanii* d'Orb., *Eponides umbonatus* (Rss), *Anomalina affinis* Hant., *Cibicides pygmeus* (Hant.), *Cib. lobatulus* (W. et J.), *Planulina costata* (Hant.), *Globigerinella micra* (Cole), *Globigerina bouloïdes* d'Orb., *Bolivina beyrichi* Rss, *Bol. nobilis* Hant.

ამ ნალექებს ზევით მძლავრი (500 მ) სქელშრეებრივი ქვიშაქვების წყება მოჰყვება, რომელიც, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ხოსტის ქვიშაქვების სახელწოდებითაა ცნობილი. ამ ნალექებს მკვლევართა უმრავლესობა ოლიგოცენს აკუთვნებს [1,2]. ა. ლალიევის აზრით, ხოსტის ქვიშაქვები (ზედა 30-მეტრიანი დასტის გამოკლებით) ზედა ეოცენის ბოლივინიან ზონას მიეკუთვნება. ეს მოსაზრება მის მიერ ხოსტის ქვიშაქვებში (მდ. მზიმთაზე) ფუძიდან 431 მ-ზე ნაპოვნი *Nummulites fabianii*-ზე არის დამყარებული [3].

ნუმულიტებს ხოსტის წყებაში სხვა მკვლევარებიც აღნიშნავენ [2], მაგრამ ისინი მათ მეორად განლაგებაში თვლიან. ხოსტის წყება მათი აზრით, ოლიგოცენურია ნამარხი ფლორის მიხედვით. გარდა ამისა, ამ ქვიშაქვებში ს. კოროტკოვის მიერ ქვედა ოლიგოცენისათვის დამახასიათებელი *Planorbella* sp. არის აღნიშნული [1].

ჩვენ შევისწავლეთ ხოსტის ქვიშაქვების ჰრილი მდ. ფსოუს მარცხენა ნაპირის გასწვრივ სოფ. საღმესთან. წყების ქვედა ნაწილში ქვიშაქვების გამყოფ თიხის შუა შრეებში აღმოჩნდა: *Cristellaria* sp., *Asterigerina bracteata* Cush., *Cibicides oligocenicus* Samoil., *Cib. amphisyliensis* And., *Nonion granosum* (d'Orb.), *Globigerina officinalis* Subb., *Globigerinella micra* (Cole), რომლებიც ოლიგოცენისათვისაა დამახასიათებელი.

ასეთივე ფაუნა აღმოჩნდა წყების ზედა ნაწილშიც, სადაც განსაზღვრულია *Asterigerina bracteata* Cush., *Cibicides oligocenicus* Samoil., *Cib. amphisyliensis* And., *Cib. dutemplei* (d'Orb.) var. *praecinctus* (Karr.), *Cib. almaensis* Samoil., *Nonion granosum* (d'Orb.), *Caucasina schishkinskayae* Samoil., *Globigerina officinalis* Subb.

წყებაში ხშირია აგრეთვე ცარცის, პალეოცენისა და ეოცენის მიკროფაუნა *Acarinina crassaformis* (G. et W.), *Ac. triplex* Subb., *Ac. acarinata* Subb.,



Ac. pseudotopilensis Subb., *Globotruncana* sp. და სხვა, რაც უდავოდ მეორად განლაგებაში უნდა იყოს.

ამ წყების სულ ზედა ნაწილში ა. ლალიევი [3] ოლიგოცენურ ფლორას ასახელებს. ამრიგად, ის გარემოება, რომ ზოგი მკვლევარი ნუმულიტებს ხოსტის წყებაში მეორად განლაგებაში არსებულად სთვლის, ჩვენი მონაცემებითაა მტკიცდება.

ხოსტის ქვიშაქვების ზევით თიხების, ქვიშაქვების და მიკროკონგლომერატების მორიგეობის მძლავრი დასტა მოყვება (სოჭის წყება). ეს შრეებიც ოლიგოცენისათვის დამახასიათებელ მიკროფაუნას შეიცავს (ლესელიძეში გაბურღილი № 1 ქვის მონაცემები) *Glomospira charoides* (P. et J.), var. *minima* Subb., *Cib. labatulus* (W. et J.), *Cib. amphisiensis* And., *Globigerinella micra* (Cole), *Globigerinella* sp., *Globigerina bulloides* d'Orb.

ამ წყებაშიც ხშირია აგრეთვე ეოცენის და ცარცის მიკროფაუნა და პატარა ზომის ნუმულიტები, რომლებიც მეორად განლაგებაში არიან.

ამგვარად, მეხადირის წყება მოიცავს ზედა ეოცენის კონგლობატუსიან და ბოლივინიან ზონებს, ხოლო ხოსტის და სოჭის წყებები—ოლიგოცენს. ის გარემოება, რომ ხოსტის ქვიშაქვები თანხმობით აგრძელებენ მეხადირის წყებას (მდ. ლავსტა), შესაძლებელია ხოსტის ქვიშაქვები ქვედა ოლიგოცენის შესაბამისი იყოს.

ტრესტი „საქნავითი“

საქართველოს ნავთობის

კომპლექსური ლაბორატორია

(შემოვიდა 2.7.1968)

ГЕОЛОГИЯ

Д. Ю. ПАПАВА, Г. С. ГОДЕРДЗИШВИЛИ

О ВОЗРАСТЕ ХОСТИНСКИХ ПЕСЧАНИКОВ

Резюме

В результате детального изучения терригенных отложений верхней части палеогена в пределах Западной Абхазии авторы приходят к мнению, что большая нижняя часть мацестинской, или мехадырской, свиты содержит микрофауну зоны *Globigerinoides conglobatus*, а самая верхняя ее часть—микрофауну зоны *Bolivina* верхнего эоцена.

На основе микрофауны доказывается олигоценовый возраст как хостинских песчаников, так и вышележащих песчано-глинистых отложений сочинской свиты.

დავითიშვილის ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Л. Козлов. Междунар. XVII геол. конг. ГОНТИ. Л., 1937.
2. Б. М. Келлер и В. В. Меннер. Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, отд. геол., т. XX (1-2), М., 1945.
3. А. Г. Лалиев. Майкопская серия Грузии. М., 1964.
4. И. В. Качаравა. Труды Геол. ин-та АН ГССР, сер. геол., т. II (VII), 1944.

მ. ტატიშვილი

ბასალეზი სამხრეთ მესხეთის უზაემოცენური ლავების
პეტროგრაფიისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ძოწენიძემ 12.7.1968)

მესხეთის სამხრეთ ნაწილში შუა ეოცენის ვულკანოგენური სერიის გამო-სავლელი ყოველთვის მცირე ანტიკლინურ ამალეებებთან არის დაკავშირებული. ასეთთა რიცხვს კერძოდ, მიეკუთვნება წნისის, ახალციხის, ურაველის ბრაქიანტიკლინები და ის საკმაოდ ვრცელი მასივი მდ. მტკვრის მარჯვენა ნაპირზე, რუსთავე-ასპინძას შორის რომ მდებარეობს.

მაჩლოებითი გამოთვლებით შუაეოცენური ვულკანიზმის პროდუქტთა მიერ დაკავებული ფართი ამ მიდამოებში 780—800 კვ. კმ უდრის. საკუთრივ ლავების ზედარითი წილი საგრძნობლად მცირეა (20—30%), თუმცა ზოგიერთ ქრილში, მაგალითად, ურაველის ხეობის გასწვრივ, ისინი პიროკლასტური მასალის თანაბარი გავრცელებითაც კი სარგებლობენ.

ბოლო დრომდე ჩვენი წარმოდგენები შუაეოცენური ლავების პეტროქიმიურ ბუნებაზე სულ ორიოდ ქიმიურ ანალიზს [1] ემყარებოდა. ახლა უკვე თითქმის აღარც ერთი განფენი არ დარჩა შეუსწავლელი. ნათქვამი საფუძველს გვაძლევს გავაკეთოთ რამდენიმე დასკვნა:

I. ლავების ქიმიური შედგენილობა ფართო ინტერვალში იცვლება, რის მიხედვითაც შეიძლება გამოიყოს მათი ოთხი ჯგუფი: 1) ბაზალტები ($\text{SiO}_2 < 51\%$), 2) ანდეზიტ-ბაზალტები ($\text{SiO}_2 \approx 51-56\%$), 3) ანდეზიტები ($\text{SiO}_2 \approx 56-60\%$), 4) ანდეზიტ-დაციტები და დაციტები ($\text{SiO}_2 > 60\%$).

II. რაოდენობის მიხედვით ჭარბობს ბაზალტური ლავები, განსაკუთრებით ქრილების ზედა ნახევარში.

III. მეკვამ ანუ დაციტური შედგენილობის ლავათა განფენები გვხვდება მხოლოდ ერთგან — ურაველის ქრილის ფუძეში.

ქვემოთ მოგვყავს თითოეულის საშუალო ქიმიური ანალიზი (იხ. ცხრილი). ბაზალტებს მესხეთის სამხრეთ ნაწილში სრულიად განსაკუთრებული, გაბატონებული ადგილი უჭირავს, თუმცა ამგვარ შთაბეჭდილებას ისიც აძლიერებს, რომ აქ, შუა ეოცენის ანტიკლინურ სტრუქტურებში, ვამიშვლებულია უმთავრესად ვულკანოგენური სერიის ზედა ნახევარი, რომელიც სწორედ მელანოკრატული განფენების სიმრავლით გამოირჩევა.

ქანს პორფირული სტრუქტურა ახასიათებს. ფენოკრისტალებად შეიცავს პლაგიოკლასს ($N 55-65$), მონოკლინურ პიროქსენსა ($2V=50-56^\circ$, $CN_g=$

=37—49°) და მაგნეტიტს. ზოგჯერ გვხვდება ავოცავე ოლივინის მოხაზულობის მანერალიც, მთლიანად ჩანაცვლებული სერპენტინისებური ნივთიერებით. ძირითად მასას აგებს მომწვანო-ყავისფერი გაქლორიტებული ვულკანური მინა ($N=1,560\pm 0,002$) მასში ჩაძირული წაგრძელებული მიკროლითებით პლაგიოკლასისა ($Ng'=1,556\pm 0,001$, $Np'=1,548\pm 0,001$) და მონოკლინური ჰიროქსენის იზომეტრული მარცვლებით. გარდა ამისა, იგი უხვადაა დაცხრილული მაგნეტიტის უწყრილესი გამონაყოფებით, რაც ალბათ ბაზალტების მუქად შეფერვის მიზეზი გამხდარა. თვით ვულკანური მინის რაოდენობა ქანში საგრძნობლად იცვლება და ამდენად შესაძლებელი ხდება განისაზღვროს ძირითადი მასის ისეთი სტრუქტურული სახეობანი, როგორიცაა დიაბაზ-ოფიტური, ინტერსერტალური, პიალოპილიტური ან რაღაც შუალედური მათ შორის. საინტერესოა, რომ განსხვავება SiO_2 -ის შემცველობის მხრივ ბაზალტებში ხშირად 6—7%-საც აღწევს, ე. ი. გვაქვს შედარებით „ფუქე“ ($SiO_2\approx 43-45\%$), „მქავე“ ($SiO_2\approx 49-51\%$) და შუალედური ($SiO_2\approx 46-48\%$) შედგენილობის სახესხვაობანი. ეს გარემოება უთუოდ კარგად ასახავს ქანის ძირითადი მასისა და ფენოკრისტალთა რაოდენობრივი თანაფარდობის მერყეობას და, აქედან გამომდინარე, ხსნის მისი მიკროსტრუქტურის ამა თუ იმ თავისებურებასაც.

№	ქანის სახელწოდება	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO
1	ბაზალტი (31 ანალიზის საშუალო)	47,16	0,6	18,23	4,75	4,8	0,14	4,76
2	ანდეზიტ-ბაზალტი (18 ანალიზის საშუალო)	53,62	6,62	16,85	4,64	3,71	0,11	4,72
3	ანდეზიტი (5 ანალიზის საშუალო)	58,44	0,77	15,66	2,97	4,6	0,12	1,98
4	დაციტი (7 ანალიზის საშუალო)	64,28	0,36	14,31	2,97	2,21	6,69	1,09

№	ქანის სახელწოდება	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	ვახ. დან.	სინესტე
1	ბაზალტი (31 ანალიზის საშუალო)	8,9	3,29	2,0	0,24	0,04	1,89	2,64
2	ანდეზიტ-ბაზალტი (18 ანალიზის საშუალო)	6,82	4,48	2,43	0,28	0,01	1,43	1,98
3	ანდეზიტი (5 ანალიზის საშუალო)	3,97	4,9	3,42	0,13	0,06	0,9	3,21
4	დაციტი (7 ანალიზის საშუალო)	2,81	4,02	4,35	0,11	0,23	1,36	1,76

თუ შედარებებს მივმართავთ, შეიძლება შევამჩნიოთ გარკვეული მსგავსება „ფუქე“ ბაზალტებსა და ლიკანი-ბორჯომი-ახალდაბის მინამოვებში [2] აღწერილ ავგიტით მდიდარ პორფირიტებს შორის. ყოველ შემთხვევაში, სამხრეთ მესხეთის ბაზალტებს ბევრი აქვთ საერთო ცეოლთიანი მიკროგაბროს ძარღვებთან, რომლებიც ბორჯომის რაიონის მელანოკრატული ლავების ამომყვან ყელეზადაა მიჩნეული [2]. რაც შეეხება შედარებით მქავე, ე. წ. „პიალოპილიტურ“ ბაზალტებს, ისინი თავისი პეტროქიმიური ბუნებით საკმაოდ ახლო დგანან ახალციხე-იმერეთის ქედის სამხრეთ ფერდის ანდეზიტ-ბაზალტურ პორფირიტებთან. კიდევ უფრო თვალსაჩინოა (და ბუნებრივად ჩანს) ამ უკა-

ნასკნელთა ანალოგია სამხრეთ მესხეთის ანდეზიტ-ბაზალტებთან, რომელთა როლი აქ ერთგვარად მიჩქმალულიცაა ბაზალტების საყოველთაო გავრცელების ფონზე. მართლაც, აღნიშნული ქანების ერთმანეთისაგან გარჩევა თვალთ, ქიმიური ანალიზების გარეშე, ხშირად შეუძლებელი ხდება, მით უმეტეს, რომ ჭრილებში ისინი უშუალოდ მორიგეობენ.

დღემდე ცნობილი ფაქტური მასალა [2, 3] იმის სასარგებლოდ მეტყველებს, რომ ჩვენში შუაეოცნური საწყისი მაგმა შედგენილობით ანდეზიტ-ბაზალტური იყო. ვფიქრობთ, ამ მხრივ სამხრეთ მესხეთი ერთგვარ გამონაკლისს წარმოადგენს. საქმე ის არის, რომ აქ, გეოსინკლინური ზოლისაგან განსხვავებით, ვულკანური მოქმედება დიდი მოგვიანებით, შუა ეოცენის შუა პერიოდში დაიწყო. ამ დროისათვის კი მაგმის თავდაპირველი შედგენილობა უკვე საფუძველიანად უნდა შეცვლილიყო, ვინაიდან მაგმური კერა გეოსინკლინში მიმდინარე პომოდრომული დიფერენციაციის პროცესის გამო თანდათან სულ უფრო მდიდრდებოდა ფუძე კომპონენტებით.

ამრიგად, სამხრეთ მესხეთის ბაზალტები ჩვენ ფუძეებით გამდიდრებულ პირველადი მაგმის პროდუქტებად მიგვაჩნია. შესაბამისად ანდეზიტ-ბაზალტები უნდა ჩაითვალოს ბაზალტების დიფერენციატებად საწყის სტადიაზე. უფრო შორს წასული დიფერენციაცია კი, რაც თავისთავად ძალზე იშვიათია, ანდეზიტური შედგენილობის ლავებს იძლევა. ეს ქანები ბუნებაშიც ყოველთვის ასეთი რიგით გვხვდება: ბაზალტი—ანდეზიტ-ბაზალტი—ანდეზიტი. არსად გვინახავს უშუალოდ ბაზალტებს ზეკით განლაგებული ანდეზიტის განფენი.

როგორც ჩანს, ვულკანურ პროცესს სამხრეთ მესხეთში წყვეტილი ანუ პულსაციური ხასიათი ჰქონდა. ღრმა კერებიდან ამონთხეული მაგმის ყოველი ახალი პორცია თანმიმდევრულად განიცდიდა დიფერენციაციას ვულკანის ამომყვან არხში მოძრაობის დროს. ამ მოვლენის მასშტაბი შედარებით მცირეა და არასოდეს სცილდება 3—4 განფენის ფარგლებს. საერთოდ კი დიფერენციაციის პროცესი სამხრეთ მესხეთის ლავებისათვის მაინც ნაკლებადაა დამახასიათებელი და ბაზალტური განფენებიც მეტწილად უწყვეტად აგრძელებენ ერთმანეთს აღმავალ ჭრილში.

ყურადღებას იქცევს შესწავლილი ლავების პეტროგრაფიული ერთფეროვნება. პლაგიოკლაზი ყველა ჯგუფის გაბატონებული მინერალია. ფუძე ბაზალტებში მისი რაოდენობა ქანის მთელი მოცულობის 70—80% შეადგენს. ამგვარი „გადაჭერბა“ ერთ-ერთი მთავარი წინაპირობაა დიბაზური და ინტერსერტალური მიკროსტრუქტურების გაჩენისათვის. ფენოკრისტალთა შედგენილობა იცვლება 65-დან 55% An-მდე, მაგრამ მეტწილად ალბიტიზებულია. საღ მიკროლითებს უფრო ფართო ამპლიტუდა ახასიათებს—ფუძე პლაგიოკლაზიდან მკავე ლაბრადორამდე. გამოკრისტალების კოეფიციენტი (გ. კ.) ანუ ფენოკრისტალებისა და მიკროლითების პროცენტული შეფარდება უდრის 0,8—1.

დიფერენციაციის მსვლელობაში პლაგიოკლაზის საერთო რაოდენობა განუხრებლად იცვლება, ჯერ 50—40%-მდე „მკავე“ ბაზალტებსა და ანდეზიტ-ბა-

ზალტებში, ხოლო შემდეგ 30—25%-მდეც ანდეზიტებში. პარალელურად მიმდინარეობს მისი გამჟავებაც — შესაბამისად 10—15 ნომრით. რამდენადმე მცირდება აგრეთვე ეპოქრისტალების კოფიციენტი (0,7—0,6). აღსანიშნავია, რომ იცვლება ფენოქრისტალების არა მარტო შემადგენლობა ან რაოდენობა, არამედ ზომებიც (2—0,1 მმ). ამასთან, თუ ბაზალტებში ისინი, ჩვეულებრივ, ჯგუფებადაა დაგროვილი, ანდეზიტებში მათი გამეჩხვრება ხდება — უმეტესად ცალკეული კრისტალებია შემორჩენილი. ძლიერ დამახასიათებელია პოლისინთეტური ტყუბები. შემრჩობლების კანონებიდან კი ყველაზე გავრცელებულია ალბიტური, კარლსბადის, ალბიტ-კარლსბადის, ნაწილობრივ პერიკლინურიც. ზონალური პლაგიოკლაზები შედარებით იშვიათია.

მონოკლინური პიროქსენი სამხრეთ მესხეთის შუაეოცენური ლავების მეორე დამახასიათებელ და, ამასთან ერთად, აუცილებელ მინერალსაც წარმოადგენს. მისი რაოდენობა დიფერენციაციის მსვლელობაში კანონზომიერად იცვლებს, მაგრამ შედგენილობა, პლაგიოკლაზისაგან განსხვავებით, რამდენადმე მუდმივი რჩება.

ფენოქრისტალთა უმრავლესობა იზომეტრული, წაგრძელებული ან რვაკუთხა ფორმის ღია-მომწვანო ფორფიტებს წარმოქმნის. მათი ზომები, ისევე როგორც იდიომორფიზმის ხარისხი, თანდათან მცირდება რაოდენობასთან ერთად. საკმაოდ ხშირია მრჩობლები; პლეოქროიზმი ოდნავ თუ შეიმჩნევა; ჩაქრობისას ზოგჯერ გარკვევით ჩანს ქვიშის საათის მსგავსი სტრუქტურა.

მოვიყვანთ ოპტიკური და იმერსიული გაზომვების შედეგად მიღებულ კონსტანტებს:

$$2 = +44 - 58^\circ, \text{CNg} = 32 - 52^\circ, \text{Ng}' = 1,720 \pm 0,003; \text{Np}' = 1,694 \pm 0,001.$$

გაკეთებულია აგრეთვე ბორბალის ხევის ბაზალტის მონოკლინური პიროქსენის ქიმიური ანალიზი, რომლის მიხედვითაც ნაანგარიშეგია მინერალის შემადგენელი კომპონენტების რაოდენობა: დიოპსიდი — 71,82%, ჰედენბერგიტი — 14,96% და ჩერმაკის მოლეკულა — 13,22%.

ამ მონაცემების თანახმად, ბორბალის ხევის მონოკლინური პიროქსენი, რაბათის [4] პიროქსენის მსგავსად, დიოპსიდ-ავგიტის ჯგუფს უნდა მიეკუთვნოს. შეიძლება უბნებად დავუშვათ აგრეთვე ტიტან-ავგიტის არსებობაც.

მიკროლითებში გარდატეხის მაჩვენებლის მნიშვნელობა ($\text{Ng}' = 1,726 \pm 0,004$, $\text{Np}' = 1,702 \pm 0,001$) მომატებულია პორფირულ გამონაყოფებთან შედარებით, ალბათ ჰედენბერგიტული მოლეკულის შემცველობის გაზრდის გამო [4]. იქნებ ამიტომ უფრო იოლად განიცდიან ისინი დაქანგვასაც.

საერთოდ, მეორადი შეცვლა სამხრეთ მესხეთის შუაეოცენური ლავების ერთ-ერთი ყველაზე დამახასიათებელი და საინტერესო ნიშანთვისებაა. ეს არის ერთობლივი პროცესი (ყოველ შემთხვევაში, სივრცობლივად მაინც), რომელიც მოიცავს ალბიტოზაციას, ცეოლითიზაციას, ქლორიტიზაციას და კარბონატიზაციას. ფუძე ქანები ბევრად უფრო ინტენსიურადაა შეცვლილი, ვიდრე დიფერენციატები. ქლორიტი, კალციტთან ერთად, ჩვეულებრივ, მონოკლინურ პიროქსენს ანაცვლებს. ბაზალტებში ხშირია სხივოსნური დელენიტის ($\text{Ng}' = 1,612 \pm 0,004$, $\text{Np}' = 1,603 \pm 0,001$) მინდალინები.



განსაკუთრებით თვალსაჩინოა ცეოლითების სიუხვე. მათი უდიდესი ნაწილი მინდალინებშია გამოყოფილი და ყოველთვის ავსებს აგრეთვე განფენის ცალკეულ სფეროთა შეხების არეში გაჩენილ სამკუთხა სიციარელებს კალციტთან და თაბაშირთან ერთად. როგორც წესი, აქ გვხვდება მხოლოდ კალციუმისანი ცეოლითები, სახელდობრ, ტომსონიტი, დესმინი, β -ლეონგარდიტი, გვილანდიტი სკოლეციტი და მორდენიტი.

უდავოა, აღნიშნული პოსტულკანური ასოციაციის წარმოშობა პლაგიოკლაზიდან ფუძე, ანორთიტული კომპონენტის გამოტანას უნდა დაეუკავშიროთ [2], რადგან ცეოლითებით გამდიდრებული უბნები განფენებისა ამავე დროს ყოველთვის მძლავრადაც არის ალბიტზეებული. ერთი შეხედვით, ამ მხრივ თითქოს გამონაკლისად ჩანს ურაველის ხეობის მქავე ლავეები, რომლებიც სრულიად მოკლებულია ცეოლითებს, თუმცა კი მათთვის მთკარ ქანთაშენ მინერალს ისევ და ისევ გააღბიტებული პლაგიოკლაზი წარმოადგენს. ვფიქრობთ, ეს გარემოება მართლაც ძნელი ასახსნელი იქნებოდა, ურაველის დაციტები რომ ნამდვილად ბაზალტური მაგმის თანმიმდევრული დიფერენციაციის საბოლოო პროდუქტები ყოფილიყო. მაგრამ ამისთანა დაშვებას, პირველ რიგში, თვით დაციტური განფენების გეოლოგიური პოზიცია ეწინააღმდეგება. შუა ეოცენის ვულკანური მოქმედებასახრეთ მესხეთში ხომ სწორედ ამ მქავე ლავების ამონახვევით დაიწყო.

აქედან გამომდინარე, ბუნებრივად იზადება აზრი ურაველისა და ალგეთის დაციტების [2] ანალოგის შესახებ. უეჭველია, ორივეგან ადგილი ჰქონდა ბაზალტური მდნარის პირველი პორციების კონტამინაციას ბელტის მქავე მასალით. მაშასადამე, ურაველის ბრაქიანტიკლინის გულში მქავე ეფუზივების არსებობის ფაქტი ბელტის სიაზლოვეზე მიუთითებს. კიდევ მეტად ადვილად შესაძლებელია ურაველის დაციტები უშუალოდ ართვინ-ბოლნისის ბელტზეც კი აღმოჩნდეს განლაგებული.

რაში გამოიხატა კონკრეტულად ბელტის ზემოქმედება? ქანი, ჯერ ერთი, გამდიდრებულია ეფუზური კვარციით, რომელსაც ძირითადი მასის ნახევარი მაინც უჭირავს. მეორეც, მკვეთრად მოიმატა K_2O -ს რაოდენობამ. მ. ი. ა. მ. ა. კ. ს. [5] მიხედვით, K_2O/Na_2O შეფარდება უჩვენებს საწყისი მაგმის „გაჭუჭყიანების“ (კონტამირების) ხარისხს. ჭრილის ზედა ნაწილის ლავეებში იგი 0,1—0,6 უდრის, ხოლო დაციტებში 0,8—1,4.

თუ ცეოლითების საკითხს დავუბრუნდებით, შეიძლება აღვნიშნოთ, რომ უფრო მოსალოდნელია დაციტების პლაგიოკლაზის გააღბიტება (მხოლოდ ერთგან გაიზომა № 37) მომხდარიყო უშუალოდ კონტამინაციის პროცესში და არა პოსტულკანური შეცვლის სტადიაზე ბაზალტებისა და მათი დიფერენციატების მსგავსად.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოლოგიური ინსტიტუტი

М. Г. ТАТИШВИЛИ

 МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПЕТРОГРАФИИ СРЕДНЕЭОЦЕНОВЫХ ЛАВ
 ЮЖНОЙ МЕСХЕТИИ

Резюме

Выделено четыре типа лав: 1) базальты ($\text{SiO}_2 < 51\%$), 2) андезито-базальты ($\text{SiO}_2 \approx 51-56\%$), 3) андезиты ($\text{SiO}_2 \approx 56-60\%$), 4) дациты и андезито-дациты ($\text{SiO}_2 > 60\%$).

Первые три из них образуют дифференцированный ряд: базальт—андезито-базальт—андезит. Базальты сильно преобладают над остальными. Пульсирующие лавоизлияния возобновлялись неоднократно в течение среднеэоценового малого цикла.

Петрографический состав лав сравнительно однообразен. В ходе дифференциации не только меняется постепенно состав плагиоклазовых вкрапленников (от 65 до 40% An), но и уменьшаются их размеры и количество. Пироксен, представленный диопсид-авгитом, менее подвержен изменению состава, хотя и его количество заметно убывает. Широко распространены процессы альбитизации и цеолитизации. Развита исключительно кальциевые цеолиты.

Дацитовые и андезито-дацитовые покровы приурочены, как правило, к основанию вулканогенной серии. Поэтому происхождение их следует, по-видимому, объяснить контаминацией базальтовой магмы кислым материалом Артвино-Болнисской глыбы. Лавы сильно обогащены эффузивным кварцем, резко повышено в них также отношение $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$. Цеолитов вообще не содержат. Возможно, что эти породы расположены непосредственно на глыбовом участке.

სამეცნიერო ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Д. С. Белянкин, В. П. Петров. Петрография Грузии. М., 1945.
2. Г. С. Дзоценидзе. Домеоценовый эффузивный вулканизм Грузии. Тбилиси, 1948.
3. Г. С. Дзоценидзе. Сообщения АН ГССР, т. IX, № 3, 1948.
4. Г. В. Гвахария и др. Материалы по минералогии Грузии. Тбилиси, 1965.
5. Петрохимия кайнозойской Курило-Камчатской вулканической провинции. М., 1966.



Г. С. ЗАКАРИАДЗЕ, М. Б. ЛОРДКИПАНИДЗЕ

О СОПОСТАВЛЕНИИ ЭФФУЗИВНЫХ И ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОД ПАЛЕОГЕНОВОГО МАГМАТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ЮГО-ЗАПАДНОЙ АДЖАРИИ

(Представлено академиком Г. С. Дзюценидзе 1.7.1968)

Вулканогенная толща палеогенового возраста, слагающая значительную часть Аджаро-Триалетской складчатой системы, и приуроченные к ней интрузии большинством исследователей рассматриваются как продукты единого палеогенового магматизма [1—3]. Специальных петрологических исследований, подтверждающих это положение, до сих пор не проводилось. В настоящем сообщении с этой точки зрения рассматриваются результаты изучения палеогенового магматизма юго-западной Аджарии.

В исследованном районе вулканогенная толща разделена нами на две свиты. Нижняя (видимая мощность 500 м) сложена гидротермально сильно измененными пироксен-роговообманковыми и роговообманковыми порфиритами. Верхняя (1000—1500 м) представлена неоднократным чередованием субщелочных (оливиновые базальты, трахиандезиты, трахиты) и известково-щелочных (оливинсодержащие базальты, андезиты, дациты), преимущественно массивных пород.

Описанию вулканогенной толщи юго-западной Аджарии посвящена работа Г. С. Закариадзе и М. Б. Лордкипанидзе [4]. В настоящем сообщении приводятся лишь основные минералогические и петрохимические характеристики пород верхней свиты, поскольку именно в последней расположена единственная известная в районе интрузия Джочо.

По петрохимическим характеристикам, в первую очередь по соотношению $\frac{Na_2O + K_2O}{SiO_2}$, слагающие верхнюю свиту вулканические породы подразделяются на две группы: 1) субщелочные оливиновые базальты и калибазальты, трахиандезиты, трахиты и 2) известково-щелочные базальты, андезиты, дациты. В породах с достаточно раскристаллизованной основной массой петрохимические различия хорошо выражены в минеральном составе (табл. 1).

Приведенная таблица показывает, что в группе субщелочных пород роговая обманка полностью отсутствует. Калишпат и биотит, по-

родообразующие минералы всех субщелочных пород, в известково-щелочной группе появляются лишь в дацитах.

Сопоставление химического состава пород проведено при помощи вариационных диаграмм в декартовых координатах и векторной по методу А. И. Заварицкого.

Согласно полученным результатам, две вышеупомянутые группы пород, несмотря на общее петрохимическое сходство, четко различаются по ряду признаков. В частности, группа субщелочных пород выде-

Таблица 1
Минеральный состав вулканических пород юго-западной Аджарии

Субщелочные породы				Известково-щелочные породы			
Базальты-кальци-базальты	Феокристаллы	Основная масса Салит-авгит, пл. № 57—50, санидин, биотит	Аксессуары Титаномагнетит, магнетит, апатит	Базальты	Феокристаллы	Основная масса Салит-авгит, пл. № 55—50	Аксессуары Титаномагнетит, магнетит, апатит, сфен
	Зам. оливин, салит-авгит, пл. № 88—79				Зам. оливин, салит-авгит, пл. № 80—72		
Трахандезиты	Зам. оливин, салит-авгит, пл. № 62—55	Олигоклаз, санидин, авгит или энгрит, содержащий авгит, биотит	Титаномагнетит, магнетит, апатит	Андезиты	Салит-авгит, пл. № 60—40, роговая обманка	пл. № 45—27, салит-авгит	Титаномагнетит, магнетит, апатит, сфен
Трахиты	Салит-авгит, биотит, пл. № 58—45, санидин	Олигоклаз, санидин, биотит	То же и турмалин	Дациты	Салит-авгит, пл. № 45—29, роговая обманка, биотит, кварц	Олигоклаз-альбит, санидин, кварц	То же и циркон

ляется более высоким значением суммы щелочей и более низким содержанием глинозема. Субщелочные оливиновые базальты существенно более магниальные, чем их известково-щелочные аналоги, а лейкократовые субщелочные породы (трахандезиты, трахиты) содержат меньше CaO, чем лейкократовые члены известково-щелочной группы (андезиты, дациты).

На векторной диаграмме (рис. 1) фигуративные точки палеогеновых вулканических пород образуют широкую полосу, в пределах которой субщелочные и известково-щелочные разновидности четко разграничены, попадая по разные стороны осевой линии плиоценовых вулканических пород Йеллоустонского парка. Фигуративные точки субщелочных пород ложатся или на осевую линию лав Этны, или поблизости от нее. Таким образом, исследованные две группы пород составляют единую серию, переходную между известково-щелочными и щелочными ассоциациями.

Интрузивные породы представлены в виде небольшого штока (3000—3500 м²), прорывающего верхнюю свиту палеогеновой толщи. В сложении интрузии доминируют, с одной стороны, пироксен-роговообманковые сиенито-диориты и, с другой, резко контактирующие с ними оливиновые габбро-эссекситы [4].

Рассмотрим различия в минеральном составе сиенито-диоритов и габбро-эссекситов и в связи с этим вопрос о различии режима щелочности процессов их формирования.

Различия в минеральном составе очевидны из непосредственного сравнения минеральных ассоциаций габбро-эссекситов и сиенито-диоритов. Габбро-эссекситы — оливин (Fo₈₀Fe₂₀), салит-авгит, биотит (ряд истонит-сидерофиллита $\frac{MgO}{FeO} = 1,84$), калишпат (промежуточный триклинный ортоклаз-пертит), плагиоклаз № 80—85, магнетит, апатит. Сиенито-диориты — гиперстен, салит-авгит, роговая обманка (ряд паргасит-ферогастингсит), биотит (Ng₁ = 1,633 ± 0,003), калишпат (промежуточный триклинный ортоклаз-пертит), плагиоклаз № 52—57 (проявляющий в зональных кристаллах более широкие вариации № 85—39), кварц, магнетит, апатит, сфен, циркон. Следует отметить также резкую обогащенность габбро-эссекситов темноцветными минералами.

Исследование отмеченных выше минеральных ассоциаций позволяет рассматривать их как минеральные парагенезисы, формирование которых связано с первичными процессами образования сиенито-диоритов и габбро-эссекситов соответственно. Следовательно, судить об условиях щелочности этих процессов возможно на основании известной диаграммы химических потенциалов калия и натрия для гранитоидных пород [6]. Из этой диаграммы следует, что рассматриваемые парагенезисы относятся к разным полям (условиям) щелочности. Парагенезис сиенито-диоритов соответствует I полю, так называемому полю нормальной щелочности, тогда как парагенезис габбро-эссекситов отвечает условиям IV поля, характеризующимся относительно повышенными значениями химических потенциалов K₂O и Na₂O. Таким образом, в исследованной интрузии удается установить, с одной стороны, породы нормальной щелочности (известково-щелочные — пироксен-роговообманковые сиенито-диориты) и, с другой, породы повышенной щелочности (субщелочные оливиновые габбро-эссекситы).

Породы разной щелочности в эффузивных и интрузивных образованиях выделены по разному принципу, что необходимо учитывать при их сопоставлении. Наибольшее затруднение связано со сравнением минеральных составов, поскольку возможность применения метода минеральных фаций к эффузивным породам существенно ограничена. В свя-

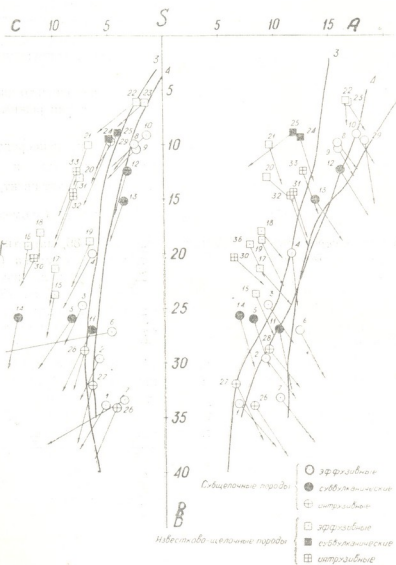


Рис. 1. Векторная диаграмма химического состава палеогеновых магматических пород юго-западной Аджарии: 1—5—субщелочные оливиновые базальты, 6—7—калибазальты, 8—9—трахиандезиты, 10—трахит, 12—13—роговообманковые снейт-диорит-порфиры, 14—ксенолит-габбро из снейт-диорит-порфиров, 15—18—известково-щелочные базальты, 19—20—андезиты, 21—23—дациты, 24—25—роговообманковые граноснейт-порфиры, 26—28—габбро-сескиты, 29—микроснейт, 30—бигвинит, 31—33—снейт-диориты; линии 3 и 4—осевые линии вулканических пород Йеллоустонского парка и Эппи соответственно [5]; линия А—осевая линия палеогеновых пород полосы соприкосновения Аджаро-Триалетской системы и Грузинской глыбы

зи с этим нами были сопоставлены эмпирические реакционные ряды породообразующих минералов эффузивных и интрузивных образований соответствующей щелочности. Такой подход позволил сопоставить пути кристаллизации этих пород, экстраполировать эффузивные породы на случай полной кристаллизации и избежать физико-химических допущений относительно условий протекания рассматриваемых процессов. Реакционные ряды выделялись на основании изучения взаимоотношений как отдельных минералов, так и их структурных групп [7]. Полные реакционные ряды минералов в эффузивной серии установлены по соответствующим рядам пород: оливиновый базальт-трахнандезит-трахит (субщелочные образования), базальт-андезит-дацит (известково-щелочные образования) и совместно с таковыми для интрузивных пород сведены в табл. 2.

Сопоставление химического состава эффузивных и интрузивных показано, что оливиновые габбро-эссекиты являются полными петрохимическими аналогами субщелочных оливиновых базальтов. Очевидна также приуроченность снитто-диоритов к известково-щелочной ассоциации (рис. 1). В отличие от габбро-эссекитов, полные петрохими-

Таблица 2

Субщелочные	Э ф ф у з и в ы	Габбро-эссекиты	И н т р у з и в ы
	Ол+Пи Пл 88—20 Кпш+Би		Ол+Пи Пл 85—31 Кпш+Би
Известково-щелочные	Ол+Пи→Роr→Би Пл 80—10	Снитто-диориты	Гпи→Пи→Роr→Би Пл 85—39
	{ Кпш+Кв		{ Кпш+Кв

ческие аналоги снитто-диоритов в эффузивной толще исследованного района не известны, но встречаются восточнее и представлены пироксен-роговообманковыми андезитами.

Основные заключения настоящей работы формулируются следующим образом: как эффузивные, так и интрузивные члены палеогенового магматического комплекса юго-западной Аджарии представлены известково-щелочными и субщелочными разностями. На фоне общего петрохимического сходства эмпирические реакционные ряды породообразующих минералов эффузивных и интрузивных пород соответствующей щелочности полностью совпадают, что указывает на общность процессов их формирования. Следовательно, разнообразие эффузивных и интрузивных пород обусловлено одними и теми же геологическими и петрологическими факторами. Интрузивное тело Джочо, очевидно, син-

хронно вулканической деятельности и образовано в результате кристаллизации тех порций дававшего эффузивы расплава, которые не достигли поверхности.

Академия наук Грузинской ССР
 Геологический институт

(Поступило 23.7.1968)

პეტროგრაფია

ა. ზაქარიაძე, მ. ლორთქიანიძე

სამხრეთ-დასავლეთი აზარის პალეოგენური მაგმური კომპლექსის ეფუზიური და ინტრუზიული ქანების შედარებისათვის

რეზიუმე

შრომაში შედარებულია სამხრეთ-დასავლეთი აზარის პალეოგენური მაგმური კომპლექსის ეფუზიური და ინტრუზიული წარმონაქმნები. ნაჩვენებია მათი ფორმირების პროცესების ერთიანობა და გამოთქმულია მოსაზრება ინტრუზიული ქანების პალეოგენურ ვულკანურ აქტივობასთან სინქრონულობას შესახებ.

დადოებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Д. Гамкрелидзе. Геологическое строение Аджаро-Триалетской складчатой системы. Тбилиси, 1949.
2. Г. С. Дзоценидзе. Домоциеновый эффузивный вулканизм Грузии. Тбилиси, 1948.
3. Материалы по геологии Аджаристана и Гурии. Труды СОПС АН СССР, в. 14, 1935.
4. Г. С. Закариадзе, М. Б. Лорткианидзе. В сб. ТГУ, посвящ. А. И. Джanelidze. Тбилиси, 1968.
5. А. Н. Заварицкий. Введение в петрохимию изверженных горных пород, 1950.
6. Д. С. Коржинский. Физико-химические основы анализа парагенезиса минералов. М., 1957.
7. Л. В. Дмитриев. Геохимия, № 3, 1956.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Г. Г. ЦАНАВА

ФОРМА ТРЕФЦА РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ
 ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЗАДАЧ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ
 ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ
 ОБРАТНО СИММЕТРИЧНО ЗАГРУЖЕННЫХ БЕЗГРАНИЧНЫХ
 И ГРАНИЧНЫХ В ПЛАНЕ ТОЛСТЫХ ПЛИТ

(Представлено академиком К. С. Заариевым 2.6.1968)

Широко известна форма Трефца [1] для решения пространственных задач уравнениями Ламе:

$$u = \varphi_1 + z \frac{\partial \phi}{\partial x}, \quad v = \varphi_2 + z \frac{\partial \phi}{\partial y}, \quad w = \varphi_3 + z \frac{\partial \phi}{\partial z},$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial z} = -\frac{1}{3-4\nu} \left(\frac{\partial \varphi_1}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_2}{\partial y} + \frac{\partial \varphi_3}{\partial z} \right), \quad (1)$$

где $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ и ϕ — гармонические функции, ν — коэффициент Пуассона.

Для определения гармонических функций пользуемся операторами M и M' :

$$M = \frac{z}{1!} - \frac{z^3}{3!} \nabla_1^2 + \frac{z^5}{5!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 - \frac{z^7}{7!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 \nabla_1^2 + \dots,$$

$$M' = \frac{\partial M}{\partial z} = 1 - \frac{z^2}{2!} \nabla_1^2 + \frac{z^4}{4!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 - \frac{z^6}{6!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 \nabla_1^2 + \dots, \quad (2)$$

где ∇_1^2 — двухмерный оператор Лапласа.

Этими же операторами пользуются А. И. Лурье [2] (форма решения Папковича) и А. С. Малиев [3] (форма решения Галеркина).

Пусть $z = 0$ — срединная плоскость плиты. Обозначим произвольные гармонические функции $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ через φ и значения $\varphi(x, y, z)$ и производных при $z = 0$ назовем начальными данными:

$$\varphi_0 = f(x, y) = t(x, y); \quad \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} \right)_{z=0} = \dot{f}_1(x, y) = T(x, y). \quad (3)$$

Ясно, что функция φ определится следующим образом:

$$\varphi_1 = M'(t_1) + M(T_1), \quad \varphi_2 = M'(t_2) + M(T_2),$$

$$\varphi_3 = M'(t_3) + M(T_3). \quad (4)$$



Внося значения (4) в (1), получим

$$\psi = -\frac{1}{3-4\nu} \left[M \left(\frac{\partial t_1}{\partial x} \right) + L \left(\frac{\partial T_1}{\partial x} \right) + M \left(\frac{\partial t_2}{\partial y} \right) + L \left(\frac{\partial T_2}{\partial y} \right) + M'(t_3) + M(T_3) \right], \quad (5)$$

где

$$L = \int_0^z M dz = \frac{z^2}{2!} - \frac{z^4}{4!} \nabla_1^2 + \frac{z^6}{6!} \nabla_1^2 \nabla_1^2 - \dots \quad (6)$$

(постоянная интегрирования равна нулю)—оператор, впервые введенный нами в литературу [4].

Имея формулу (5), легко найти $\frac{\partial \psi}{\partial x}$ и $\frac{\partial \psi}{\partial y}$.

Наша задача определить u , v и w . Для этого пользуемся выражениями (1), (4) и (6):

$$u = M'(t_1) + M(T_1) - \frac{z}{3-4\nu} \left[M \left(\frac{\partial^2 t_1}{\partial x^2} \right) + L \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} \right) + M \left(\frac{\partial^2 t_2}{\partial x \partial y} \right) + L \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial x \partial y} \right) + M' \left(\frac{\partial t_3}{\partial x} \right) + M \left(\frac{\partial T_3}{\partial x} \right) \right] \text{ и т. д.} \quad (7)$$

Записываем выражения для начальных данных:

$$u^0 = u_{z=0}, \quad v^0 = v_{z=0}, \quad w^0 = w_{z=0}.$$

Внося в уравнение (7) $z = 0$ и учитывая, что $M|_{z=0} = 0$ и $M'|_{z=0} = 1$, получаем

$$u^0 = t_1, \quad v^0 = t_2, \quad w^0 = t_3. \quad (8)$$

Имея выражения (8) для t_1 , t_2 , t_3 , определяем значения T_1 , T_2 и T_3 через начальные данные:

$$u^0, v^0, w^0, \sigma_x^0, \sigma_y^0, \sigma_z^0, \tau_{xy}^0, \tau_{xz}^0, \tau_{yz}^0.$$

Для этого пользуемся уравнениями Гука:

$$\sigma_x = \frac{2G}{1-2\nu} \left[(1-\nu) \frac{\partial u}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) \right], \quad \tau_{xy} = G \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \text{ и т. д.} \quad (9)$$

Внося значение (7) в (9) и при значении $z = 0$ учитывая, что

$$\sigma_{xz=0} = \sigma_x^0, \quad \sigma_{yz=0} = \sigma_y^0, \quad \sigma_{z=0} = \sigma_z^0, \quad \tau_{xy_{z=0}} = \tau_{xy}^0, \quad \tau_{xz_{z=0}} = \tau_{xz}^0, \quad \tau_{yz_{z=0}} = \tau_{yz}^0, \\ M_{z=0} = 0, \quad M'_{z=0} = 1, \quad M''_{z=0} = 0, \quad L_{z=0} = 0, \quad (10)$$

получаем

$$\tau_{xz}^0 = G \left[T_1 + \frac{2(1-2\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial w^0}{\partial x} \right], \quad (11) \\ \tau_{yz}^0 = G \left[T_2 + \frac{2(1-2\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial w^0}{\partial y} \right], \\ \sigma_z^0 = 2G \left[-\frac{1-2\nu}{3-4\nu} \left(\frac{\partial u^0}{\partial x} + \frac{\partial v^0}{\partial y} \right) + \frac{2(1-\nu)}{3-4\nu} T_3 \right].$$

откуда

$$T_1 = \frac{\tau_{xz}^0}{G} - \frac{2(1-2\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial \omega^0}{\partial x}, \quad T_2 = \frac{\tau_{yz}^0}{G} - \frac{2(1-2\nu)}{3-4\nu} \frac{\partial \omega^0}{\partial y},$$

$$T_3 = \frac{(3-4\nu)\sigma_z^0}{4G(1-\nu)} + \frac{1-2\nu}{2(1-\nu)G} \left(\frac{\partial u^0}{\partial x} + \frac{\partial v^0}{\partial y} \right). \quad (12)$$

Условия обратной симметрии $u^0 = v^0 = \sigma_z^0 = T_3 = 0$.

Выражения (7) для компонентов перемещения примут вид

$$u = M(T_1) - \frac{z}{3-4\nu} \left[L \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} \right) + L \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial x \partial y} \right) + M' \left(\frac{\partial t_3}{\partial x} \right) \right] \text{ и т. д.} \quad (13)$$

Внося значение (13) в (9), напряжения выразим следующим образом:

$$\sigma_x = \frac{2G}{1-2\nu} \left\{ (1-\nu) \left(M \left(\frac{\partial T_1}{\partial x} \right) - \frac{z}{3-4\nu} \left[L \left(\frac{\partial^3 T_1}{\partial x^3} \right) + L \left(\frac{\partial^3 T_2}{\partial x^2 \partial y} \right) + M' \left(\frac{\partial^2 t_3}{\partial x^2} \right) \right] \right) + \nu \left(M \left(\frac{\partial T_2}{\partial y} \right) - \frac{z}{3-4\nu} \left[L \left(\frac{\partial^3 T_1}{\partial x \partial y^2} \right) + L \left(\frac{\partial^3 T_2}{\partial y^3} \right) + M' \left(\frac{\partial^2 t_3}{\partial y^2} \right) \right] + M''(t_1) - \frac{1}{3-4\nu} \left[M \left(\frac{\partial T_1}{\partial x} \right) + M \left(\frac{\partial T_2}{\partial y} \right) + M''(t_3) \right] - \frac{z}{3-4\nu} \left[M' \left(\frac{\partial T_1}{\partial x} \right) + M' \left(\frac{\partial T_2}{\partial y} \right) + M''(t_3) \right] \right\} \text{ и т. д.} \quad (14)$$

Если к величинам, относящимся к граням плиты, припишем индекс $\pm h$, то граничные условия примут вид

$$\tau_{xz}|_{z=\pm h} = \tau_{xz}^h, \quad \tau_{yz}|_{z=\pm h} = \tau_{yz}^h, \quad \sigma_z|_{z=\pm h} = \sigma_z^h. \quad (15)$$

Внося в уравнение (14) граничные условия (15), а также значения T_1 , T_2 и t_3 , получим:

$$\left[M'(\tau_{xz}^0) + \frac{Gz}{2(1-\nu)} \frac{\partial}{\partial x} M \left[2\nabla_1^2 \omega^0 - \frac{1}{G} \left(\frac{\partial \tau_{xz}^0}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}^0}{\partial y} \right) \right] \right]_{z=h} = \tau_{xz}^h, \quad (16)$$

$$\left[M'(\tau_{yz}^0) + \frac{Gz}{2(1-\nu)} \frac{\partial}{\partial y} M \left[2\nabla_1^2 \omega^0 - \frac{1}{G} \left(\frac{\partial \tau_{xz}^0}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}^0}{\partial y} \right) \right] \right]_{z=h} = \tau_{yz}^h. \quad (17)$$

Дифференцируя условия (16) по x , (17) по y и складывая, получаем

$$\left[M' \left(\frac{\partial \tau_{xz}^0}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}^0}{\partial y} \right) + \frac{Gz}{2(1-\nu)} \nabla_1^2 M \left[2\nabla_1^2 \omega^0 - \frac{1}{G} \left(\frac{\partial \tau_{xz}^0}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}^0}{\partial y} \right) \right] \right]_{z=h} = \frac{\partial \tau_{xz}^h}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}^h}{\partial y}. \quad (18)$$

Дифференцируя условия (16) по y , (17) по x и беря разность, получаем

$$\left[M' \left(\frac{\partial \tau_{xz}^0}{\partial y} - \frac{\partial \tau_{yz}^0}{\partial x} \right) \right]_{z=h} = \frac{\partial \tau_{xz}^h}{\partial y} - \frac{\partial \tau_{yz}^h}{\partial x}. \quad (19)$$

Заметим, что удовлетворить условиям (18) и (19) еще не значит удовлетворить (16) и (17), но они необходимы, так как дают простые зависимости между неопределенными коэффициентами полиномов начальных данных.



Если вычислим σ_z по уравнению (9) и внесем условия (15), получим следующее уравнение:

$$-\frac{1}{2}(M+zM')\left(\frac{\partial\tau_{xz}^0}{\partial x}+\frac{\partial\tau_{yz}^0}{\partial y}\right)-\frac{1}{2(1-\nu)}(M-zM')\left[2G\nabla_1^2 w^0-\right. \\ \left.-\nu\left(\frac{\partial\tau_{xz}^0}{\partial x}+\frac{\partial\tau_{yz}^0}{\partial y}\right)\right]\Big|_{z=h}=\sigma_z^h. \quad (20)$$

Таким образом, нами получена система основных условий (16), (17) и (20) для определения неопределенных коэффициентов, входящих в полиномы начальных данных.

Однако этими условиями определяются не все коэффициенты. Для определения оставшихся коэффициентов требуется удовлетворить некоторым условиям на боковой поверхности плиты, выделенной из безграничной.

Если из безграничной плиты выделим элементарную круглую плиту с осью z , на боковой поверхности определим компоненты σ_n и τ напряжений на площадках, параллельных плоскости $z=0$, то будем иметь

$$\tau=(\sigma_y-\sigma_x)\cos\alpha\cdot\sin\alpha+\tau_{xy}(\cos^2\alpha-\sin^2\alpha)= \\ =2\sigma'\frac{xy}{x^2+y^2}+\tau_{xy}\frac{x^2-y^2}{x^2+y^2}=0,$$

$$\cos\alpha=\frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}}, \quad \sin\alpha=\frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}}, \quad \sigma_x=\sigma'-\sigma'', \quad \sigma_y=\sigma'+\sigma'',$$

$$\sigma_n=\sigma'-\sigma''\frac{x^2-y^2}{x^2+y^2}+2\tau_{xy}\frac{xy}{x^2+y^2}. \quad (21)$$

Окончательно ставим условие

$$\int_{-h}^h z\sigma_n dz=0. \quad (22)$$

Примечание. Если функция нагрузки σ_z^h дается в виде алгебраического полинома и $\tau_{xz}^h=\tau_{yz}^h=0$, легко заметить, что начальные данные w^0 , τ_{xz}^0 и τ_{yz}^0 должны быть также представлены алгебраическими полиномами. Причем полиномы для τ_{xz}^0 и τ_{yz}^0 должны быть на степень выше, чем y σ_z^h , а полином для w^0 должен быть на четыре степени выше, чем y σ_z^h .

Заключение. Применение формы Треффца позволяет решать задачу при помощи гармонических функций и нового оператора L , который связан с оператором M .

Пример

Плита, загруженная равномерно распределенной
обратно симметричной нагрузкой

За начальные данные для плоскости $z = h$ нами были приняты

$$\sigma_z^h = -p, \quad \tau_{xz}^h = \tau_{yz}^h = 0.$$

Для плоскости $z = 0$ начальные данные имеют вид

$$\sigma_x^0 = a_1x, \quad \tau_{yz}^0 = a_2y, \quad Gw^0 = a_3x^4 + a_4x^3y + a_5x^2y^2 + a_6xy^3 + a_7y^4 + a_8x^3 + a_9xy^2 + a_{10}x^2y + a_{11}y^3 + a_{12}x^2 + a_{13}xy + a_{14}y^2 + a_{15}x + a_{16}y + a_{17}. \quad (24)$$

Расчетами были установлены

$$a_1 = a_2 = \frac{3p}{4h}, \quad a_5 = a_9, \quad a_3 = a_7 = -\frac{3(1-\nu)P}{128h^3}; \quad a_{12} = a_{14} = \\ = \frac{3(1-\nu)p}{8(1+\nu)h} \left[\frac{a^2(3+\nu)}{8h^2} + \frac{1}{1-\nu} - \frac{2+\nu}{10} \right],$$

$$a_4 = a_6 = a_8 = a_{10} = a_{11} = a_{13} = a_{15} = a_{16} = 0 \quad a^2 = x^2 + y^2. \quad (25)$$

Коэффициент a_{17} соответствует жесткому повороту и не влияет на напряжения.

Для круглой плиты, выделенной из безграничной, компоненты перемещения приняли вид

$$u = \frac{z}{G} \left\{ \frac{3(1-\nu)Px}{32h^3} (x^2 + y^2) - \frac{3(1-\nu)Px}{4h(1+\nu)} \left[\frac{a^2(3+\nu)}{8h^2} + \frac{1}{1-\nu} - \frac{2+\nu}{10} \right] \right\} - \frac{(2-\nu)Pxz^2}{8h^3G} \text{ и т. д.} \quad (26)$$

А напряжения выразились так:

$$\sigma_x = \frac{\nu z}{1-\nu} \left\{ \frac{3(1-\nu)p}{4h^3} (x^2 + y^2) - \frac{3(1-\nu)p}{h(1+\nu)} \left[\frac{a^2(3+\nu)}{8h^2} + \frac{1}{1-\nu} - \frac{2+\nu}{10} \right] + \frac{3p}{2h} \right\} + 2z \left\{ \frac{3(1-\nu)p}{32h^3} (3x^2 + y^2) - \frac{3(1-\nu)p}{4h(1+\nu)} \left[\frac{a^2(3+\nu)}{8h^2} + \frac{1}{1-\nu} - \frac{2+\nu}{10} \right] + \frac{3p}{4h} \right\} - \frac{(2+\nu)pz^2}{4h^3}, \\ \tau_{xy} = \frac{3(1-\nu)Pxyz}{8h^3} \text{ и т. д.} \quad (27)$$

Для односторонне равномерно нагруженной плиты требуется сложить величины напряжений симметричной нагрузки с данными и разделить на 2.

Государственный проектный
институт „Грузинпросельстрой“
Тбилиси

(Поступило 4.6.1958)



ბ. ვანავა

ზოგიერთი სივრცითი ამოცანის ამოხსნის ტოფვის ფორმა და მისი
 გამოყენება ირიბსიმეტრიულად დატვირთულ, გეგმაში უსასრულო
 და სასრულო ზომის, სქელი ფილების დაძაბული მდგომარეობის
 განსასაზღვრავად

რეზიუმე

დასმულ სივრცით ამოცანაში ჩვენ გამოვიყენეთ ლამეს განტოლებების
 ამოხსნის ტრეფვის [1] ფორმა

$$u = \varphi_1 + z \frac{\partial \psi}{\partial x}, \quad v = \varphi_2 + z \frac{\partial \psi}{\partial y}, \quad w = \varphi_3 + z \frac{\partial \psi}{\partial z} \quad (\text{აქ } \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3 \text{ და } \psi$$

ჰარმონიული ფუნქციებია).

ა. ლურჯია [2] და ა. მალიევისაგან [3] განსხვავებით, რომ-
 ლებიც შესაბამისად სარგებლობენ პაპოვიჩისა და გალიორკინის ფორმებით,
 ბიჰარმონიული ფუნქციებითა და მრავალი ოპერატორებით, ჩვენ დასმულ ამო-
 ცანას ჰარმონიული ფუნქციებითა და ლიტერატურაში პირველად ჩვენ მიერ
 შემოტანილი ოპერატორის.

$$L = \frac{z^2}{2!} \nabla_1^2 + \frac{z^4}{4!} \nabla_1^4 + \frac{z^6}{6!} \nabla_1^6 \nabla_1^2$$

საშუალებით ვწვევტ.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Т р е ф ф и ц. Математическая теория упругости. Л.—М., 1943.
2. А. И. Л у р ь е. Пространственные задачи теории упругости. М., 1955.
3. А. С. М а л и е в. Сборник научных трудов Ленингр. ин-та инженеров ж.-д. транспор-
 та, вып. IV, М., 1952.



ბ. ხაბაიშვილი

კონტურით სახსროვნად დაყრდნობილი ორმაგი სიმრუდის დამრეცი გარსის თავისუფალი რხევის სიხშირის განსაზღვრა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრივემ: 3. 7. 1968)

ორმაგი სიმრუდის დამრეცი გარსის ჩაღუნვები, როცა გარსზე მოქმედებს თანაბრადგანაწილებული ვერტიკალური ტვირთი q ინტენსივობით, გამოითვლება შემდეგი ფორმულით [1]:

$$W = \sum_{m=1,3,\dots}^{\infty} \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} \frac{\eta_{mn} q}{mnK_{mn}} \sin \frac{m \pi x}{a} \sin \frac{n \pi y}{b}, \quad (1)$$

ხოლო შეყურსული ვერტიკალური P -ძალით გამოწვეული ჩაღუნვები იანგარიშება:

$$\delta = \sum_{m=1,3,\dots}^{\infty} \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} \frac{\eta'_{mn} P}{K'_{mn}} \sin \frac{m \pi c}{a} \sin \frac{n \pi d}{b} \sin \frac{m \pi x}{a} \sin \frac{n \pi y}{b}, \quad (2)$$

სადაც η_{mn} და η'_{mn} არის გარსიდან ფილაზე გადაყვანი კოეფიციენტი, c და d — P -ძალის მოედების წერტილის კოორდინატები, η_{mn} და η'_{mn} -ის გამოსახულებებია

$$\eta_{mn} = \frac{1}{1 + \frac{4 S_{mn} f_0^2}{K_{mn}} + \frac{4 L_{mn} f_0^2}{K_{mn}}}, \quad (3)$$

$$\eta'_{mn} = \frac{1}{1 + \frac{4 S'_{mn} f_0^2}{K'_{mn}} + \frac{4 L'_{mn} f_0^2}{K'_{mn}}}, \quad (4)$$

სადაც f_0 არის გარსის ისარი დეფორმაციამდე.

$$S_{mn} = \frac{3 \pi^6 E h \left[m^4 + n^4 \left(\frac{a}{b} \right)^4 \right]}{512 a^4},$$

$$K_{mn} = \frac{D \pi^6}{16 a^4} \left[m^4 + 2 m^2 n^2 \left(\frac{a}{b} \right)^2 + n^4 \left(\frac{a}{b} \right)^4 \right],$$

$$L_{mn} = \frac{G \pi^6 h}{256 a^4} m^2 n^2 \left(\frac{a}{b} \right)^2,$$

$$S'_{mn} = \frac{3 \pi^4 E h}{128 a^2} \left(\frac{a}{b} \right) \left[m^4 + n^4 \left(\frac{a}{b} \right)^4 \right],$$

$$K'_{mn} = \frac{D \pi^4}{4 a^2} \left(\frac{a}{b} \right) \left[m^4 + 2 m^2 n^2 \left(\frac{a}{b} \right)^2 + n^4 \left(\frac{a}{b} \right)^4 \right],$$

$$L'_{mn} = \frac{G \pi^4 h}{64 a^2 \left(\frac{a}{b}\right)} m^2 n^2 \left(\frac{a}{b}\right)^2.$$

აღენიშნოთ $\frac{\eta_{mn} q}{mnK_{mn}} = A_{mn}$ -ით, ხოლო $\frac{\eta'_{mn} P}{K'_{mn}} = B_{mn}$ -ით. მაშინ

$$W = \sum_{m=1,3,\dots}^{\infty} \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} A_{mn} \sin \frac{m \pi x}{a} \sin \frac{n \pi y}{b}, \quad (5)$$

$$\delta = \sum_{m=1,3,\dots}^{\infty} \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} B_{mn} \sin \frac{m \pi c}{a} \sin \frac{n \pi d}{b} \sin \frac{m \pi x}{a} \sin \frac{n \pi y}{b}. \quad (6)$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ დრეკადობის მოდული $E = 2 \cdot 10^5$ კგ/სმ²; ძვრის მოდული $G = 0,857 \cdot 10^5$ კგ/სმ²; პუასონის კოეფიციენტი $\nu = 1/6$; ღუნვის სიხისტე $D = 171,526 \cdot 10^5$ კგ/სმ; გარსის სისქე $h = 10$ სმ; $f_0 = 100$ სმ; $\pi^6 = 961,407$, მაშინ

$$A_{mn} = \frac{9,7 \cdot 10^{-10} qa^4}{mn \left\{ m^4 + 2 m^2 n^2 \left(\frac{a}{b}\right)^2 + n^4 \left(\frac{a}{b}\right)^4 \right\} + \frac{9,7 \cdot 10^{-10} qa^4}{437,2 \left[m^4 + n^4 \left(\frac{a}{b}\right)^4 \right] + 124,9 m^2 n^2 \left(\frac{a}{b}\right)^2}}, \quad (7)$$

$$B_{mn} = \frac{23,9 \cdot 10^{-10} Pa^2}{\left[m^4 + 2 m^2 n^2 \left(\frac{a}{b}\right)^2 + n^4 \left(\frac{a}{b}\right)^4 \right] + 437,2 \left[m^4 + n^4 \left(\frac{a}{b}\right)^4 \right] + \frac{23,9 \cdot 10^{-10} Pa^2}{+ 124,9 m^2 n^2 \left(\frac{a}{b}\right)^2}}. \quad (8)$$

ავილოთ A_{mn} -ისა და B_{mn} -ის ოთხი მნიშვნელობა და $\frac{a}{b} = 1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8;$ 2,0-სათვის შევადგინოთ ცხრილები.

ცხრილი 1

$\frac{a}{b}$	A_{11}	A_{13}	A_{21}	A_{23}
1	$0,009668 \cdot 10^{-10} qa^4$	$0,000087 \cdot 10^{-10} qa^4$	$0,000087 \cdot 10^{-10} qa^4$	$0,000013 \cdot 10^{-10} qa^4$
1,2	$0,006342 \cdot 10^{-10} qa^4$	$0,000043 \cdot 10^{-10} qa^4$	$0,000085 \cdot 10^{-10} qa^4$	$0,000009 \cdot 10^{-10} qa^4$
1,4	$0,004092 \cdot 10^{-10} qa^4$	$0,000023 \cdot 10^{-10} qa^4$	$0,000082 \cdot 10^{-10} qa^4$	$0,000006 \cdot 10^{-10} qa^4$
1,6	$0,002393 \cdot 10^{-10} qa^4$	$0,000014 \cdot 10^{-10} qa^4$	$0,000079 \cdot 10^{-10} qa^4$	$0,000004 \cdot 10^{-10} qa^4$
1,8	$0,001780 \cdot 10^{-10} qa^4$	$0,000009 \cdot 10^{-10} qa^4$	$0,000074 \cdot 10^{-10} qa^4$	$0,000002 \cdot 10^{-10} qa^4$
2,0	$0,001219 \cdot 10^{-10} qa^4$	$0,000006 \cdot 10^{-10} qa^4$	$0,000069 \cdot 10^{-10} qa^4$	$0,000002 \cdot 10^{-10} qa^4$

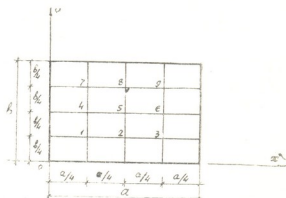
$\frac{a}{b}$	B_{11}	B_{12}	B_{31}	B_{33}
1	$0,023821 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$	$0,000645 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$	$0,000645 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$	$0,000294 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$
1,2	$0,018751 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$	$0,000379 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$	$0,000754 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$	$0,000231 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$
1,4	$0,014116 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$	$0,000247 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$	$0,000849 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$	$0,000174 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$
1,6	$0,010526 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$	$0,000163 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$	$0,000926 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$	$0,000130 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$
1,8	$0,007894 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$	$0,000114 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$	$0,000982 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$	$0,000097 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$
2,0	$0,005007 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$	$0,000083 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$	$0,001015 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$	$0,000074 \cdot 10^{-10} \cdot Pa^2$

1 ცხრილის გამოყენებით (5)-დან შეგვიძლია $a/b = 1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0$ შემთხვევებისათვის განვსაზღვროთ $k = 1, 2, 3, \dots, 9$ წერტილებში W_k ჩალუნვები (ნახ. 1) და შევადგინოთ მე-3 ცხრილი. ასევე ვაღვენთ მე-4 ცხრილს $P = 1$ ერთეულოვანი ძალით გამოწვეული δ_{ik} ჩალუნვებისათვის ($i=5, k = 1, 2, 3, \dots, 9$).

$W_3 = W_7 = W_9 = W_{11};$
 $W_6 = W_4; W_8 = W_2; \delta_{53} = \delta_{57} =$
 $\delta_{59} = \delta_{51}; \delta_{56} = \delta_{54}; \delta_{58} = \delta_{52}$
 სიმეტრიულობის გამო.

გამოვიყენოთ ძირითადი სიხშირის ფორმულა [2]

$$\varphi^2 = \frac{W_i}{\sum_{k=1}^{\infty} W_k \delta_{ik} M_k} \quad (9)$$



ნახ. 1

სადაც W_i არის ჩალუნვა ყველა ძალისაგან i წერტილში, W_k — ჩალუნვა ყველა ძალისაგან k წერტილში, δ_{ik} — ჩალუნვა ერთეული ძალისაგან (i -ე მოქმედებს k -წერტილში) i წერტილში, M_k — k -წერტილში მოქმედი მასა.

$\frac{a}{b}$	W_1	W_2	W_4	W_9
1	$0,004928 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$	$0,006826 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$	$0,006826 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$	$0,009507 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$
1,2	$0,003239 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$	$0,004448 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$	$0,004400 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$	$0,006223 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$
1,4	$0,002102 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$	$0,002847 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$	$0,002931 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$	$0,003993 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$
1,6	$0,001245 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$	$0,001643 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$	$0,001728 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$	$0,002304 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$
1,8	$0,000933 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$	$0,001211 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$	$0,001303 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$	$0,001699 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$
2,0	$0,000648 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$	$0,000816 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$	$0,000905 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$	$0,001146 \cdot 10^{-10} \cdot qa^4$

ჩვენს შემთხვევაში $i = 5, k = 1, 2, 3, \dots, 9$. მე-3 და მე-4 ცხრილებისა და (9)-ის გამოყენებით $\frac{a}{b} = 1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0$ -სათვის მივიღებთ სიხშირის შემდეგ გამოსახულებებს:

$$\varphi^2 = 94651475 \frac{D}{qa^4} \frac{სმ}{\sqrt{მ}^2}; \quad \varphi^2 = 120637460 \frac{D}{qa^4} \frac{სმ}{\sqrt{მ}^2};$$

$$\varphi^2 = 159884864 \frac{D}{qa^4} \frac{სმ}{\sqrt{მ}^2}; \quad \varphi^2 = 209172518 \frac{D}{qa^4} \frac{სმ}{\sqrt{მ}^2};$$

$$\varphi^2 = 277123287 \frac{D}{qa^4} \frac{სმ}{\sqrt{მ}^2}; \quad \varphi^2 = 350273181 \frac{D}{qa^4} \frac{სმ}{\sqrt{მ}^2}.$$

ცხრილი 4

$\frac{a}{b}$	δ_{21}	δ_{22}	δ_{23}	δ_{25}
1	$0,011413 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$	$0,016634 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$	$0,016634 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$	$0,025405 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$
1,2	$0,008925 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$	$0,013359 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$	$0,012829 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$	$0,020115 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$
1,4	$0,006597 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$	$0,010283 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$	$0,009431 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$	$0,015386 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$
1,6	$0,004782 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$	$0,007885 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$	$0,006806 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$	$0,011739 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$
1,8	$0,003448 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$	$0,006126 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$	$0,004899 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$	$0,009987 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$
2,0	$0,002497 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$	$0,005561 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$	$0,003536 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$	$0,007179 \cdot 10^{-10} \cdot a^2$

გ. ა. ლენინის სახელობის
 საქართველოს პოლიტექნიკური
 ინსტიტუტი
 თბილისი

(შემოვიღა 9.7.1968)

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

А. Д. ХАБЕИШВИЛИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИИ ШАРНИРНО ОПЕРТОЙ ПОЛОГОЙ ОБОЛОЧКИ ДВОЙКОЙ КРИВИЗНЫ

Резюме

В статье рассматривается шарнирно опертая пологая оболочка двойкой кривизны. Для определения частоты свободных колебаний применяется формула (9).

Входящие в формулу статические факторы определяются энергетическим методом. В статье составлены таблицы W_k и δ_{ik} для разных случаев соотношения $\frac{a}{b}$.

დავითიანი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ჯ. კობეიძე. ლენინის სახელობის საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის შრომები, № 2, 1964.
2. А. М. Какушадзе. Известия Тбилисского института сооружений и гидроэнергетики, т. III, 1950.

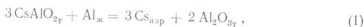
А. А. НАДИРАДЗЕ, Н. П. МГАЛОБЛИШВИЛИ, Б. Н. БОКЕРИЯ

ТЕРМОДИНАМИКА АЛЮМОТЕРМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ АЛЮМИНАТОВ ЦЕЗИЯ И РУБИДИЯ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 2.6.1968)

В предлагаемой статье изложены результаты экспериментального исследования термодинамики (определение $P_{\text{равн}}$) алюмотермического восстановления алюминатов цезия и рубидия.

Реакций взаимодействия алюминатов цезия и рубидия с алюминием можно представить в виде уравнений



Эти системы моновариантны и содержат три конденсированные (твердый алюминат, окись алюминия, жидкий восстановитель) и одну газообразную фазы. Следовательно, определение равновесия этих реакций сводится к измерению упругости пара металлических цезия и рубидия над реакционными смесями при допущении, что в интервале исследуемых температур (700—900°C) активность конденсированных фаз, участвующих в реакциях, равна единице, а величина $P_{\text{равн}}$ алюминия является ничтожной.

Искомые термодинамические функции могут быть рассчитаны по известной зависимости

$$\Delta Z_T^\circ = RT \ln K_p = -RT \ln P^x, \quad (3)$$

где для реакций (1), (2) $x = 3$.

Опыты проводились на алюминатах цезия и рубидия, синтезированных нами путем ступенчатой прокалки в интервале температур 800—1100°C смеси из γ — Al_2O_3 и щелочного карбоната (из-за летучести карбонат брался с 10% избытком от стехиометрического состава). В качестве восстановителя использовался порошок алюминия с чистотой 99,5%.

Величины $P_{\text{равн}}$ паров цезия и рубидия определялись эффузионным методом Кнудсена [1] на высокотемпературной вакуумной установке с



вакуумными весами [2]. Опыты проводились по методике, описанной в работах [2, 3].

Значения равновесного давления паров цезия и рубидия над реакционными смесями вычислялись из уравнения

$$P_{\text{мрт-ст}} = 17,14 \frac{g}{KS\tau} \sqrt{\frac{T}{M}}, \quad (4)$$

где T —абсолютная температура, °К; M —атомный или молекулярный вес пара (для цезия—132,9; для рубидия—85,5); g —убыль веса эффузионной камеры, г; S —сечение эффузионного отверстия, см²; τ —продолжительность опыта, сек; k —поправка на толщину и диаметр эффузионного отверстия, рассчитываемая по эмпирической формуле Кеннарда [1]:

$$k = \frac{1}{1 + 0,5 l/r},$$

когда $0 < l/r < 1,5$ (l —толщина стенок отверстия, см; r —радиус эффузионного отверстия, см).

Все необходимые данные для расчета $P_{\text{равн}}$ представлены в таблице, на их основании построены диаграммы зависимости $\lg P_{\text{мрт-ст}}$ цезия и рубидия от обратной величины абсолютной температуры (рис. 1).

Экспериментальные данные для расчета упругости паров цезия и рубидия по формуле (4) и величины $P_{\text{равн}}$

Реакция	T°К	$S \cdot 10^2$ см ²	τ сек	$g \cdot 10^2$ г	K	$P_{\text{мрт-ст}}$
$3\text{CsAlO}_2 + \text{Al}_k =$ $= 3\text{Cs}_{\text{пар}} + 2\text{Al}_2\text{O}_3$	1038	3,888	2000	4,0	0,875	0,29
	1053	2,705	2000	3,8	0,855	0,40
	1067	3,850	2000	7,6	0,876	0,56
	1085	2,652	2000	7,5	0,853	0,81
	1102	3,980	1000	10,0	0,880	1,12
	1173	—	—	—	—	4,26*
$3\text{RbAlO}_2 + \text{Al}_k =$ $= 3\text{Rb}_{\text{пар}} + \text{Al}_2\text{O}_3$	975	3,99	3000	3,6	0,877	0,20
	995	2,85	2400	3,0	0,857	0,29
	1013	3,99	2000	3,6	0,877	0,40
	1036	2,85	1500	3,9	0,857	0,63
	1058	3,99	1000	5,6	0,877	0,98
	1173	—	—	—	—	5,75*

(* Получено экстраполяцией)

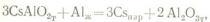
Получены следующие уравнения температурной зависимости упругости паров цезия и рубидия для реакций (1) и (2) соответственно:

$$\lg P = 9,58 - \frac{10500}{T} \quad (1038-1173^\circ\text{K}), \quad (5)$$

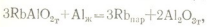
$$\lg P = 8,005 - \frac{8500}{T} \quad (975-1173^\circ\text{K}). \quad (6)$$

Среднее отклонение значений равновесного давления паров цезия и рубидия, рассчитанные по уравнениям (5) и (6), от экспериментальных величин равно $\pm 1,5\%$.

С помощью уравнений (3), (5) и (6) получены формулы температурной зависимости изменения изобарно-изотермного потенциала для исследуемых реакций:



$$\Delta Z_T^0 = 144100 + 91,96 \cdot T \quad (1038 - 1173^\circ K), \quad (7)$$



$$\Delta Z_T^0 = 116660 - 70,2 \cdot T \quad (973 - 1173^\circ K). \quad (8)$$

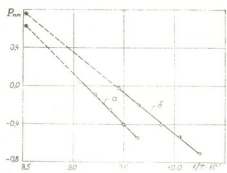


Рис. 1. Равновесное давление паров цезия (а) и рубидия (б) для реакций (1) и (2):
 ○ — диаметр эффузионного отверстия 0,7 мм;
 ● — диаметр эффузионного отверстия 0,5 мм;
 ⊗ — получено экстраполяцией кривой $\lg P = f\left(\frac{1}{T}\right)$

Выводы

1. Алюмотермическое восстановление алюминатов цезия и рубидия в вакууме должно получить заметное развитие выше $800^\circ C$.
2. При одних и тех же условиях восстановление алюмината рубидия будет протекать легче, чем восстановление алюмината цезия.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт металлургии
 Тбилиси

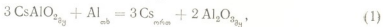
(Поступило 4.6.1968)

შემაჯავრობა

ა. ნალივაძე, ნ. მახლობლიანი, ბ. გოკერია
 ცეზიუმისა და რუბიდიუმის ალუმინატების ალუმოთერმული
 აღდგენის თერმოდინამიკა

რეზიუმე

ცეზიუმისა და რუბიდიუმის ალუმინატების ურთიერთქმედება ალუმინთან მიმდინარეობს შემდეგი რეაქციების მიხედვით:



ამ რეაქციათა წონასწორობა განისაზღვრება სარეაქციო კავშირე ცეზიუმისა და რუბიდიუმის ორთქლის დრეკადობით, რომლის მნიშვნელობები გაზომილ



იქნა კნუდსენის ეფუზური მეთოდით. მიღებული ექსპერიმენტული შედეგები გამოისახება სათანადოთ ცეზიუმისა და რუბიდიუმის ალუმოთერმული პროცესებისათვის შემდეგი ტოლობების საშუალებით:

$$\lg P = 9,58 - \frac{10500}{T} \quad (1038 - 1173^\circ\text{K}),$$

$$\lg P = 8,005 - \frac{8500}{T} \quad (975 - 1178^\circ\text{K}).$$

ამთ საფუძველზე გამოყვანილია (1) და (2) რეაქციების იზობარულ-იზოთერმულ პოტენციალთა ტემპერატურისაგან დამოკიდებულების განტოლებანი

$$\Delta Z_T^\circ = 144100 - 91,96 \cdot T \quad (1038 - 1173^\circ\text{K}),$$

$$\Delta Z_T^\circ = 116660 - 70,2 \cdot T \quad (975 - 1173^\circ\text{K}).$$

ექსპერიმენტული კვლევის შედეგების საფუძველზე დადგინდა, რომ ცეზიუმისა და რუბიდიუმის ალუმოთერმული აღდგენა ვაკუუმში განხორციელდება 800°C -ს ზემოთ; ერთსა და იმავე პირობებში რუბიდიუმის ალუმინატი უფრო ადვილად აღდგება, ვიდრე ცეზიუმის ალუმინატი.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ан. Н. Несмеянов. Давление пара химических элементов. М., 1961.
2. Г. Г. Гвелесანი, А. А. Надирадзе, Н. П. Мгалоблишвили. Труды Грузинского ин-та металлургии, т. XIV, 1965, 199.
3. Г. Г. Гвелесანი, А. А. Надирадзе. Изв. АН СССР. Металлургия и горное дело, № 5, М., 1964, 57.



А. Д. НОЗАДЗЕ, Р. В. БЕДИНЕИШВИЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА ПРИ ПРОКАТКЕ В РАЗРЕЗНОМ КАЛИБРЕ СО СВОБОДНЫМ УШИРЕНИЕМ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 23.5.1968)

Прокатка в разрезном калибре со свободным уширением (рис. 1) представляет собой сложный случай неравномерной деформации. Вытяжка обжимаемой средней части (шейки) может произойти только при пластическом растяжении крайних частей (фланцев) [1, 2].

Наличие необжимаемых частей фланцев, по сравнению с прокаткой на гладкой бочке, требует дополнительную энергию. Передача дополнительной энергии на деформацию необжимаемых частей осуществляется за счет увеличения контактных напряжений на обжимаемой активной части шейки. При этом зона опережения должна уменьшаться [3].

Для начала пластического течения фланцев полное усилие растяжения должно достигнуть величины

$$Q = F_{\phi} \cdot \sigma_s, \quad (1)$$

где

F_{ϕ} — среднее значение площади поперечного сечения фланцев;

σ_s — предел текучести при растяжении.

Работа (энергия) для пластического растяжения фланцев равна

$$A_{\phi} = F_{\phi} \cdot \sigma_s \cdot \Delta l, \quad (2)$$

где

$\Delta l = l_1 - l_0$ — абсолютное значение вытяжки полосы;

l_1, l_0 — длина полосы до и после прокатки.

Следует отметить, что, ввиду целостности прокатываемого материала, полоса получает одну общую вытяжку λ_{cp} :

$$\lambda_{\phi} = \lambda_{ш} = \lambda_{cp}$$

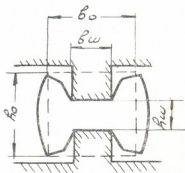


Рис. 1. Схема прокатки прямоугольной полосы в разрезном калибре



Для определения работы (энергии) деформации обжимаемой средней части (шейки) полосы при отсутствии фланцев воспользуемся логарифмической формулой [5]

$$A_{ш} = P_{ср} \cdot b_{ш} \cdot h_0 \cdot l_0 \cdot \ln \frac{h_0}{h_{ш}}, \quad (3)$$

где $P_{ср}$ —среднее удельное давление на контакте шейки с валками без наличия фланцев (прокатка на гладкой бочке, ширина которой равна ширине шейки);

$b_{ш}$ —ширина шейки;

h_0 —высота прокатываемой полосы;

$h_{ш}$ —высота шейки.

Полная работа формоизменения всей полосы равна

$$A = A_{ш} + A_{ф} = P_{ср} \cdot b_{ш} \cdot h_0 \cdot l_0 \cdot \ln \frac{h_0}{h_{ш}} + F_{ф} \cdot \sigma_s \cdot \Delta l. \quad (4)$$

Момент и работа, передаваемая валками полосе при прокатке в разрезном калибре со свободным уширением, могут быть определены из следующих соотношений:

$$M = 2 \tau_c b_{ш} \alpha_{ш} R_{ш}^2, \quad (5)$$

$$A = \frac{2 \tau_c b_{ш} \alpha_{ш} R_{ш} l_1}{1 + S}, \quad (6)$$

где τ_c —среднее значение касательных напряжений на контакте шейки с валками;

$\alpha_{ш}$ —угол захвата на шейке;

$R_{ш}$ —радиус валка на шейке;

S —опережение металла на шейке разрезного калибра.

Усредненное значение касательных напряжений можно представить как сумму

$$\tau_c = \tau_{с0} + \Delta \tau_c, \quad (7)$$

где $\tau_{с0}$ —среднее значение касательных напряжений на контакте шейки с валками без наличия фланцев;

$\Delta \tau_c$ —прирост касательных напряжений за счет наличия фланцев.

При прокатке в разрезном калибре, когда $\frac{l_{ш}}{h_{сш}} < 1$, предполагаемая эпюра распределения контактных касательных напряжений имеет вид, представленный на рис. 2.

Из рис. 2 следует, что среднее значение удельной силы трения равно

$$\frac{\tau_c}{k} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{n}{1-n} \right), \quad (8)$$

$$\frac{\tau_{c0}}{k} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{n_0}{1-n_0} \right), \quad (8')$$

где k — сопротивление металла пластическому сдвигу;
 $n_0 = \frac{l_n}{l_w}$ — определитель положения нейтрального сечения на контакте при прокатке на гладкой бочке, ширина которой равна ширине шейки (прокатка без наличия фланцев);
 $n = \frac{l_{np}}{l_w}$ — определитель положения нейтрального сечения на контакте шейки с валками при прокатке в разрезном калибре (прокатка с наличием фланцев).

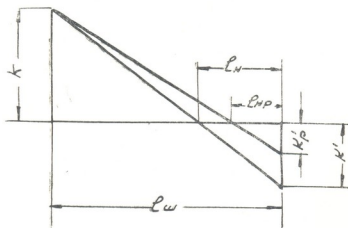


Рис. 2. Предполагаемая схема распределения контактных касательных напряжений при $\frac{l_n}{h_{сш}} \leq 1$

График изменения $\frac{\tau_c}{k}$ от n приведен на рис. 3. В зависимости от соотношения площадей F_ϕ/F_w и режимов прокатки в разрезном калибре определитель положения нейтрального сечения на контакте n и отношение $\frac{\tau_c}{k}$ могут изменяться в пределах $0 \div 0,5$. С увеличением F_ϕ/F_w оп-

ределитель $n \rightarrow 0$, а отношение $\frac{\tau_c}{k} \rightarrow 0,5$. В условиях, когда фланцы полностью могут задержать вытяжку шейки, зона опережения почти совсем исчезает.

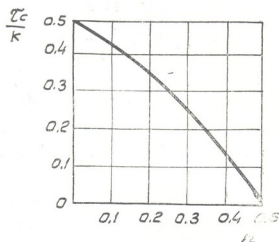


Рис. 3. Зависимость $\frac{\tau_c}{k}$ от положения нейтральной плоскости на контакте шейки с валками

Учитывая, что полная работа формоизменения всей полосы выполняется валками, на основании уравнений (4) и (6) можно написать следующее равенство:

$$P_{cp} \cdot b_{ш} \cdot h_0 \cdot l_0 \cdot \ln \frac{h_0}{h_{ш}} + F_{\phi} \cdot \sigma_s \cdot \Delta l = 2 \tau_c b_{ш} \alpha_{ш} R_{ш} \frac{l_1}{1+S} \quad (9)$$

После алгебраических преобразований с учетом

$$\ln \frac{h_0}{h_{ш}} \approx \varepsilon_{ш} \left(1 + \frac{\varepsilon_{ш}}{2} \right), \quad \varepsilon_{ш} = \frac{\Delta h_{ш}}{h_0}, \quad P_{cp} = 2k \cdot n_{\sigma}, \quad \sigma_s = 1,74k,$$

$$\lambda_{cp} = \frac{l_1}{l_0}, \quad F_{ш} = b_{ш} \alpha_{ш} R_{ш}$$

получим

$$\frac{\tau_c}{k} = (1+S) \left[\frac{n_{\sigma}}{\lambda_{cp}} \cdot \frac{\Delta h_{ш}}{l_{ш}} \left(1 + \frac{\varepsilon_{ш}}{2} \right) + 0,87 \frac{F_{\phi}}{F_{ш}} \frac{\lambda_{cp} - 1}{\lambda_{cp}} \right], \quad (10)$$

где

n_{σ} — коэффициент напряженного состояния при прокатке на гладкой бочке (без учета фланцев);

$\Delta h_{ш}$ — абсолютное обжатие шейки;

$l_{ш}$ — длина дуги контакта шейки с валками;

$\varepsilon_{ш}$ — относительное обжатие шейки;

$F_{ш}$ — площадь соприкосновения шейки с валком;

λ_{cp} — коэффициент средней вытяжки полосы в разрезном калибре.

Для расчета коэффициента напряженного состояния на гладкой бочке n_σ можно использовать известные в литературе формулы ([5—10] и др.), когда $\frac{l_w}{h_{сш}} < 1$ с учетом внешних зон и когда $\frac{l_w}{h_{сш}} > 1$ с учетом внешнего трения, а для расчета коэффициента средней вытяжки $\lambda_{ср}$ — формулы, приведенные в работах [1, 2, 4, 11] и др.

Для определения положения нейтрального сечения на контакте шейки с валками в разрезном калибре подставим значение $\frac{\tau_c}{k}$ из уравнения (8) в уравнение (10), получим

$$\frac{1}{2} \left(1 - \frac{n}{1-n} \right) = (1+S) \left[\frac{n_\sigma}{\lambda_{ср}} \frac{\Delta h_w}{l_w} \left(1 + \frac{\epsilon_w}{2} \right) + 0,87 \frac{F_\phi}{F_w} \frac{\lambda_{ср} - 1}{\lambda_{ср}} \right]. \quad (11)$$

Отсюда

$$n = \frac{l_{нр}}{l_w} = \frac{0,5 - (1+S) \left[\frac{n_\sigma}{\lambda_{ср}} \frac{\Delta h_w}{l_w} \left(1 + \frac{\epsilon_w}{2} \right) + 0,87 \frac{F_\phi}{F_w} \frac{\lambda_{ср} - 1}{\lambda_{ср}} \right]}{1 - (1+S) \left[\frac{n_\sigma}{\lambda_{ср}} \frac{\Delta h_w}{l_w} \left(1 + \frac{\epsilon_w}{2} \right) + 0,87 \frac{F_\phi}{F_w} \frac{\lambda_{ср} - 1}{\lambda_{ср}} \right]}. \quad (12)$$

Для расчета коэффициента напряженного состояния в разрезном калибре $n_{\sigma p}$ можно использовать следующую зависимость, полученную из условия равенства моментов:

$$n_{\sigma p} = \frac{\tau_c}{k} \frac{1}{\alpha_w \psi_w}, \quad (13)$$

где

ψ_w — коэффициент плеча равнодействующего.

В уравнении (13) отношение $\frac{\tau_c}{k}$ определяется по формуле (10). Анализ уравнения (12) подтверждает мнение о том, что с увеличением отношения площади поперечного сечения фланцев к контактной площади шейки с валками F_ϕ/F_w нейтральное сечение на контакте перемещается в сторону выхода металла из валков, т. е. определитель положения нейтрального сечения n стремится к нулю.

Условием отсутствия зоны опережения является $n = 0$, $S = 0$, тогда

$$\frac{n_\sigma}{\lambda_{ср}} \frac{\Delta h_w}{l_w} \left(1 + \frac{\epsilon_w}{2} \right) + 0,87 \frac{F_\phi}{F_w} \frac{\lambda_{ср} - 1}{\lambda_{ср}} = \frac{1}{2}. \quad (14)$$

Отсюда соотношение площадей, обеспечивающее нулевое опережение, равно

$$\frac{F_{\Phi}}{F_{\Psi}} = 1,15 \frac{\lambda_{\text{ep}}}{\lambda_{\text{ep}} - 1} \left[\frac{1}{2} - \frac{n_{\sigma}}{\lambda_{\text{ep}}} \frac{\Delta h_{\text{ш}}}{l_{\text{ш}}} \left(1 + \frac{\epsilon_{\text{ш}}}{2} \right) \right]. \quad (15)$$

Таким образом, предложенный метод позволяет определять энергосиловые параметры процесса прокатки в разрезном калибре со свободным уширением, а также оптимальное соотношение геометрических параметров двутавровой полосы.

Академия наук Грузинской ССР

Институт металлургии

Тбилиси

(Поступило 25.6.1968)

მეტალურგია

ა. ნოზაძე, რ. ბედინეიშვილი

ლითონის დაქაბული მდგომარეობის გამოკვლევა გამკვეთ
კალიბრში თავისუფალი გაფართოებით გლინვისას

რეზიუმე

შრომში განხილულია სწორკუთხოვანი ზოლის გამკვეთ კალიბრში თავისუფალი გაფართოებით გლინვის ამოცანა. ენერგეტიკული პრინციპის გამოყენებით მიღებულია მხები ძაბვის, დაძაბულობის კოეფიციენტისა და საკონტაქტო ზედაპირზე ნეიტრალური კვეთის მდებარეობის განმსაზღვრელი ფორმულები. დადგენილია ორტესებრი ზოლის გეომეტრიული პარამეტრების ისეთი თანაფარდობა, რომლის დროსაც წინსწრების ზონა შეიძლება უგულვებელყოთ.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. П. Чекмарев, Л. Ф. Машкин. Обработка металлов давлением, вып. LI. М., 1967.
2. М. С. Мутьев. Калибровка черновых валков. М., 1964.
3. А. Н. Скороходов, Б. М. Илюкович и др. Изв. вузов, Черная металлургия, № 8, 1968.
4. П. И. Полухин. Прокатка и калибровка двутавровых балок. М., 1956.
5. А. А. Королев. Механическое оборудование прокатных цехов. М., 1965.
6. А. И. Целиков. Теория расчета усилий в прокатных станах. М., 1962.
7. А. П. Чекмарев. Теория прокатки. М., 1962.
8. И. Я. Тариовский, Е. В. Пальмов, В. А. Тягунов и др. Прокатка на алюминге. М., 1963.
9. М. Я. Бровман. Применение теории пластичности в прокатке. М., 1965.
10. А. А. Динник. Обработка металлов давлением. М., 1962.
11. Г. К. Гедеванишвили, А. Д. Нозадзе. Труды Ин-та металлургии АН ГССР, т. X, 1960.

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИИ

Ш. И. ОНИАНИ

НЕСТАЦИОНАРНЫЙ ТЕПЛОБМЕН МЕЖДУ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ
ЗАКЛАДКОЙ И СРЕДОЙ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ВЫЕМКЕ
НАКЛОННЫХ СЛОЕВ УГОЛЬНОЙ ТОЛЩИ ТКИБУЛИ-
ШАОРСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
СНИЗУ ВВЕРХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. А. Дзидзигури 21.7.1968)

После заложения выработанного пространства нижнего слоя угольной толщи к гидравлической закладке, которую можно представить в виде неограниченной пластины, с одной стороны прилегают нижние песчаники (почва), а с другой — угольный массив пласта IV (кровля). При этом начальное распределение температуры, в прилегающих к закладке массивах имеет вид простой экспоненты и температурное поле системы уголь-закладка-порода можно рассчитать приведенными в работе [1] зависимостями.

При отработке третьего, четвертого и т. д. слоев к свежей гидравлической закладке со стороны почвы прилегает ранее заложённый материал, а затем нижние песчаники. Вследствие этого начальное распределение температуры в почве свежей закладки принимает сложный экспоненциальный характер, и поэтому полученные нами ранее решения [1] при построении температурного поля очистной выработки не могут дать удовлетворительных результатов.

Задача нестационарного теплообмена между закладкой и средой была решена методом математического моделирования на интеграторе ЭИМП-3/66 [2].

Продолжительность отработки одного слоя в пределах выемочного поля не превышает 5—6 месяцев, т. е. требуется построение температурного поля системы при довольно малых значениях времени τ .

Вследствие этого для моделирования на электропроводной бумаге с распределенными параметрами требуется создание больших емкостей, что затрудняет построение моделей с нужными масштабами времени.

Для решения рассматриваемой одномерной задачи нами строились модели с помощью $R-C$ элементов с сосредоточенными параметрами. При этом были приняты следующие масштабы моделирования:

1) линейный масштаб $N_L = 1$; 2) масштаб сопротивлений $N_R = 0,1042$;

3) масштаб емкостей $N_C = 1,8 \cdot 10^8$; 4) масштаб времени $N_\tau = 14,4 \cdot 10^7$.

Для реализации начальных и граничных условий были изготовлены высокоомные делители напряжения с переменными сопротивлениями 82 ком в количестве 22 штук.

На рис. 1—5 представлены результаты моделирования.

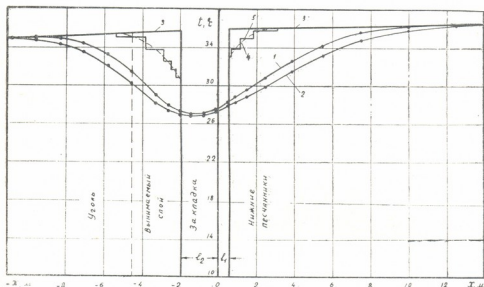


Рис. 1. Температурное поле системы при выемке второго слоя угольной голши снизу: 1— $t_0^2 = 12^\circ\text{C}$ и $\tau = 3000$ ч ($\Delta t_{\text{ср. охл}} = 6,3^\circ$); 2— $t_0^2 = 6^\circ\text{C}$ и $\tau = 4300$ ч ($\Delta t_{\text{ср. охл}} = 7,1^\circ$); 3—естественное распределение температуры в среде; 4—экспоненциальное начальное распределение температуры, вызванное интенсивной дегазацией угольного слоя; 5—ступенчато аппроксимированные начальные условия на модели

Проведенные нами наблюдения и расчеты показали, что температура заложеного материала в холодное время года (январь, февраль) не превышает 6°C , а в жаркое время (июль, август) — 20 — 21°C .

Если продолжительность выемки одного слоя в пределах выемочного поля составляет 6 месяцев (4300 ч), то в наиболее жаркое время года (август) будет обрабатываться слой угля, расположенный над закладкой, заложеной в феврале. В этом случае начальная температура закладки (t_0^2) равна 6°C . При продолжительности обработки слоя 4 месяца (3000 ч) в августе будет обрабатываться слой, расположенный над закладкой, заложеной в апреле, с начальной температурой (t_0^2) 12°C . За естественную температуру почвы угольной толщи на участках «Западная-2» и «Восточная-2» принята температура на абсолютной отметке — 50 м [3].

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы.

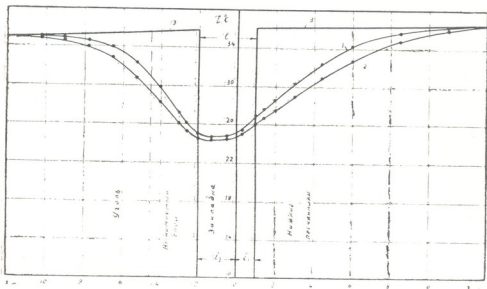


Рис. 2. Температурное поле системы при выемке второго слоя угольной толщи снизу и повышенной (до 3 м) толщине закладки: 1— $t_0^a=12^\circ\text{C}$ и $\tau=3000$ ч ($\Delta t_{\text{ср. охл}}=7,6^\circ$); 2— $t_0^a=6^\circ\text{C}$ и $\tau=4300$ ч ($\Delta t_{\text{ср. охл}}=8,8^\circ$); 3—естественное распределение температуры в среде

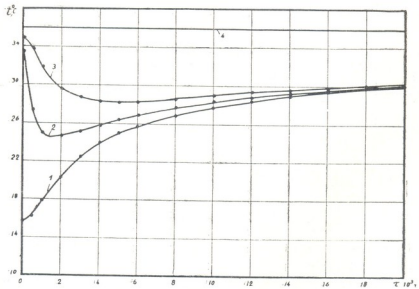


Рис. 3. Динамика температуры во времени в некоторых плоскостях вынимаемого слоя: 1— $x-l_2=0,0$ м; 2— $x-l_2=1,0$ м; 3— $x-l_2=2,0$ м; 4—средняя естественная температура слоя

Полная гидравлическая закладка выработанного пространства оказывает существенное влияние на распределение температуры вокруг очистной выработки и тем самым на тепловой режим глубоких шахт. При выемке второго слоя в результате теплового влияния гидравлической закладки среднее (по периметру) снижение температуры поверхности очистного забоя в августе составляет $6,3^\circ$, если продолжительность выемки слоя равна 3000 ч, и $7,1^\circ$, если время выемки слоя достигает 4300 ч (рис. 1). С увеличением толщины заложеного материала температурное возмущение среды растет. Так, при увеличенной (с 2,5 до 3,0 м) толщине гидравлической закладки первого слоя среднее снижение температуры вынимаемого (второго) слоя увеличивается на $1,3$ и $1,7^\circ$ при продолжительности отработки слоя 3000 и 4300 ч соответственно (рис. 2).

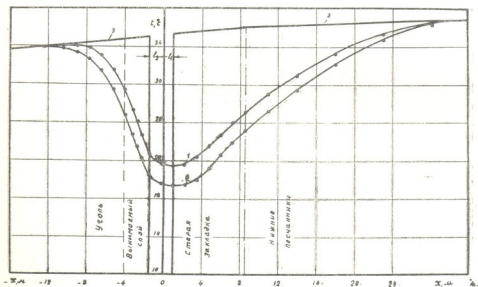


Рис. 4. Температурное поле системы при выемке пятого слоя угольной толщи снизу: 1— $t_0=12^\circ\text{C}$ и $\tau=3000$ ч ($\Delta t_{\text{ср. охл}}=8,8^\circ$); 2— $t_0=6^\circ\text{C}$ и $\tau=4300$ ч ($\Delta t_{\text{ср. охл}}=11,2^\circ$); 3—невозмущенная температура среды

На поверхности раздела угольного массива и закладки минимальная температура наступает сразу после окончания закладочных работ, а затем температура этой плоскости начинает расти. От начала процесса до $\tau=500$ ч приращение температуры происходит сравнительно медленно. Максимальной скорости оно достигает в промежутке времени 500—4000 ч, затем кривая 1 (рис. 3) постепенно выполаживается и при $\tau=20000$ ч приращение температуры становится несущественным. При $\tau \rightarrow \infty$ температурные возмущения исчезают и распределение

температуры в системе принимает естественный характер. С увеличением глубины время наступления минимальной температуры в среде растет. На глубине 1 м оно становится равным 1500 ч, а на глубине 2 м — 5000 ч.

При выемке третьего, четвертого и т. д. слоев возмущение температурного поля системы, вызванное охлаждающим влиянием гидравлической закладки, постепенно растет. После заложения выработанного пространства четвертого слоя (рис. 4) при продолжительности выемки одного слоя 3000 и 4300 ч среднее снижение температуры поверхности очистного забоя пятого слоя соответственно составляет 8,8 и 11,2°. Во время отработки седьмого слоя эти величины соответственно возрастают до 9,3 и 12,5° (рис. 5).

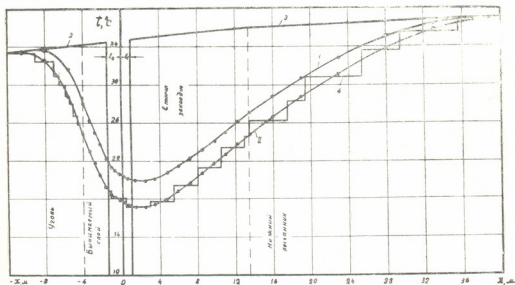


Рис. 5. Температурное поле системы при выемке седьмого слоя угольной толщи снизу: 1— $t_0=12^\circ\text{C}$ и $\tau=3000$ ч ($\Delta t_{\text{ср. охл}}=9,3^\circ$); 2— $t_0=6^\circ\text{C}$ и $\tau=4300$ ч ($\Delta t_{\text{ср. охл}}=12,5^\circ$); 3—невозмущенная температура среды; 4—ступенчато аппроксимированные начальные условия модели

С увеличением порядкового номера вынимаемого слоя растет и разность между глубинами охлаждения поверхности обнажения в лаге при продолжительности выемки слоя 3000 и 4300 ч. Так, при выемке второго слоя разность между этими величинами составляет $0,8^\circ$ (рис. 1), а при выемке седьмого слоя — $3,2^\circ$ (рис. 5).

Таким образом, при полной гидравлической закладке выработанного пространства и порядка отработки наклонных слоев снизу вверх без деления угольной толщи на отдельные пачки охлаждающее воздействие заложеного материала на прилегающую среду настолько ве-

ლიკო, что становится возможным создание нормальных тепловых атмосферных условий в очистных выработках глубоких шахт без применения дорогостоящих и энергоемких шахтных холодильных установок.

Академия наук Грузинской ССР

Институт горной механики,
 разработки месторождений и
 физики взрыва

(Поступило 24.7.1968)

საბადოს და მუშაობა

შ. იანიანი

ჰიდრაულიკურ მუშაობას და გარემოს ზომის სითბოს
 არასტაციონარული მიმოცვლა ტუბულ-შაფრის კვანახშირის
 საბადოს ნახშირინანი სიზრკის დახრილი ზრეების კვანახშირის
 თანმიმდევრობით გამოლევის დროს

რეზიუმე

მათემატიკური მოდელირების მეთოდით ЭИМП-3/66 ინტეგრატორზე შესწავლილია, დახრილი ზრეების ქვევიდან ზევით თანმიმდევრობით გამოლევის დროს, ვსებასა და მიმდებარე მასივებს შორის სითბოს მიმოცვლის რთული დაუმყარებელი პროცესი.

მიღებული შედეგების ანალიზმა აჩვენა, რომ ჰიდრაულიკური ვსება მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს წმენდითი სანგრევის ტემპერატურულ ველზე. მეორე შრის გამოლევის შემთხვევაში სანგრევის გაშიშვლებული ზედაპირის ტემპერატურის შემცირება აღწევს 8,8° (ნახ. 2). შემდგომში, ზედა ზრეების თანმიმდევრობით გამოლევის დროს გაცივების სიღრმე თანდათან მატულობს და მეშვიდე შრის გამოლევისას, შრის გამოლევის ოპტიმალური ხანგრძლივობის შემთხვევაში (4300 სთ.) შეადგენს 12,5° (ნახ. 5).

ვსებისა და გარემოს გაყოფის ზედაპირზე მინიმალური ტემპერატურა მიიღება უცებ, ვსების დამთავრებისთანავე; შემდეგ კი ტემპერატურა, სხვადასხვა სიჩქარით, განუხრელად იზრდება და თეორიულად უსასრულოდ დიდი დროის შემდეგ სითბური ველის შეშფოთება მთლიანად ქრება. გაყოფის ზედაპირიდან სიღრმის მომატებისას მინიმალური ტემპერატურის დამყარების დრო იზრდება (ნახ. 3).

ჰიდრაულიკური ვსების გარემოზე გამაცივებელი ზემოქმედება იმდენად მნიშვნელოვანია, რომ შესაძლებელი იქნება ტუბულის მშენებარე მახტებზე ღრმა ჰორიზონტების დამუშავება ლავებში ჰაერის ხელოვნური გაცივების გარეშე.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ш. И. Ониани. Сообщения АН ГССР, L, № 2, 1968.
2. А. Г. Тарапон и М. Н. Уласович. В сб.: «Некоторые вопросы прикладной математики и аналоговой вычислительной техники». Киев, 1966.
3. А. А. Дзидзигური, Ш. И. Ониани, Т. О. Лацабидзе. Вопросы геотермии Тквибули-Шаорского каменноугольного месторождения. Тбилиси, 1967.



Н. Д. КОДУА

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ РАЗДРОБЛЕННОСТИ СВОБОДНОПАДАЮЩИХ ПОТОКОВ НА СИЛОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОТОКА НА ДНО НИЖНЕГО БЬЕФА

(Представлено членом-корреспондентом Академии П. Г. Шенгелиа 8.7.1968)

Оценка влияния степени раздробленности падающего потока на относительное уменьшение его силового воздействия на дно нижнего бьефа была выполнена путем сопоставления результатов обработки осциллограмм давления, записываемого датчиками, установленными на дне гасительного колодца, для случаев проникновения в толщу водяной подушки компактных и раздробленных потоков.

Пульсация давления записывалась датчиком типа ДДХ-4, установленным на дне нижнего бьефа с возможностью передвижения и закрепления его в желаемом месте.

Показания датчика записывались на фотобумаге осциллографа Н-700.

Ширина осциллографной фотобумаги 120 мм позволяла с достаточной точностью определять величины мгновенных давлений. При тарировке датчика было установлено, что 1 мм колебаний записи на фотобумаге соответствовал 2,5 см колебаний давления потока. Это давало возможность вычислять как средние значения давлений на дне гасительного колодца при разных глубинах воды в нем, так и среднеквадратичные отклонения.

На основе таких расчетов были построены гистограммы и теоретические кривые распределения плотностей вероятностей мгновенных давлений (рис. 1).

Для проверки гипотезы о нормальности распределения мгновенных давлений были применены критерии согласия А. Н. Колмогорова и $\rho\omega^2$. Было установлено, что как для раздробленного, так и для компактного потоков ¹ гипотеза о нормальности распределения мгновенных давлений на дне водобоя не противоречит данным наблюдений.

В выполненных опытах продолжительность реализации была принята $T = 5 \div 6$ сек. Точность вычисленных на основе таких записей

¹ Компактность потока на установке достигалась посредством выпуска струи из насадки непосредственно над поверхностью воды нижнего бьефа.

значений $\left(\frac{\bar{p}}{\gamma}\right)$ и σ —среднеквадратичного отклонения, по данным В. М. Лятхера [1], составляет $\pm 10\%$ при 95% обеспеченности. Для вычисления этих величин с точностью $\pm 5\%$ и с обеспеченностью 95% необходима запись продолжительностью не менее $T = 20 \div 25$ сек.

По нашему мнению, для определения максимального размаха пульсации давления в первом приближении с определенным запасом можно воспользоваться формулой, приведенной Л. С. Максимовым [2]:

$$2A_{i \max} = 10\sigma_i,$$

так как в наших реализациях все наблюдаемые размахи находятся внутри полосы:

$$\left(\frac{\bar{p}}{\gamma}\right)_i - 5\sigma_i \div \left(\frac{\bar{p}}{\gamma}\right)_i + 5\sigma_i.$$

Вычисление корреляционных функций и функции спектральной плотности нами не производилось, ввиду отсутствия соответ-

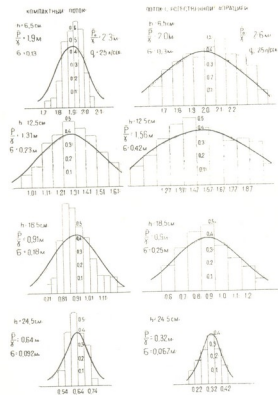


Рис. 1. ГИСТОГРАММЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ И СМЕЩЕННЫЕ С ГРАФИКАМИ ВЕРОЯТНОСТИ.

ствующей электрической анализирующей аппаратуры. Кроме того, выполнение такого анализа имеет смысл при достаточной продолжительности реализации. Выполнение таких исследований предполагается нами в дальнейшем.

На рис. 2 приводятся кривые, иллюстрирующие изменения осредненных пульсационных давлений на дно, возникающих под воздействием аналогичных потоков, в зависимости от глубины водяной подушки. Аналогия потоков заключается в приближенном равенстве расходов и скоростей на входе в водяную подушку. Кривая 1 соответствует компактному потоку, 2—раздробленному потоку, т. е. потоку с естественной

аэрацией, и 3—искусственно аэрированному потоку с 50% воздухом насыщением¹.

На основе сравнения этих кривых можно заключить, что осредненные значения давления на дно колодца в зависимости от глубины воды в нем уменьшаются интенсивнее при воздействии естественно или искусственно аэрированных потоков, по сравнению с компактным потоком.

Оказывается, что искусственная аэрация потока при достаточной высоте его свободного падения вызывает быстрый распад струи на мелкие отдельные. По этой причине величина осредненного динамического давления такого потока без определенных ограничений воздухом насыщения и высоты перепада в заметной мере отличается от давления естественно аэрированного потока, что наглядно видно из рис. 2.

Ввиду этого подробный анализ пульсограмм искусственно аэрированного потока здесь не приводится.

Для выяснения характера изменения пульсации давления в зависимости от глубины предохранительной подушки при воздействии компактного и раздробленного потоков была построена кривая $\frac{\sigma}{\bar{p}/\gamma} = f\left(\frac{h}{h_0}\right)$, показанная на рис. 2. Из кривой следует, что интенсивности изменения среднеквадратичных отклонений мгновенных давлений на водобое в зависимости от изменения глубины воды в колодце до определенных значений могут быть одинаковыми для компактного и аналогичного ему свободнопадающего потока с естественной аэрацией. К тому же, по величине отношение стандарта мгновенных давлений к осредненному давлению при небольших глубинах воды в гасительном колодце для естественно аэрированного потока оказывается больше, по сравнению с аналогичным компактным потоком.

Из рис. 1 видно, что значения среднеквадратичного отклонения по абсолютной величине при прочих равных условиях только с определенных значений глубины воды в колодце становятся меньшими, по сравнению с компактным, т. е. неаэрированным потоком.

¹ Искусственная аэрация потока создавалась путем подачи воздуха через отверстие на сливной грани модели водосброса.

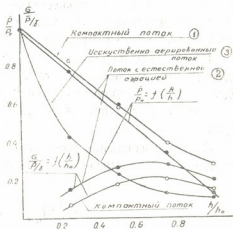


Рис. 2

Именно к такой области значений глубины воды h в колодце следует отнести те выводы, которые даются М. Ф. Складневым и Л. Л. Бердниковым [3], относительно влияния воздухонасыщения свободнопадающих струй на максимальные размахи пульсационных давлений.

Кривые на рис. 2 показывают, что динамическое воздействие естественно аэрированного свободнопадающего потока на нижний бьеф без наличия водяной подушки определенной глубины в гасительном колодце может представлять существенную опасность для сооружения.

Кроме того, из рис. 1 и 2 можно заключить, что замена свободнопадающего потока потоком, вытекающим из насадки, в целях облегчения моделирования недопустима, так как свойства этих потоков в смысле динамического воздействия на дно существенно отличаются друг от друга.

С целью выяснения вопроса о возможности определения осредненного давления из выражения для скоростного напора

$$\left(\frac{\bar{p}}{\gamma}\right)_{\text{изб}} = k \frac{\bar{v}_m^2}{2g},$$

где $\left(\frac{\bar{p}}{\gamma}\right)_{\text{изб}} = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p}{\gamma} dt - h$ — осредненное значение мгновенных избыточных давлений; \bar{v}_m — осредненное значение осевых скоростей в водяной подушке растекающегося потока; h — толщина водяной подушки, были выполнены специальные измерения и вычисления для определения значения коэффициента k . В результате было установлено, что k не является постоянным и может изменяться в зависимости от глубины воды в водяной подушке и от степени раздробленности потока в месте сопряжения.

Значения этого коэффициента может изменяться в пределах $0,5 \div 1,6$, притом для компактного потока оно больше единицы, а при аэрированном потоке в зоне интенсивного перемешивания в водяной подушке меньше 1.

Таким образом, допущение Хауслер-Ерича [4] о том, что

$$\left(\frac{\bar{p}}{\gamma}\right)_{\text{изб}} = \frac{\bar{v}_m^2}{2g}, \text{ т. е. осредненное избыточное давление по оси струи}$$

в водяной подушке равно соответствующему значению скоростного напора, является ошибочным.

Такое же заключение следует из анализа работы Кола [5], которая посвящена вопросу гашения энергии высокоскоростной вертикальной двухмерной струи, входящей в водобойный колодец. На основе исследований, приведенных в этой работе, автор приходит к заключению, что динамическое давление на дно превышает давление, соответствующее максимальной скорости в случае отсутствия дна.

Грузинский политехнический институт
 им. В. И. Ленина

(Поступило 10.7.1968)

შენიშვნა

ბ. კოლა

თავისუფლად ვარდნილი ნაკადის ძვემო ბიფეზი დინამიური ზემოქმედების საკითხის შესწავლისათვის

რეზიუმე

შრომაში შემოკლებული სახით მოცემულია იმ ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები, რომლებიც ჩატარდა თავისუფლად ვარდნილი ნაკადის ქვემო ბიფეზიან შეუღლების დროს წარმოშობილი მყისიერი წნევებისა და ამ წნევების პულსაციური მახასიათებლების შესასწავლად.

ცდების საფუძველზე მტკიცდება, რომ თავისუფლად ვარდნილი ნაკადის ზემოქმედებით მდინარის კალაპოტის ან ჩამქრობი ჰის ფსკერზე წარმოშობილი გასაშუალოებული მყისიერი წნევები, და აგრეთვე საშუალო კვადრატული გადახრები, მხოლოდ წყლის ბალიშის გარკვეული h სიღრმის შემდეგ კლებულობს უფრო ინტენსიურად, ვიდრე ასეთივე სიღრმეები ანალოგიური კომპაქტური ნაკადით წარმოშობილნი.

ამგვარად, თავისუფლად ვარდნილი ნაკადების თვითაერაცია ყოველთვის არ წარმოადგენს ენერგიის ჩამქრობი ნაგებობის მუშაობის შემამსუბუქებელ ფაქტორს. ამავე დროს ირკვევა, რომ მოდელირების გაადვილების მიზნით თავისუფლად ვარდნილი ნაკადის შეცვლა ნაცმიდან გამოდენილი კომპაქტური ნაკადით მოითხოვს დასაბუთებას, რადგანაც იგი ყოველთვის არაა დასაშვები.

დაშორებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. М. Лятхер. Труды координационных совещаний по гидротехнике, вып. VII. М., 1963.
2. Л. С. Максимов. Труды координационных совещаний по гидротехнике, вып. VII. М., 1963.
3. М. Ф. Складнев, Л. Л. Бердников. Труды координационных совещаний по гидротехнике, вып. VII. М., 1963.
4. Häusler-Erich. Wasser-Mirtschaft, № 2, 1966.
5. R. Coia. International Association for Hydraulic research XI congress, 1965.

М. В. ХВИНГИЯ, В. Н. ГОГИЛАШВИЛИ

ОПТИМАЛЬНАЯ ПОСАДКА И КОНСТРУКЦИОННОЕ ДЕМПФИРОВАНИЕ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ

(Представлено академиком Р. Р. Двали 30.5.1968)

В машиностроении и приборостроении широко используются неподвижные соединения, в которых посадка выбирается в зависимости от условий работы; при этом учитывается характер нагрузок, которые могут нарушить стабильность крепления деталей. Например, плотная и напряженная посадки применяются для шкивов и муфт на концах валов электродвигателей, для шестерен в механизмах станков и т. д. При тяжелых условиях работы, при ударных нагрузках и вибрациях назначаются более тугие посадки. Однако при назначении этих посадок не учитываются возможности конструкционного демпфирования колебания за счет трения в неподвижных соединениях.

Известно, что конструкционное трение играет важную роль при оценке динамических режимов работы валов. Между тем, оценка посадок с точки зрения возможностей осуществления заранее заданного демпфирования не производится. Цель настоящей работы—дать приближенный метод расчета вероятности натяга в соединении как фактора, определяющего его демпфирующие способности.

Коэффициент конструкционного демпфирования определяется как отношение энергии, рассеиваемой в неподвижных соединениях, к общей потенциальной энергии системы. Для системы вал-втулка, сидящей на двух опорах, коэффициент демпфирования можно определить по формуле [1, 2]:

$$\psi = \frac{48 \alpha P (\alpha P + 4 rpl) fm (2 - \lambda^2)^2}{\left[3 \pi j p \left(\frac{r}{\lambda} \right)^2 + \alpha P (2 - \lambda^2) \right]^2 (2\eta^2 + 2\eta - 1)}, \quad (1)$$

где r —радиус вала, R —наружный радиус втулки, l —длина втулки, L —длина вала, αP —нагрузка, $m = \frac{r}{l}$, $\lambda = \frac{r}{R}$, $\eta = \frac{L}{l}$ —безразмерные коэффициенты, α —коэффициент изменения нагрузки.



Анализ формулы (1) показывает, что существует такое значение давления $p_{\text{опт}}$, при котором получается максимальное значение демпфирования $\psi_{\text{макс}}$. Оптимальное давление в соединениях можно определить по формуле

$$p_{\text{опт}} = \frac{\alpha P \lambda^2 (2 - \lambda^2)}{3 \pi f r^2}, \quad (2)$$

а максимальный коэффициент демпфирования —

$$\psi_{\text{макс}} = \frac{12 f m \left[1 + \frac{4 \lambda^2 (2 - \lambda^2)}{3 \pi f m} \right]}{2 \eta^2 + 2 \eta - 1}. \quad (3)$$

Формулу (1) можно переписать в виде

$$\psi = K \cdot \frac{4 [3 \pi f m + 4 \lambda^2 (2 - \lambda^2)]}{\pi (2 \eta^2 + 2 \eta - 1)}. \quad (4)$$

В формуле (4)

$$K = \frac{\psi}{\psi_{\text{макс}}} = \frac{d + ep}{[ap + b]^2 \beta}. \quad (5)$$

На основе формул (4) и (5) получаем

$$p = \frac{1}{2 \beta \alpha^2 K} [e - 2 \beta ab K \pm \sqrt{e^2 - (eb - ad) 4 \beta \alpha K}] \approx \frac{1}{2 \beta \alpha^2 K} [e - 2 \beta ab K \pm e \sqrt{1 - K}], \quad (6)$$

где $a = 3 \pi f \left(\frac{r}{\lambda} \right)^2$, $b = \alpha P (2 - \lambda^2)$, $d = 4 \alpha P^2 (2 - \lambda^2)^2$,

$$e = 16 m l^2 \alpha P (2 - \lambda^2)^2, \quad \beta = 1 + \frac{4 \lambda^2 (2 - \lambda^2)}{3 \pi f m}.$$

В приведенных формулах коэффициент K меняется в диапазоне

$$1 \geq K \geq \frac{\psi_0}{\psi_{\text{макс}}}.$$

Здесь ψ_0 — коэффициент конструкционного демпфирования в системе с зазором. При $K = 1$ значение давления p по формуле (6) совпадает со значением, полученным по формуле (2).

На рис. 1 дана диаграмма $\psi = \psi(p)$, где 1 — кривая по формуле (1), 2 — кривая, полученная экспериментально [1, 2].

С другой стороны, давление на контактной поверхности, вызванное посадкой, определяется по известной формуле Ляме:

$$p = \frac{\delta}{2r} \frac{E_1 10^{-3}}{c_1 + \frac{E_1}{E_2} c_2} \text{ кг/мм}^2, \quad (7)$$

где $c_1 = 1 - \mu_1$, $c_2 = \frac{1 + \lambda^2}{1 - \lambda^2} + \mu_2$, μ_1 и μ_2 — коэффициенты Пуассона материалов вала и втулки, E_1 и E_2 — соответственно модули упругости. Расчетный натяг δ определяем из соотношения (7), где значение давления берется по формуле (6). Расчетный натяг δ меньше табличного натяга, который равен разности диаметров вала и отверстия втулки. Уменьшение натяга связано с наличием микронеровностей поверхности, которые остаются после механической обработки деталей.

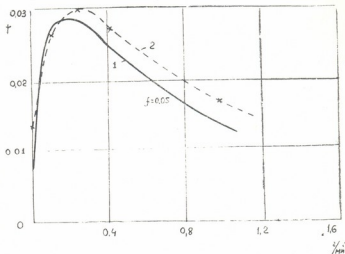


Рис. 1

Табличный натяг можно определить из зависимости

$$\Delta = \delta + 1, 2(c_3 h_{СК_1} + c_4 h_{СК_2}), \quad (8)$$

где $h_{СК_1}$, $h_{СК_2}$ — значения средней квадратической высоты неровностей на соединяемых поверхностях, а c_3 и c_4 — коэффициенты, зависящие от класса чистоты поверхности. Для 9 класса чистоты поверхности по ГОСТу 2789—51 подбираем $h_{СК_1} = h_{СК_2} = 0,2$ мк и $c_3 = c_4 = 4$ [3].

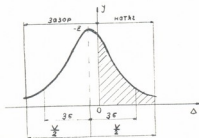


Рис. 2

Как известно, отклонения размеров изделий при их обработке являются случайными непрерывными величинами, подчиненными закону нормального распределения Гаусса (рис. 2). Плотность вероятности y выражается формулой

$$y = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right], \quad (9)$$

где σ — среднее квадратическое значение случайной величины. Так как значение случайной величины $x = 3\sigma$ принято считать предельным отклонением, то практическая зона рассеивания $V = 6\sigma$ и $\sigma = \frac{V}{6}$.

Вероятность получения случайных величин определяем по известной функции Лапласа [4]:

$$\Phi_{(z)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z \exp\left\{-\frac{z^2}{2}\right\} dz, \quad (10)$$

значение которой для разных $z = \frac{x}{\sigma}$ дается в таблицах.

Вероятность получения натяга в соединении является вероятностью сложного события, которое равно сумме двух независимых событий.

Вероятность натяга для разных посадок соединения вал-втулка получается анализом стандартных данных для разных посадок. Пусть верхнее допустимое отклонение вала и нижнее допустимое отклонение отверстия, равные соответственно Δ_B и Δ_A , известны. Определяем соответствующие зоны рассеивания размеров отверстия V_1 и вала V_2 . Общая зона рассеивания величин зазоров и натягов $V = V_1 + V_2$. Квадратическое значение случайной величины отклонения втулки $\sigma_1 = \frac{V_1}{6}$, а вала

$\sigma_2 = \frac{V_2}{6}$; суммарно для соединения $\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$. При средних значениях размеров отверстия и вала, соответствующих центру группирования кривой случайных величин, получаем натяг x_0 . Безразмерный коэффициент $z = \frac{x_0}{\sigma}$; по его значению определяем вероятность из таблиц функции Лапласа $\Phi_{(z)}$. Определяем вероятность зазора по формуле

$$\Phi_3 = 0,5 - \Phi_{(z)} \quad (11)$$

и вероятность натяга по формуле

$$\Phi_n = 0,5 + \Phi_{(z)}. \quad (12)$$

При отрицательном значении безразмерного коэффициента z в формулах (11) и (12) меняется знак.

В табл. 1 даны значения вероятностей натягов и зазоров для соединения с разными посадками при номинальном размере $d_0 = 20$ мм.

Таблица 1

Вероятность	П о с а д к а							
	$\frac{A}{C}$	$\frac{A}{П}$	$\frac{A}{H}$	$\frac{A}{T}$	$\frac{A}{Г}$	$\frac{A}{П_а}$	$\frac{A}{П_р}$	$\frac{A}{Г_р}$
Φ_3	1	0,9948	0,6680	0,1928	0,0082	0	0	0
Φ_n	0	0,0052	0,3320	0,8078	0,9918	1	1	1



Выше было отмечено, что максимальному коэффициенту демпфирования ψ_{\max} соответствует оптимальное давление $p_{\text{опт}}$, по которому можно определить соответствующий табличный натяг Δ . Рассмотренные в табл. 1 посадки можно оценить по плотности вероятности y , которая определяется по формуле (9).

Для соединения с параметрами $d_0 = 20$ мм, $\lambda = 0,41$, $\alpha P = 60$ кг, $f = 0,05$ [5] при разных посадках значения плотности вероятностей приведены в табл. 2. Здесь же даются значения относительной плотности вероятностей, определенной по формуле

$$F = \frac{y}{y_{\max}} \quad (13)$$

Таблица 2

Характер. вероятности	Посадка							
	$\frac{\Delta}{C}$	$\frac{\Delta}{П}$	$\frac{\Delta}{Н}$	$\frac{\Delta}{T}$	$\frac{\Delta}{Г}$	$\frac{\Delta}{П_2}$	$\frac{\Delta}{П_p}$	$\frac{\Delta}{Г_p}$
$y \frac{1}{\text{мк}}$	0	0,00054	0,0412	0,085	0,0179	0,000041	0	0
F	0	0,0061	0,465	0,96	0,202	0,000464	0	0

Как видно из табл. 2, максимальное значение плотности вероятности (при $K = 1$) получается для посадки $\frac{\Delta}{T}$.

В практических случаях может потребоваться не точно ψ_{\max} , а его значение в определенном диапазоне, когда $K \leq 1$. Согласно формуле (6), получаем два значения давления p_1 и p_2 и соответственно табличные натяги будут Δ_1 и Δ_2 . Вероятность в данном случае

$$\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{z_1}^{z_2} \exp\left\{-\frac{z^2}{2}\right\} dz = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left[\int_0^{z_2} \exp\left\{-\frac{z^2}{2}\right\} dz - \int_0^{z_1} \exp\left\{-\frac{z^2}{2}\right\} dz \right], \quad (14)$$

где

$$z_1 = \frac{\Delta_1}{\sigma}, \quad z_2 = \frac{\Delta_2}{\sigma}.$$

Допустим требуется $0,5 \leq K \leq 1$. Тогда по формуле (6) для заданных параметров определяем $p_1 = 0,03$ кг/мм², $p_2 = 1,975$ кг/мм², соответственно расчетные и табличные натяги будут

$$\delta_1 = 0,072 \text{ мк}, \quad \delta_2 = 4,75 \text{ мк}, \quad \Delta_1 = 2 \text{ мк}, \quad \Delta_2 = 6,67 \text{ мк}.$$



Вероятность получения $K = 0,5$ (50% максимального демпфирования) для различных посадок приведена в табл. 3.

Таблица 3

Вероятность	Посадка						
	$\frac{A}{П}$	$\frac{A}{Н}$	$\frac{A}{Т}$	$\frac{A}{Г}$	$\frac{A}{П_3}$	$\frac{A}{П_р}$	$\frac{A}{Г_р}$
Φ	0,0013	0,06	0,394	0,1461	0,0013	0	0

Как видно из таблицы, максимальная вероятность для вышепоказанных параметров получается при посадке $\frac{A}{T}$.

Можно решить обратную задачу: рассматривать соединения, в которых давление колеблется в определенном диапазоне, критерием которого служит рассеивание среднеквадратичной высоты неровностей на соединяемых поверхностях $h_{СК_1}$, $h_{СК_2}$ (по ГОСТу 2789—51 для 9 класса чистоты поверхностей $h_{СК} = 0,2 \div 0,4$ мк). Соответствующие давления p_1 и p_2 и коэффициенты демпфирования ϕ_1 и ϕ_2 определяются по формуле (1). В этом случае для оценки посадок можно использовать выше-рассмотренную последовательность расчета.

Академия наук Грузинской ССР

Институт механики машин и полимерных материалов

(Поступило 25.6.1968)

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

მ. ხვინგია, ვ. ნ. გოგილაშვილი

ობიექტური ჩასმა და კონსტრუქციული დემპფირება ცილინდრულ შეერთებებში

რეზიუმე

შრომში მოცემულია ქაჩვის ალბათობის ანგარიშის მიახლოებითი მეთოდი ცილინდრული დეტალების შეერთებებში, რომელიც თეორიული და ექსპერიმენტული ანალიზის საფუძველზე განსაზღვრავს მის დემპფირების უნარს.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. Н. Гогилашвили, М. В. Хвингия. Труды ГПИ, № 7, Тбилиси, 1966.
2. В. Н. Гогилашвили. Труды ГПИ, № 6, Тбилиси, 1968.
3. Н. Г. Апарин, И. Е. Городецкий. Допуски и технические измерения. М., 1956.
4. Т. Фрай. Теория вероятностей для инженеров. ГТТИ, 1934.
5. Е. И. Берникер. Посадки с натягом в машиностроении. М., 1966.



В. Я. КИҚАЧЕИШВИЛИ

ВЛИЯНИЕ УСКОРЕНИЯ РОТОРА НА МОМЕНТ СИНХРОННОЙ МАШИНЫ БЕЗ ДЕМПФЕРНОЙ ОБМОТКИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Г. Абелишвили 14.6.68)

Статическая характеристика зависимости вращающего момента синхронной машины от скольжения действительно только при постоянстве скорости вращения (скольжения).

Когда ускорение ротора машины не равно нулю, вращающий момент может существенным образом отличаться от статического вращающего момента. Отличие динамической характеристики от статической зависит от углового ускорения и параметров машины. Поэтому в случаях быстрых пусков, когда момент инерции ротора машины и приводимые ею во вращение массы не велики или же у машины большие постоянные времена, следует учитывать влияние скорости изменения скольжения.

В настоящей работе рассматривается расчет влияния ускорения на развиваемый момент синхронной машины при пуске или при торможении.

Расчет влияния ускорения заключается в определении добавочного момента ΔM , зависящего от ускорения и изменяющего вид характеристики $M = f(s)$ синхронной машины. Появление этого момента объясняется тем, что при достаточно быстром изменении скольжения в контурах ротора из-за инерции контуров в силу закона Ленца появляется переходный ток, который вследствие относительно большой постоянной времени обмотки возбуждения и других контуров, связанных с ней, интегрируясь по времени, достигает значительной величины.

Величина этого тока зависит от ускорения, синхронного переходного реактанса, постоянных времени контуров ротора и т. д. Момент, созданный этим током, может быть рассмотрен как синхронный затухающий момент.

Рассмотрим теперь расчет добавочного момента.

Для электромагнитного момента имеем [1]

$$M_s = i_d i_q (x_d - x_q) + i_q i_f x_{afd} \quad (1)$$

В этом уравнении неизвестными являются: i_d , i_q и i_f . Из уравнения для обмотки возбуждения имеем при $u_f = 0$

$$i_d = - \frac{r_f + p x_{ff}}{p x_{afd}} i_f, \quad (2)$$

где

$$p = \frac{d}{dt}.$$

Подставив выражение для i_d в формулу момента и проделав несложные преобразования для момента, будем иметь

$$M_s = i_f i_q \left[\frac{x_d(p) - x_q}{x_d(p) - x_d} \right] x_{afd}. \quad (3)$$

Величина поперечной составляющей тока статора при этом равна

$$i_q = \frac{u}{x_q} \sin \delta. \quad (4)$$

В уравнении (3) неизвестным является ток в обмотке возбуждения i_f . Его можно представить как сумму двух токов—тока, зависящего от скольжения, и добавочного тока, зависящего от ускорения $\varepsilon = \frac{ds}{dt}$:

$$i_f = i_f(s) + \Delta i_f(\varepsilon). \quad (5)$$

Соответственно электромагнитный момент также будет иметь две составляющие, зависящие от скольжения и скорости изменения скольжения:

$$M_s = M_s(s) + \Delta M_s(\varepsilon), \quad (6)$$

где добавочный момент, зависящий от ускорения, равен

$$\Delta M_s = \Delta i_f i_q \left[\frac{x_d(p) - x_q}{x_d(p) - x_d} \right] x_{afd}. \quad (7)$$

Как видно, для определения добавочного момента ΔM_s необходимо определить добавочный ток в обмотке возбуждения Δi_f .

Рассмотрим два случая изменения скольжения: а) „скачкообразное“ и б) с постоянным ускорением.

Для добавочного тока ротора получим

$$\Delta i_f = - \frac{u x_{afd}}{r_f x_d} T_d' \left[\frac{s_0^2 - s_1^2}{(1 + s_0^2 T_d'^2)(1 + s_1^2 T_d'^2)} \right] \exp \left\{ - \frac{t}{T_d'} \right\}. \quad (8)$$

Значение добавочного тока ротора подставим в выражение момента (7). Тогда после несложных преобразований получим для момента

$$\Delta M_s = a_s \left(\frac{x_d - x_q}{T'_d - T'_{d0}} \cdot \frac{T'_d}{x_d} + \frac{x_q}{x_d} \exp \left\{ -\frac{t}{T'_d} \right\} \right) \sin \delta, \quad (9)$$

где

$$a_s = -\frac{u^2 x_{afd} T'_d}{r_f x_d x_q} \left[\frac{s_0^2 - s_1^2}{(1 + s_0^2 T_d'^2)(1 + s_1 T_d'^2)} \right]. \quad (10)$$

Рассмотрим изменение скольжения с постоянным ускорением.

Разложим действительное—линейное изменение скольжения на ступенчатое и применим к каждой ступени формулы, полученные для скачкообразного изменения скольжения.

Рассмотрим изменение скольжения при входе машины в синхронизм от скольжения $s=0,12$ до $s_n=0$ за время, равное $t=0,5$ сек, со средним ускорением $\varepsilon = \frac{ds}{dt} = 0,24$ 1/сек.

Практически при расчетах современных систем интервал выбирается $0,02 \div 0,1$ сек. В обычных расчетах берется средняя величина интервала $\Delta t = 0,05$ сек [2].

Проследим за изменением величины тока, начиная от действия первого скачка до n -го, как в моменты скачков, так и в моменты пауз.

Тогда после некоторых расчетов для добавочного тока в обмотке возбуждения может быть написано

$$\Delta i_f = -\frac{u x_{afd}}{r_f x_d} T'_d \sum_{k=1}^{k=n} \left[\frac{\sin(\delta_{k-1} + \varphi_{fk-1})}{\sqrt{\frac{1}{s_{k-1}^2} + T_d'^2}} - \frac{\sin(\delta_k + \varphi_{fk})}{\sqrt{\frac{1}{s_k^2} + T_d'^2}} \right] \times \\ \times \exp \left\{ -\frac{t_n - (k-1) \Delta t}{T'_d} \right\}, \quad (11)$$

где

t_n —полное время переходного процесса.

Для электромагнитного момента вращения будем иметь

$$\Delta M_s = \frac{u^2}{x_d} T'_d \sum_{k=1}^{k=n} \left[\frac{\sin(\delta_{k-1} + \varphi_{fk-1})}{\sqrt{\frac{1}{s_{k-1}^2} + T_d'^2}} - \frac{\sin(\delta_k + \varphi_{fk})}{\sqrt{\frac{1}{s_k^2} + T_d'^2}} \right] \times \\ \times \left[1 + \frac{T'_{d0} - T'_d}{T'_d} \exp \left\{ -\frac{t_n - (k-1) \Delta t}{T'_d} \right\} \right] \sin \delta. \quad (12)$$

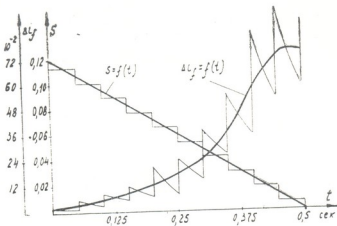


Рис. 1. Представление линейного изменения скольжения в виде ступенчатого и изменение добавочного тока ротора

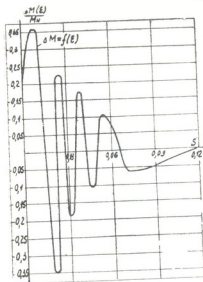


Рис. 2. Изменение добавочного электромагнитного момента

Значение угла сдвига может быть подсчитано:

$$\delta = \delta_0 + \frac{s^2 - s_0^2}{2\epsilon} \quad (13)$$

На рис. 1 показано представление действительного изменения скольжения в виде ступенчатого, а также изменение добавочного тока, на рис. 2—изменение добавочного электромагнитного момента.

Выводы

1. Расчет влияния ускорения на развиваемый электромагнитный момент предложенным методом является простым и достаточно точным.
2. Описанный метод расчета добавочного момента можно применять при любых других законах изменения скольжения ротора, заменив действительную кривую на ступенчатую.
3. Построенная по приведенной формуле характеристика динамического момента хорошо согласуется с экспериментальными данными, опубликованными в работе [3].

Тбилисский институт сооружений
и гидроэнергетики
им. А. В. Вишера
Тбилиси

(Поступило 19.6.1968)

ელექტროტექნიკა

3. კიკაჩიანი

როტორის აჩქარების გავლენა უდამკვეთო სინქრონული
მანქანის მომენტზე

რეზიუმე

თეორიული გზით მიღებულია აჩქარებით გამოწვეული დამატებითი დენებისა და მომენტის საანგარიშო ფორმულა. ნაჩვენებია, რომ სრიალის სწორნახობრივი კანონით ცვლილების დროს შეიძლება სრიალის ნამდვილი მრუდი შეიცვალოს საფეხურებრივი მრუდით და ანგარიში ჩატარდეს თითოეული საფეხურისათვის.

აჩქარებით გამოწვეული დამატებითი დენებისა და მომენტების მიღებული ფორმულები გამოირჩევა სიმარტივით, ამასთან სიზუსტე ამ ფორმულებისა, დამაკმაყოფილებელია. უკანასკნელი ჩანს ანგარიშით მიღებული შედეგების შედარებით ექსპერიმენტული გამოკვლევის შედეგებთან.

წერილში მოყვანილია ანგარიშით მიღებული აღზნების გრავინლის დამატებითი დენის და მბრუნავი მომენტის მრუდები.

წერილში ნაჩვენებია, რომ დამატებითი დენისა და დამატებითი მომენტის ანგარიშის მოცემული მეთოდი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სრიალის ნებისმიერი კანონით ცვლილების დროს, რისთვისაც საჭიროა, რომ სრიალის ნამდვილი მრუდი შეიცვალოს საფეხურებრივი მრუდით.

დათარგმნებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Г. Мамиконянц. Труды ЦНИЭЛ, вып. IV, 1956.
2. В. А. Веников. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. ГЭИ, 1964.
3. В. Я. Кикачейшвили. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 1, 1966.



АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА

Ю. В. КИЛАДЗЕ

О ДИСКРЕТНОМ ОТОБРАЖЕНИИ КОДИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ

(Представлено членом-корреспондентом академии В. В. Чавчанидзе 17.10.1968)

При использовании ЭВМ в роли окончного устройства дискретной системы связи возникает необходимость преобразования поступающего сигнала в цифровой вид. Задачу Отображения будем рассматривать в условиях разнесенного приема, беря в качестве типичного случая сдвоенный прием.

Пусть с выходов приемных устройств на вход ЭВМ поступает детектированный сигнал (две разнесенные копии), представляющий собой последовательность элементов m -ичного постоянного тока, где m —число состояний модулируемого параметра переносчика (оно же основание применяемого кода).

Обозначим через L_i длину очередного отрезка сигнала (последовательность однозначных элементов), а через (L_i) —его значение (состояние модулируемого параметра). Для двоичного представления (L_i) , очевидно, необходимы $\log_2 m$ разрядов. Для цифровой записи длины L_i требуется определить шаг дискретизации.

Точность дискретного представления длительности элемента сигнала τ не должна быть ниже точности, с которой она выдерживается на выходе передающего устройства (3—5% от τ), и должна соответствовать шагу коррекции современных коррекционных систем (0,01 от τ) [1].

Шаг, равный 0,01 от τ , будет удовлетворять обоим условиям. Таким образом, номинальной длительности элемента можно ставить в соответствие 100 единиц.

Для определения числа двоичных разрядов, требуемого для записи L_i , воспользуемся статистическими оценками.

Исходя из равномерного распределения кодовых символов [2], можем написать, что вероятность того, что очередной отрезок сигнала будет иметь длительность в μ однозначных элементов, равна

$$P(L = \mu) = \frac{m - 1}{m^\mu} \tag{1}$$

Нетрудно проверить, что

$$\sum_{k=1}^{\infty} P(L = k) \cong \frac{m-1}{m^2}, \quad (2)$$

где знак равенства имеет место только при $m = 2$.

Малая вероятность появления многоэлементных отрезков позволяет обойтись для представления длительности отрезков небольшим числом двоичных разрядов. Так, для длин, вероятности появления которых не менее 10^{-6} , требуется не более 11 двоичных разрядов. Разумным будет ограничиться указанным диапазоном.

Следствием такого выбора может явиться то, что длина некоторого отрезка с весьма малой вероятностью появления может не уложиться в отведенное число разрядов. Для такого случая можно предусмотреть две последовательные записи: L'_i и L''_i , где $L'_i + L''_i = L_i$ и L'_i является максимальной длительностью, представляемой в одной ячейке.

Так как пара чисел (L'_i) и L_i характеризует некоторое дискретное состояние физического канала в определенный интервал времени, то целесообразно их фиксировать в одной ячейке памяти в виде (L_i) , L_i .

Началами отсчета при дискретизации m -ичного тока служат моменты переходов из одного состояния в другое. В общем случае моменты переходов по первой и второй копиям будут сдвинуты относительно друг друга на некоторую величину

$$C_{12} = \bar{\Delta t}_1 + \bar{\Delta t}_2 + \frac{1}{2}(\delta_1 + \delta_2), \quad (3)$$

где $\bar{\Delta t}_i$ — среднее время запаздывания i -той копии сигнала,

δ_i — величина искажения границ ее элемента (множитель 1/2 отражает тот факт, что δ равна сумме искажений обеих границ).

Будем считать моменты переходов по первой и второй копиям совмещенными, если для них $|C_{12}| \leq 0,5 \tau_{\min}$, где τ_{\min} — минимальная длительность элемента сигнала.

Такой способ фиксирования одинаковых моментов времени по разным копиям позволяет избежать при обработке последних нарушения синхронизации между элементами или, во всяком случае, дает возможность локализовать такие нарушения участками, ограниченными совмещенными переходами. С другой стороны, он создает удобства для программной обработки. Возможность записывать пару отрезков с совмещенными началами в ячейки с симметричными адресами позволяет зацикливать отдельные участки программы.

В заключение оценим объем памяти, необходимый для хранения результата отображения в машине.

Для математического ожидания числа отрезков в сообщении длиной в N первичных символов имеем

$$\bar{N}_L = N \cdot n \cdot \frac{m-1}{m}, \quad (4)$$

где n — длина слова m -ичного кода.

На основании неравенства

$$\bar{N}_L \geq N \cdot \frac{\log l}{\log m} \cdot \frac{m-1}{m}, \quad (5)$$

где l — объем кодируемого алфавита (в общем случае расширенного за счет внесения избыточности), можно убедиться, что \bar{N}_L достигает максимума при $m=2$:

$$\max \bar{N}_L = \frac{1}{2} Nn.$$

Таким образом, при любых m

$$\bar{N}_L \leq \frac{1}{2} Nn, \quad (6)$$

где n — длина кодового слова при $m=2$.

Для определения вероятности отклонения числа отрезков N_L от среднего значения \bar{N}_L на величину, большую заданной, воспользуемся интегральной теоремой Муавра-Лапласа [3]:

$$P \left\{ N_L - \frac{1}{2} Nn \geq \alpha Nn \right\} \sim \frac{1}{2} \left(1 - \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\alpha \sqrt{\frac{Nn}{1/4}}} \exp \left[-\frac{x^2}{2} \right] dx \right). \quad (7)$$

Если взять $N = 10^4$, $n = 20$, то при $\alpha = 5 \cdot 10^{-3}$ получим

$$P \{ N_L - 10^5 \geq 10^3 \} \sim 3 \cdot 10^{-8},$$

т. е. вероятность отклонения от среднего значения более чем на 1% для рассматриваемого случая равна $3 \cdot 10^{-8}$.

Следовательно объем памяти, необходимый для хранения одной копии сигнала, должен незначительно превышать величину $1/2 Nn$.

Тбилисский институт приборостроения
и средств автоматизации

(Поступило 18.10.1968)

ი. კილაძე

კოდირებული სიგნალების დისკრეტული გადასახვის შესახებ

რ ე ზ ი ე მ ე

წერილში ნაჩვენებია კავშირგაბმულობის დისკრეტული სისტემების მიმღები მოწყობილობებიდან გამომთვლელ მანქანაში შემოსული სიგნალების ციფრული გადასახვა.

განსაზღვრულია დისკრეტიზების ბიჯი, პირველადი ინფორმაციის წარმოდგენისათვის საჭირო ორობითი თანრიგების რაოდენობა და დასამახსოვრებელი ინფორმაციის მოცულობა.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Шляноберский. Элементы дискретных систем связи. М., 1962.
2. Л. М. Физик. Теория передачи дискретных сообщений. М., 1963.
3. Б. В. Гнеденко. Курс теории вероятностей. М., 1950.



ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

В. К. БАЛАВАДЗЕ

**О МЕХАНИЗМЕ ДЕФОРМИРОВАНИЯ БЕТОНА
 ПРИ ПОЛЗУЧЕСТИ**

(Представлено академиком К. С. Завриевым 20.6.1968)

Известно, что существует много теорий о механизме деформирования бетона при ползучести, но ни одна из них не является совершенной. Поэтому природа ползучести бетона все еще остается не до конца раскрытой.

Многие крупные специалисты, на основании экспериментальных данных высказывали мнение об идентичности природы деформирования бетона при повторных нагрузках и ползучести [1—4].

Если физическая природа деформирования бетона при ползучести и повторных нагрузках одинакова, то тогда бетон, подвергшийся действию длительной нагрузки и доведенный до состояния затухания деформации ползучести, не должен быть чувствителен к повторным нагрузкам в том смысле, что он не должен давать остаточных деформаций. Для проверки этого явления Р. Лермит провел интересный эксперимент. Он держал бетонный образец в течение 1000 дней под сжимающей нагрузкой, создающей напряжение в бетоне 100 кг/см². После этого образец был разгружен и через некоторое время подвергнут действию повторных нагрузок, равных длительной нагрузке. В результате 3000000 циклов загрузки-разгрузки пластическая деформация оказалась незначительной.

Отсюда Р. Лермит заключает, что «ползучесть под постоянной нагрузкой и пластическая деформация под повторной нагрузкой не допускают наложения (их нельзя складывать). Бетон, «адаптировавшийся» под постоянной нагрузкой, утрачивает способность деформироваться под повторной нагрузкой» [2].

Однако механизм деформирования бетона при повторных нагрузках до сих пор не познан. Недавно мы сделали попытку обосновать в работе [5] новое предложение о таком механизме. Оно основывается на адсорбционном действии воды. В бетоне (если его специально не высушить) всегда имеется свободная, химически не связанная вода. Она, как известно, является поверхностно-активным веществом по отношению к бетону и оказывает на него адсорбционное влияние, которое выражается в асимптотически уменьшающемся росте деформации бетона



при повторных нагрузках, когда напряжения в нем не превосходят предела выносливости.

Принципиально такой же является и природа деформирования бетона при ползучести. Однако деформация ползучести бетона, в отличие от деформации при повторных нагрузках, происходит весьма медленно в результате постепенного развития расклинивающего действия воды в напряженном от постоянно действующей силы бетоне (что накладывает дополнительные условия влияния старения бетона). При этом если напряжения в бетоне не превосходят предела длительного сопротивления, то указанное развитие деформации, как было показано в работе [5] будет упругое и, следовательно, ползучесть будет линейной и затухающей. В стадии затухшей ползучести бетон будет находиться в таком же состоянии, в каком находится он, когда подвергается действию повторных напряжений ниже предела выносливости и когда прекращается рост остаточных деформаций и устанавливается прямолинейная зависимость между напряжениями и деформациями. При этом обратимые микротрещины еще не перерастают в необратимые.

Пока микротрещина при растяжении тела не перестала быть обратимой, между ее краями (стенками) действуют притягательные силы межмолекулярного сцепления. Из электронной теории сил молекулярного сцепления известно, что эти силы притяжения зависят от расстояния y между молекулами (или атомами и ионами), вначале сильно возрастают с увеличением y от нормального межмолекулярного расстояния $y=b$, для которого силы притяжения равны нулю, до некоторого критического расстояния, где они достигают максимального значения, а в дальнейшем быстро убывают с увеличением расстояния. На рис. 1 показана зависимость между молекулярными силами f и расстоянием y в виде кривой ОАВ [6, 7]. Характерно, что с увеличением межмолекулярного расстояния до значения $y=a$ молекулярные силы притяжения не уменьшаются, а увеличиваются. Это и обеспечивает целостность материала, в частности бетона, и сохранность его прочностных свойств.

Важно отметить, что межмолекулярная зависимость материала сила-расстояние предопределяет в пределах упругости вид его кривой деформация-напряжение.

Если при ползучести напряжения превышают предел длительного сопротивления, то деформация бетона будет нелинейной (появятся и разовьются необратимые микротрещины и микрообразования), незатухающей и неизбежно приведет к разрушению.

Из сказанного можно заключить, что главной причиной ползучести бетона является адсорбционное влияние воды, заключающееся в ее

туть, что ползучесть как у бетонных, так и у армоцементных труб протекала примерно одинаково и влияние армирования на деформацию ползучести кручения проявлялось незначительно. Это объясняется тем, что при обычном армировании ткаными сетками их рабочие прутья не направлены по траекториям главных растягивающих усилий в стенках труб, подвергнутых кручению.

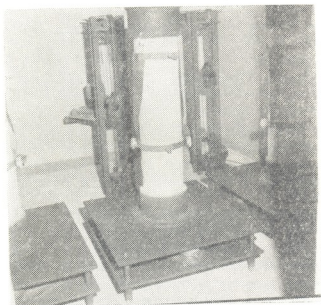


Рис. 2. Общий вид установленных для испытания на ползучесть при кручении труб со специальными приспособлениями

С целью повышения относительной влажности до 100% и дальнейшего ее сохранения бетонный пол помещения с опытными образцами был 13 декабря 1967 г. залит водой и в течение 18 дней уровень воды 3 см поддерживался. На 19-й день вода была полностью удалена. Отсчеты на индикаторах у всех труб брались за час до заливки помещения водой. Первый замер деформаций ползучести труб был сделан 15 декабря, а последующие—через 5—6 дней. Результаты первого же замера показали резко выраженный рост деформации ползучести кручения у всех труб (несколько больше у бетонных).

Рост деформации продолжался до удаления воды из помещения, а впоследствии он затух. Более того, с течением времени деформация ползучести начала, правда незначительно, снижаться. На рис. 3 пока-

зана кривая деформации ползучести кручения одной из бетонных труб, где ясно видно все сказанное. Эти опыты подтверждают справедливость наших представлений о том, что ползучесть бетона происходит в основном в результате расклинивающего действия воды. Этим же легко объясняется, как уже было отмечено, и механизм деформирования бетона при повторных нагрузках. Ведь, по существу, ни одна из выдвинутых до настоящего времени теорий ползучести бетона не может объяснить указанного механизма.

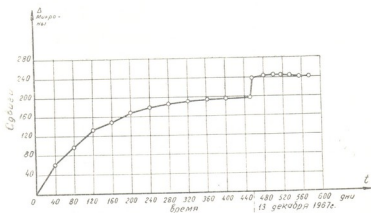


Рис. 3. Кривая ползучести бетона при кручении

Несомненно, что если природа деформирования бетона при повторных нагрузках идентична природе его ползучести, то наиболее правильной будет та теория ползучести бетона, которая сможет объяснить механизм деформирования бетона при повторных нагрузках. По-видимому, таковой является адсорбционная теория ползучести. Она также полно объясняет и некоторые важные вопросы самой ползучести бетона, на которые до сих пор нет определенного ответа. В частности, она и только она объясняет линейность и нелинейность ползучести бетона и указывает на различие причин, порождающих собственно усадку (не разбухание) и ползучесть бетона.

Тбилисский институт сооружений
и гидроэнергетики
им. А. В. Винтера

(Поступило 25.6.1968)

3. ბალავადე

ცოცვადობისა ბეტონის დეფორმირების მიქანიზმის შესახებ

რეზიუმე

ბეტონის ცოცვადობაზე ბევრი თეორია არსებობს, მაგრამ არცერთი არაა სრულყოფილი. ამიტომ ბეტონის ცოცვადობის ბუნება ჯერ კიდევ დაუდგენელი რჩება.

ბევრი ცნობილი მკვლევარი ჩატარებული ცდების შედეგად ადასტურებს, რომ ცოცვადობისა და განმეორებითი დატვირთვების დროს ბეტონის დეფორმირების მექანიზმი ერთნაირია. მაგრამ ბეტონის დეფორმირების თვითმექანიზმი განმეორებითი დატვირთვებისას ჯერჯერობით არაა ცნობილი. ჩვენ გამოვიყენეთ ახალი შეხედულება ასეთ მექანიზმზე.

თეორიულად და ექსპერიმენტულად ნაჩვენებია, რომ ბეტონის ცოცვადობის მთავარი მიზეზი წყლის ადსორბციული გავლენაა, გამოხატული მის გამზღერ მოქმედებაში, რომელიც დროთა მსვლელობაში თანდათანობით ვითარდება დაძაბულ ბეტონში.

ბეტონის ცოცვადობის ადსორბციული თეორია სრულიად საკმარისად განმარტავს იმ ფიზიკურ-მექანიკურ მოვლენებს, რომლებსაც ადგილი აქვს ბეტონის ცოცვადობისას და მასზე განმეორებითი დატვირთვების მოქმედების დროს.

დავოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. Гийон. Предварительно напряженный железобетон. М., 1959.
2. Р. Лермит. Проблемы технологии бетона. М., 1959.
3. Я. В. Столяров. Введение в теорию железобетона. М., 1941.
4. О. Я. Берг. Физические основы теории прочности бетона и железобетона. М., 1962.
5. В. К. Балавадзе. Изв. ТНИСГЭИ, т. 17, 1967.
6. Г. И. Баренблат. Прикладная математика и механика, т. XXIII, вып. 3, 1959.
7. Я. И. Френкель. Введение в теорию металлов. М., 1950.
8. С. В. Шестоперов, Т. Ю. Любимова. ДАН СССР, т. XXXVI, № 6, 1952.
9. Ю. Е. Корнилович, Л. Г. Гулинова. Строительный микропорит. Киев, 1952.
10. М. А. Асланова. ДАН СССР, т. 95, № 6, 1954.
11. И. А. Мощанский. Плотность и стойкость бетонов. М., 1959.
12. В. К. Балавадзе. Изв. ТНИСГЭИ, т. 19, 1968.



УДК 581.524.4

ბოტანიკა

ბ. ზიორაძე

თბილისის მიდამოების ნახევრადმოდრავი ნაშაღების
 მცენარეულობა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კვციხველა 2.6.1968)

ნახევრადმოდრავ ნაშაღებს თბილისის მიდამოებში ფართო გავრცელება აქვს და ცალკეულ შემთხვევაში საკმაოდ მოზრდილი ფართობები უკავია. იგი გავრცელებულია თელეთისა და თაბორის ქედების ჩრდილო ფერდობებზე, დელისის ქედის სამხრეთ ფერდობზე, არმაზის ხეობაში, კარსანში და სხვაგან.

თბილისის მიდამოებში ნახევრადმოდრავი ნაშაღები ქარბობს ქვიშაქვებზე მეკროკონგლომერატებით, ანდეზიტურ-ბაზალტურ ტუფზე, ვულკანურ პორფირიტზე, თიხაფიქალეზე, ტუფოგენურ ქვიშაქვებზე თიხის ქარბობით და ბაზალტურ ტუფზე. ნაშალი მასის ნახევრადმოდრავობა არ წარმოადგენს ნაშალ სუბსტრატზე მცენარეების დასახლების შედეგს; იგი წარმოქმნილი ნაშალი მასის იმ სპეციფიური თვისებებითაა გამოწვეული, რომელიც დამახასიათებელია საკვლევი რაიონის ნაშაღებისათვის.

მთავარი მნიშვნელობა აქვს ნაშალი მასის განსხვავებულ მოძრაობაში თვით დედაქანის ფიზიკური გამოფიტვის ხასიათს, ფერდობის დაქანებასთან კავშირში. ცნობილია, რომ მთავარი ქანები გამოფიტვისას იშლება დიდი ზომის დაკუთხული ფორმის ნაწილებად. ამასთან ერთად წარმოქმნილი ნამტვრევები ძნელად ურთიერთმოქმედებს გარემოს ელემენტებთან და საკმაოდ სქელ ფენებს ჰქმნის. ნაშალი ნაწილების აღნიშნული დაკუთხული ფორმა და მექანიკური შემადგენლობის წვრილი ფრაქციების სიმცირე, ფერდობის დაქანებასთან ერთად, აძნელებს წარმოქმნილი ნაშალი მასის შორ მანძილზე გადაადგილებას, რის გამოც ნაშაღები მკვეთრად გამოსახული შენელებული მოძრაობით ხასიათდება.

ნაშალი მასის მოძრაობის მიზეზებსა და პირობებზე მრავალი საყურადღებო ცნობებია მოცემული სხვადასხვა მკვლევარის შრომებში [1—6], საიდანაც ირკვევა, რომ ნაშალი მასის მოძრაობაზე ფაქტორთა კომპლექსი მოქმედებს და მათგან მთავარი დედაქანის გამოფიტვის ხასიათია ფერდობის დაქანებასთან კავშირში.

ნაშალი ნაწილების სიდიდის მიხედვით ნახევრადმოდრავ ნაშაღებში შეიძლება გამოიყოს ორი ქვეჯგუფი: 1) ქვლორდიანი და უფრო წვრილი ნაწილებით და 2) ქვიანი და ქვისლოდებიანი ნაშაღები. ეს ნაშაღები მკვეთრად განსხვავებული სპეციფიური პირობებით ხასიათდება და ამასთან დაკავშირებით განსხვავებულ მათზე დასახლებული მცენარეული საფართადაც.

ნახევრადმოდრავი ნაშალი მასა თავისი მრავალშრიანობით სპეციფიურ პირობებს ჰქმნის მცენარეთა განვითარებისათვის. ასეთი ნაშაღების სიღრმე (შუაწელში) 70—100 სმ აღწევს, ფუძესთან კი ზოგჯერ 1,5—2 მ. ნაშალი მასის ფენათა რაოდენობა 4—5 უდრის.

აღნიშნულ ნახევრადმოდრავ ნაშალ ნაკვეთებზე მცენარეთა დასახლების პირველდაწყებით სტადიებზე შეიმჩნევა აგლომერაციის განვითარება, შექმნილი *Parietaria judaica* strand., *Rumex scutatus* L. და *Galium erectum* Huds-ისაგან.

ნახევრადმოდრავი ნაშალების აგლომერაციის სუბსტრატი შექმნილია მსხვილლორღიან-ქვიანი მასით და თითქმის მოკლებულია წვრილმიწის ყოველგვარ დაგროვებას. დროთა განმავლობაში ნაშალ ნაწილებსა და გარემოს ელემენტებს შორის ურთიერთობის შედეგად, დასახლებულ მცენარეებთან კავშირში მათ ირგვლივ თანდათან გროვდება წვრილმიწა და ავსებს ქვალორღიან ნამტვრევებს შორის არსებულ ადგილებს, რის შედეგად იქმნება საკმაოდ განსხვავებული პირობები ნაშალზე მცენარეთა დასახლება-განვითარებისათვის. შემდეგ აღნიშნული პროცესი თანდათან ძლიერდება და ნაშალი ნაკვეთების მთელ ფართობზე იქმნება მეტ-ნაკლებად ერთნაირი პირობები ცნობილი შრიანობით.

ნახევრადმოდრავი ნაშალის ზედაპირი ქვების ფენისაგანაა შექმნილი, რომელიც იცავს მის ქვევით არსებულ ფენებს ზედმეტი ვახურებისა და წყლის უზომო აორთქლებისაგან. მაშინ, როდესაც ნაშალი მასის ზედაპირი დღის პირველ საათზე გახურებული იყო 45°-მდე, 20 სმ სიღრმეზე 23° აღწევდა. ტენიანობის მონაცემები გაწვიმებიდან 25 დღის შემდეგ ქვების ფენის ქვეშ 4,6% უდრიდა.

ქვალორღიანი ნაშალების მცენარეებით დასახლების შემდეგ საფეხურზე მრავალწლოვანი მცენარეებიდან სახლდება: *Cephalaria media* Litv., *Reichardia dichotoma* (M. B.) Roth., *Dianthus orientalis* Ad., *Linaria iberica* Kem-Nath., *Poterium polygamum* waldst. et Kit., *Pimpinella aromatica* M. B., *Silene ruprechtii* B. Schischk., *Hysopus angustifolius* M. B. და სხვ. აღნიშნული მცენარეების დასახლების შემდეგ უკვე იქმნება საკმაო რაოდენობის წვრილმიწა, რაზედაც სახლდება დამკორდებელი მარცვლოვნები: *Bromus biebersteini* R. et Sch., *Melica transsylvanica* Sch., *Stipa pulcherima* C. Koch და *Trisetum rigidum* (M. B.) R. et Sch.

დამკორდებელი მარცვლოვნების დასახლებით დროთა განმავლობაში ქვალორღიანი ნაშალების ლაქობრივი მცენარეული საფარი რამდენადმე შემეძიროვებულნი ხდება და დამკორდებელ მცენარეთა განვითარება შედარებით სწრაფად მიმდინარეობს, სადაც გაბატონებას *Bromus biebersteini*+*Trisetum rigidum*-ის დაჯგუფება აღწევს. ამ საფეხურზე ნაშალი მასის 20 სმ სიღრმეზე ჰუმუსის შემცველობა 1,86% უდრის. 10%-იანი HCl-ის მოქმედებით ძლიერ შხუის.

დამკორდებელ მცენარეთა ბუჩქებს შორის ადრე გაზაფხულზე ვითარდება *Senecio vernalis* Waldst. et Kit., *Linaria simplex* Dc., *Bromus tectorum* L., *Papaver arnarium* M. B. და სხვა.

ნახევრადმოდრავ ქვალორღიან ნაშალებზე ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი მცენარის დასახლების შემდეგ ინტენსიურად მიმდინარეობს ნიადაგწარმოქმნის პროცესი. ქვებს შორის არსებული ცარიელი ადგილები თანდათან ივსება ჩონჩხიან წვრილმარცვლოვანი მასით და იშლება ფენოვანობა, რის გამოც ნაშალი მასის გრანულომეტრული შედგენილობა 30 სმ სიღრმეზე მსხვილლორღიან-მსხვილქვიანიია. ჰუმუსის შემცველობა ამავე სიღრმეზე 2,93% უდრის და ნაშალი მასაც დამკორდებულა. აღნიშნული გჯუფის ნაშალებზე საბოლოოდ ფორმირდება *Brometa* (*B. biebersteini* R. et Sch. მიერ შექმნილი).

დელისის ქედის სამხრეთ ფერდობზე, ცენიჭამია ხევისა და მდ. ვერეს ხეობის მარცხენა მხარეზე განვითარებული ნახევრადმოდრავი ნაშალები გამოირჩევა ნაკლები ფენოვანებით, მცირე სიღრმითა და ნაშალი ზედაპირის შედარებით ერთგვაროვნებით. აღნიშნული ნაშალები წარმოქმნილია ქვიშაქვებისაგან კენჭის მინარევით და ტუფოგენური ქვიშაქვებისაგან თიხის ჰარბობით, რომლებიც ძირითადად ქმნიან მსხვილლორღიან-ქვიან, საშუალო ქვიშაან-ქვიან და მსხვილლორღიან-მსხვილსიღნარ გრანულომეტრული შედგენილობის ნაშალს, რაც ძირითადად ორი ფენისაგან შედგება.

აღწერილი ნაშალების მცენარეებით დასახლების პირველდაწყებით სტადიებზე ვითარდება აგლომერაციები, შექმნილი ზოგან *Teucrium orientale* L. *Poterium polygamum* Waldst. et Kit. და *Euphorbia sequieriana* Weck მიერ; ზოგან კი *Reichardia dichotoma* (M. B.) Roth., *Cynanchum funebre* (Boiss. et Ky) Kuhn და *Dianthus orientalis* Adam-ით.

შემდეგ საფეხურზე თანდათან სახლდება *Rhamnus pallasii* F. et M. *Cotoneaster recemiflora* (Dsf) Koch, *Atraphaxis caucasica* (Hoff) N. Pav., *Caragana grandiflora* (M. B.) Dc და *Paliurus spina—christi* Mill., რომელთაგან დროთა განმავლობაში ვითარდება თავისებური ქსეროფილური დაჯგუფება, ლიტერატურაში [7] ცნობილი ჯაგ-ეკლიანების სახელწოდებით (ქსეროფილური ვარიანტი). ასეთი დაჯგუფება გავრცელებულია მდ. ვერასა და მისი შენაკადების სამხრეთ და სამხრეთ-დასავლეთის ნაშალ ფერდობებზე. მილიანთ წყალის მიდამოებში კი ფართოდაა გავრცელებული ნარ-ეკლიანებისა და ტომილარიების დაჯგუფება. აქ ნარ-ეკლიანები შექმნილია *Astragalus pycnophyllus* Stev-ისა და *Acantholimon lepturoides* Bge-ს მიერ, ხოლო ტომილარიები—*Thymus tiflisiensis* Klok., *Scutellaria orientalis* L., *Teucrium polium* L., *T. chamaedrys* L., *T. orientale* L. და სხვათა მიერ.

ნახევრადმოდრავი ნაშალების ჯაგ-ეკლიანის (ქსეროფილური ვარიანტი) საფეხურზე, ბუჩქებს ქვეშ გროვდება წვრილმიწა და ჰუმუსი, რის გამო იცვლება ნაშალი მასის მექანიკური შედგენილობა და ამასთან დაკავშირებით ტენიანობის ხასიათიც. აქ გავრცელებულია ისეთი მცენარეები, როგორიცაა *Erodium cicutarium* (L.) L' Her., *Senecio vernalis* Waldst., *Arenaria serpyllifolia* L., *Callipeltis cucullaria* (L.) De., *Galium verum* L., *Scutellaria orientalis* L., *Pterotheca marschalliana* (Rehb.) A. Grossh. და სხვ. ბუჩქებს შორის იზრდება ისეთი მძლავრფესვიანი და ფესურიანი მცენარეები, როგორიცაა *Trisetum rigidum* (M. B.) R. et Sch., *Silene chlorifolia* Sm., *Onosma sericeum* W., *Cephalaria media* Litw., *Asperula glomerata* (M. B.) Griseb., *Teucrium polium* L., *Alyssum tortuosum* Waldst. et Kit. და სხვა. აღნიშნულ საფეხურზე ბუჩქებს ქვეშ ნაშალი მასის გრანულომეტრული შედგენილობა 20 სმ სიღრმეზე მსხვილლორღიან-მსხვილსიღნარია, ხოლო ჰუმუსის შემცველობა 3,21%; ბუჩქებს შორის კი—1,03%. 10% იანი HCl-ის მოქმედებით სუსტად შხუის.

სამხრეთ-დასავლეთისა და დასავლეთის ექსპოზიციის ჩადაბლებულ მიკრორელიეფზე ჯაგ-ეკლიანის ზემოთ აღწერილ ქსეროფილურ ვარიანტს ემატება *Jasminum fruticans* L., *Colutea orientalis* Mill და *Spiraea hypericifolia* L., რომელთაგან იქმნება ნახევრადშერეული ჯაგ-ეკლიანის ჰემიქსეროფილური ვარიანტი. უფ-

რო გასწორებულ და ამობურცულ ნახევრადმობრავ ნაშალებზე დასახლებულ ფეხებს დამკორდებელი მარცვლოვნები *Botriochloa ischaemum* (L.) Keng., *Stipa caucasica* Schmalb., *Melica transilvanica* Sch. და სხვა.

აღნიშნული დამკორდებელი მარცვლოვნების დასახლებით, რომელთაც შეეძლოა ზოგიერთი პარკოსანი (*Melilotus neapolitanus* Ten., *Onobrychis cyri* A. Grossh., *O. radiata* M. B. და სხვ.), ნიადაგწარმოქმნისა და დაკორდების პროცესი ინტენსიურად მიმდინარეობს, რის შედეგად ფორმირდება უროიანი ქსეროფილური ბალახების ჭარბობით—*Botriochloetum xseroherbosum*.

ღროთა განმავლობაში ნაშალის ფუძისაკენ (უროიანის კონტაქტით ჯაგეკლიანის ქსეროფილურ ვარიანტთან) ურო და ძეძვი თანდათან ბატონდება და საბოლოოდ ფორმირდება უროიანი ძეძვითა და ქსეროფილური ბალახებით (*Paliureto-Botriochloetum xseroherbosum*).

ზოგიერთ ადგილას (მდ. ვერეს ხეობა), სადაც ნაშალი მასის სიღრმე 1—1,5 მ აღწევს, შეჩერებულია და ტენიანობის მზრივ შედარებით ოდნავ უფრო ხელსაყრელი პირობებია შექმნილი (ნაშალს ფუძესთან), იგი განვითარებულია ვლერტიანი (*Cynodonetum*) პატარა ფრაგმენტების სახით.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 4.6.1968)

БОТАНИКА

П. Г. ГИОРГАДЗЕ

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ПОЛУПОДВИЖНЫХ ОСЫПЕЙ В ОКРЕСТНОСТЯХ ТБИЛИСИ

Резюме

В работе описан сингенетический процесс растительности полуподвижных осыпей первой подгруппы и графическое изображение его ступеней (окрестностей Тбилиси). Установлено, что полуподвижные осыпи первой подгруппы отличаются многослойностью осыпной массы, что создает специфические условия для развития растительного покрова.

დაბოვებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. W. Penck. Die morphologische Analyse. Stuttgart, 1924.
2. А. П. Баранов. Бюллетень САГУ, вып. 9, Ташкент, 1925.
3. С. И. Щукин. Общая морфология суши, т. 1, 1934
4. К. У. Твенхофел. Учение об образовании осадков. Опыты, 1936.
5. Н. С. Матвеев. Проблемы физической географии. VI, 1938.
6. К. А. Магакян. Этапы развития высокогорных лугов Закавказья. Ереван, 1947.
7. ნ. კეცხოველი. საქართველოს მცენარეული საფარი. თბილისი, 1960

В. Б. АКОПЯН, А. П. ЗАКАРАЯ

ДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАЗВУКА НИЗКИХ ИНТЕНСИВНОСТЕЙ НА НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АКТОМИОЗИНА

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 21.7.1968)

В немногочисленных работах, посвященных действию ультразвука на сократительные структуры, либо вовсе не рассматриваются процессы, происходящие на уровне макромолекул, либо используются слишком высокие интенсивности. Многие авторы вообще не указывают параметров применяемого ими ультразвука, отчего научная ценность их сообщений определено снижается.

Между тем, обширное применение ультразвука для медицинских целей делает все более необходимым детальное изучение действия этого фактора на биологические объекты именно в диапазоне терапевтических интенсивностей.

Представляется особенно интересным изучение действия ультразвуковых колебаний низких интенсивностей на белки актомиозинового типа, свойства которых в силу величины, формы и некоторых особенностей структуры молекул этих белков могут меняться при самых различных и, по-видимому, весьма слабых воздействиях.

Как показали наши предыдущие исследования [1, 2], актомиозин гладкой мышцы желудка кролика претерпевает под действием ультразвука существенные изменения.

Предлагаемое сообщение посвящено изучению чувствительности актомиозина поперечнополосатых мышц к ультразвуковому воздействию в диапазоне интенсивностей от 0,1 до 2,5 Вт/см².

Методика

Актомиозин получали из мышц кролика по методу Сент-Дьердьи с последующим трехкратным переосаждением.

В качестве источника ультразвуковых колебаний использовался стандартный медицинский генератор типа TUR US 2—2 $f=880$ кГц. Время озвучивания во всех случаях 5 минут.

Препараты озвучивали в стеклянном тонкостенном сосуде, укрепленном над излучающей головкой в специальном термостатируемом

держателе. Температура в процессе ультразвуковой обработки не превышала 22°C.

Интенсивность измеряли ультразвуковыми весами и прокалброванным кварцевым приемником, настроенным в резонанс с излучающей головкой.

АТФ-азную активность измеряли следующим образом. В двух центрифужных пробирках белок (контрольный и озвученный образцы) инкубировался в присутствии аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) и ионов магния в течение 5 минут при 37°C. Реакцию останавливали добавлением HClO_4 , раствор нейтрализовали KOH и после центрифугирования определяли в надосадочной жидкости количества аденозинтри-, ди- и монофосфорных кислот [3].

Для разделения использовался сильноосновной анионит «Дауэкс 1×4» 100/200. Определение отдельных фракций проводилось на установке, сконструированной в лаборатории биофизики НИИ физиологии АН ГССР М. М. Заалишвили и Ф. О. Шрайбман, позволяющей параллельное исследование двух проб с регистрацией процесса на ленте самопишущего потенциометра.

Количество SH-групп определяли по Кольтгофу и Гаррису. Титрование проводили хлорной ртутью. Состав пробы: 25 мл 0,6 М $\text{KCl} + 1$ мл белка (~ 10 мг/мл).

Вязкость мерили на вискозиметрах Оствальда и Уббелоде. Спектры поглощения в области 240—300 мкм снимались на спектрофотометре СФ-4а.

Результаты и их обсуждение

Основываясь на том, что изменения в спектре поглощения белка могут служить указанием на изменения в его структуре, мы предприняли серию исследований по изучению действия ультразвуковых колебаний на форму спектральных кривых и величину поглощения в области 240—300 мкм (рис. 1). Как видно из приведенных данных, повышение интенсивности ультразвука вызывает изменение формы кривых и величины поглощения, причем особенно примечательным является тот факт, что интенсивности, превышающие 1 вт/см², резко меняют и характер кривых поглощения, и зависимость экстинкции от интенсивности ультразвуковых колебаний.

Поскольку поглощение в области 240—300 мкм обусловлено остатками фенилаланина, триптофана и тирозина, изменения в спектрах, очевидно, отражают изменения условий в области непосредственного окружения хромофоров [4].

Однако о нарушении структуры активного центра здесь, по-видимому, говорить не приходится, так как ни интенсивности в 1 вт/см², ни

интенсивности в $2,5 \text{ вт/см}^2$ не вызывает заметных изменений в ферментативных свойствах белка (рис. 2).

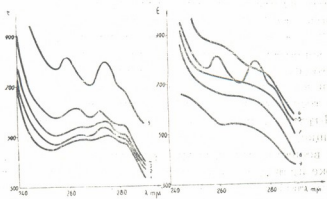


Рис. 1. Кривые поглощения растворов актомиозина ($\lambda=240-300$ мкм) для образцов, подвергнутых действию ультразвука разных интенсивностей: 1—контрольный (неозвученный) образец; 2—образец, подвергнутый действию ультразвука в $0,2 \text{ вт/см}^2$; 3— $0,5 \text{ вт/см}^2$; 4— $0,75 \text{ вт/см}^2$; 5— 1 вт/см^2 ; 6— $1,25 \text{ вт/см}^2$; 7— $1,5 \text{ вт/см}^2$; 8— 2 вт/см^2 ; 9— $2,5 \text{ вт/см}^2$

Необходимо отметить, что, несмотря на несоответствие в данных различных авторов относительно последовательности аминокислот в активном центре АТФ-азы [5, 6], ни в одном случае в его составе вышеназванные аминокислоты найдены не были.

Этот факт, по-видимому, может служить объяснением тому, что ультразвук, воздействуя на ароматические аминокислоты (или на их окружение), не влияет (или почти не влияет) на структуру активного центра молекулы.

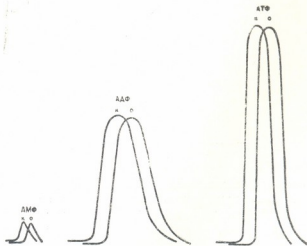


Рис. 2. АТФ-азная активность актомиозина, К—неозвученный образец, О—озвученный образец. Для наглядности изолинии и пики искусственно смещены

Несмотря на многочисленность попыток найти связь между сульфгидрильными группами и АТФ-азной активностью, по этому поводу до сегодняшнего дня не существует единого мнения. Так, одни авторы предполагают наличие в миозине трех видов SH-групп — свободных (ответственных за АТФ-азную активность), вялореагирующих и окислованных [7]. Другие вообще отрицают существование маскированных SH-групп, основываясь на невозможности их идентификации существующими методами [8]. Снижение ферментативной активности белка при воздействии на него тиоловыми ядами привело многих исследователей к мысли о тесной связи АТФ-азной активности с реакционной способностью SH-групп. Однако были найдены SH-реагенты, не только не ингибирующие, но даже активирующие АТФ-азу. Кроме того, действие некоторых веществ, специфически реагирующих с другими группами белка, также приводит к снижению или даже к полной потере его ферментативных свойств [9]. Этот факт объясняется изменением конформации белка в результате блокирования некоторых его групп (кстати, данное объяснение вполне прагматично и для случая с тиоловыми ядами). Известны также случаи, когда изменение АТФ-азной активности не коррелирует с изменением числа SH-групп [10].

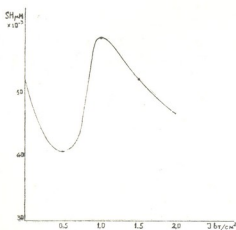


Рис. 3. Зависимость числа сульфгидрильных групп от интенсивности ультразвука

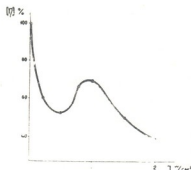


Рис. 4. Зависимость характеристической вязкости белка от интенсивности приложенного ультразвука. Вязкость неозвученного образца принята за 100%

Нами, как видно из рис. 2 и 3, получены аналогичные результаты: при неизменной АТФ-азной активности число сульфгидрильных групп, титруемых хлорной ртутью, меняется в зависимости от интенсивности приложенного ультразвукового поля.

Этот факт не свидетельствует в пользу мнения о непосредственной связи числа сульфгидрильных групп белка с его ферментативной активностью, но и не решает проблему, поскольку еще неизвестно, которые из SH-групп (свободные или вялореагирующие) претерпевают изменения в результате ультразвукового воздействия.

Учитывая, что ни тепловая денатурация, ни обработка белка мочевиной не приводят к снижению числа SH-групп, титруемых $HgCl_2$ (т. е. свободных и вялореагирующих) [8], можно предположить такую перестройку структуры в результате ультразвукового воздействия, при которой становится возможным переход некоторых SH-групп в маскированное состояние и наоборот.

О глубине изменений в структуре белка свидетельствует и зависимость характеристической вязкости от интенсивности ультразвука (рис. 4). Как явствует из приведенной кривой, $[\eta]$ почти вдвое снижается к $0,5 \text{ вт/см}^2$, затем несколько возрастает и при достижении 1 вт/см^2 вновь начинает падать при дальнейшем увеличении интенсивности.

Как уже отмечалось выше и следует также из рис. 1, 3 и 4, характер действия ультразвуковых колебаний при интенсивностях, превышающих 1 вт/см^2 , существенно отличается от такового в диапазоне интенсивностей $0-1 \text{ вт/см}^2$. Этот эффект вряд ли можно объяснить возникновением кавитации, которая при применяемой нами частоте ультразвука, даже в менее вязкой среде (водопроводная вода), возникает при значительно более высокой интенсивности [11].

Выводы

Исследование чувствительности актомиозина поперечнополосатых мышц кролика к ультразвуковым колебаниям низкой интенсивности ($0-3 \text{ вт/см}^2$) показало:

1. Ультразвуковая обработка приводит к значительным изменениям в спектрах поглощения ($240-300 \text{ мкм}$) актомиозина, свидетельствующим об изменении условий в непосредственном окружении хромофорных групп.
2. Ультразвук низких интенсивностей не вызывает заметных сдвигов в АТФ-азной активности исследуемого фермента.
3. По-видимому, под действием ультразвука происходит такая перестройка структуры белка, в результате которой становится возможным переход некоторых титруемых хлорной ртутью SH-групп в маскированное состояние и наоборот.
4. Ультразвуковые колебания низких интенсивностей вызывают существенные изменения в характеристической вязкости актомиозина скелетных мышц кролика.

5. Характер зависимости изменения некоторых свойств актомюзины от интенсивности приложенного ультразвука резко меняется при интенсивностях порядка 1 Вт/см^2 .

Институт курортологии и физиотерапии
Тбилиси

(Поступило 24.7.1968)

ბიოფიზიკა

ვ. აკოფიანი, ა. ჯაქარაია

დაბალი ინტენსივობის ულტრაბგერის მოქმედება აქტომიოზინის ზოგიერთ ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე

ჩ ე ზ ი მ ე

შესწავლილია დაბალი (თერაპიული) ინტენსივობის ულტრაბგერის მოქმედება კურდღლის განივზოლიანი კუნთის აქტომიოზინზე. ცდებმა გვიჩვენეს, რომ ულტრაბგერა ინტენსივობათა $0,1-2,5 \text{ ვატ/სმ}^2$ შუალედში ($f=880 \text{ კჰც}$, ექსპოზიციის ხანგრძლივობა 5 წთ), იწვევს მნიშვნელოვან ძვრებს ცილის მოლეკულურ სტრუქტურაში, რაც აპირობებს მისი ოპტიკური სიმკვრივის ცვლილებას ($\lambda=275 \text{ მმკ}$).

ადგილი აქვს შთანთქმის მრუდების ფორმის სახეცვლილებას ინტენსივობის მიხედვით 240 -დან 300 მმკ ტალღის სიგრძეთა შუალედში.

HgCl_2 -ით გატიტრული SH -ჯგუფების რიცხვი $0-0,5 \text{ ვატ/სმ}^2$ შუალედში შემცირების შემდეგ, ისევ იწყებს მატებას, რაც არსებით გავლენას არ ახდენს აქტომიოზინის ფერმენტულ აქტივობაზე. ინტენსივობათა აღებულ შუალედში ცილის მახასიათებელი სიბლანტე განიცდის შესამჩნევ ცვლილებას.

ინტერესს იწვევს ის გარემოება, რომ აქტომიოზინის ზოგიერთი პარამეტრის (ოპტიკური სიმკვრივე, SH -ჯგუფების რიცხვი, მახასიათებელი სიმკვრივე) ხასიათი ინტენსივობისაგან დამოკიდებულებით მკვეთრ ცვლილებას განიცდის 1 ვატ/სმ^2 -თან ახლოს.

დავოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

3. В. Кобахидзе, В. Б. Акопян. Тезисы докладов конференции по молекулярной биологии. Пушчино на Оке, 1966.
- В. Б. Акопян. Материалы I съезда курортологов и физиотерапевтов Грузии. Тбилиси, 1966, 145.
- А. А. Баев. Биохимия, 23, 1, 1958, 164.
- S. Yanary, F. A. Bovey. J. Biol. Chem., 235, 1960, 2818.
- T. Yamashita, Y. Soma... J. Biochem., 55, 1964, 576.
- Ю. Тономура, Т. Каназава, К. Секия. В кн.: «Молекулярная биология». М., 1964, 213.
- E. S. G. Barron. Advances Enzimol. and Related Subjects, 11, 1951, 201.
- Б. Ф. Поглазов, В. Билуши, А. А. Баев. Биохимия, 23, 1958, 269.
- M. Varany, K. Varany. Biochem. et Biophys. Acta, 35, 1959, 293.
- М. А. Хенох, Г. П. Пинаев, Е. А. Ковалова. В сб.: «Реакция клеток на экспериментальное воздействие». М.—Л., 1963, 6.
- K. Escke. Untersuchung der Schwingungskavitation in Flüssigkeiten. Akustische Beikette, 1952, 208.

Н. Н. НУЦУБИДZE, Д. Ф. КИЦУРАШВИЛИ

АМИНИРОВАНИЕ ПИРОВИНОГРАДНОЙ КИСЛОТЫ В ГОМОГЕНАТАХ КОРНЕЙ И ЛИСТЬЕВ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ ПРИ УЧАСТИИ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ АЗОТА

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 20.5.1968)

Прямое аминирование пировиноградной кислоты было показано на ряде однолетних растений. В этих исследованиях специфическими ингибиторами перекрывали цикл трикарбонных кислот и процессы переаминирования [1—3].

Нами было изучено влияние различных форм азота на накопление свободных аминокислот в корнях и листьях виноградной лозы, было исследовано влияние предварительной подкормки на прямое аминирование α -кетоглутаровой кислоты в том же объекте [4, 5].

В гомогенатах корней и листьев были изучены аминирование и переаминирование пирувата натрия при применении различных концентраций гидроксилламина [6].

С применением меченого источника азота и фторуксуснокислого натрия было доказано прямое аминирование пирувата натрия в виноградной лозе [7].

Целью нашей работы являлось исследование влияния различных источников азота на аминирование пировиноградной кислоты в гомогенатах корней и листьев виноградной лозы при функционировании и ингибировании цикла Кребса.

Методика исследования

Исследование проводили с гомогенатами корней и листьев виноградной лозы сорта Ркаштели.

Опытные варианты содержали 1 мл гомогената корней или листьев, 1,0 мл фосфатного буфера (рН 7,73) и 2 мл соединений, концентрация которых в реакционной среде составляла: пировинограднокислый натрий—0,03 М; $\text{NaN}^{15}\text{O}_2$ —содержание N^{15} —9,7%, 0,03 М; $\text{N}^{15}\text{H}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ —10,6%, 0,03 М (нейтрализованное); $\text{N}^{15}\text{H}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ — N^{15} —10,9%, 0,05 М; глицин— $\text{Na}-\text{N}^{15}$ —8,4%, 0,05 М; аспарагиновая к-та— $\text{Na}-\text{N}^{15}$ —10,9%, 0,05 М; глутаминовая к-та— $\text{Na}-\text{N}^{15}$ —10,0%, 0,05 М; фенилаланин— $\text{Na}-\text{N}^{15}$ —9,5%, 0,05 М; АТФ К—0,006 М; пиродоксаль—0,006 М; MgCl_2 —0,003 М; фторуксуснокислый натрий—0,01 М.

Реакционная среда — 4 мл. Контролем служили варианты без источника азота и гомогенаты с фосфатом буфера. Каждый вариант опыта содержал три повторности. Реакция была проведена в ультратермостате при 37°C в течение 3 часов.

В опытных образцах обогащение меченым азотом отдельных аминокислот определяли модифицированным нами масс-спектрометрическим методом [7], количество свободных аминокислот — по В. Л. Креговичу и Т. В. Успенской [8].

Экспериментальная часть

Аминирование пировинограднокислого натрия исследовали в гомогенатах корней и листьев винограда сорта Ркацители при добавлении различных источников азота — нитрита, гидроксилamina, фосфорнокислого аммония и аминокислот. Аминирование пирувата изучали при функционировании и ингибировании цикла Кребса. (Под действием фторуксуснокислого Na дыхание гомогенатов уменьшалось на 2/3).

В гомогенатах корней аминирование пирувата Na при функционировании цикла Кребса, когда источником азота применяли $\text{NaN}^{15}\text{O}_2$, давало аланин с обогащенным N^{15} . В этих условиях в больших количествах образовывались гистидин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты. Содержанием стабильного азота отличаются глутаминовая кислота, аргинин и гистидин. Ингибирование цикла Кребса почти прекращает обогащение аминокислот N^{15} (см. табл. 1).

При использовании источником азота гидроксилamina образование аланина незаметно поднимается. Под действием ингибитора количество аспарагиновой кислоты и аланина уменьшается, а содержание меченого азота повышается.

Вновьобразование в первом случае отдельных аминокислот идет слабо как при перекрытии цикла Кребса, так и при его функционировании. С обогащением меченого азота выделяются фенилаланин, валин и γ -аминомасляная кислота, но они в реакционной среде находятся в очень малых количествах. Как видно, в гомогенатах образование аминокислот через пируват при применении источником азота нитрита и гидроксилamina происходит слабо.

При добавлении $\text{N}^{15}\text{N}_2\text{H}_2\text{PO}_4$ количество отдельных аминокислот резко повышается. Аланин образуется как при функционировании цикла Кребса, так и при его ингибировании. В последнем случае показатели обогащения N^{15} и количество аминокислот даже повышаются. Без ингибитора больше других обогащены меченым азотом глутамин и глутаминовая кислота; они выделяются также количественно. При ингибировании цикла Кребса в больших количествах образуются пролин и аспарагиновая кислота, резко повышается в них также содер-

Таблица 1

Прямое аминирование пировинограднокислого Na в корнях виноградной лозы при применении N^{15} -содержащих соединений (гомогенаты корней виноградной лозы сорга Ркадители)

Аминокислоты	Содержание N^{15} , % / К-во аминокислот в реакционной среде, μg										Контроль				
	$\text{NaN}^{15}\text{O}_2$		$\text{N}^{15}\text{H}_2\text{OH}$		$\text{N}^{15}\text{H}_4\text{H}_2\text{PO}_4$		Глицин с N^{15}		Аспарагиновая к-та с N^{15}			Глютамин-новая к-та с N^{15}		Фенилаланин с N^{15}	
	Норм.	С инг.	Норм.	С инг.	Норм.	С инг.	Норм.	С инг.	Норм.	С инг.		Норм.	С инг.	Норм.	С инг.
Гистидин	1,6 720	—	1,0 +	0,9 +	0,7 +	—	0,6 +	—	13	3,0 400	—	0,7 +	—	—	0,4
Аргинин	2,8 40	—	0,8 20	0,9 47	1,4 40	— 93	—	—	—	2,5 400	—	0,7 33	1,1 50	0,9 2	0,5 233
Глютамин	— 50	— 166	0,9 80	0,9 213	3,2 400	2,0 +	1,1 +	8,0 320	—	—	—	0,9 280	1,1 +	— 40	0,9 +
Аспарагиновая кислота	1,3 290	0,7 140	0,5 490	1,2 226	0,9 +	1,5 140	0,7 +	2,3 320	6,8 600	7,0 600	0,9 400	2,3 310	2,0 480	2,0 300	0,5
Глицин, серин	—	—	—	—	—	—	8,0 100	3,1 400	411	—	—	—	100	—	0,5
Глютамин-овая кислота	2,7 120	— 73	1,0 120	+	1,1 147	1,7 426	0,8 +	2,1 167	—	0,8 650	8,0 500	2,6 600	2,0 313	1,8 100	0,6
Аланин	1,3 3	0,8 7	1,6 34	1,3 29	1,0 293	1,2 300	7,7 400	2,0 374	1,6 500	1,1 600	7,8 73	2,0 450	1,9 200	2,0 210	0,4
Пролин	2,0 +	—	—	0,9 +	—	2,9 373	—	—	400	1,7 400	—	—	660	—	0,5
γ -Аминомасляная кислота	—	—	1,0 +	1,2 +	0,9 +	—	0,8 +	—	—	—	—	—	—	—	0,5
Тирозин	— 110	—	0,9 194	0,9 +	0,7 14	1,2 +	0,5 +	—	—	—	110	0,7 +	—	480	1,0
Валин	2,4 +	—	1,3 +	1,1 +	1,1 14	0,9 +	0,8 +	1,0 +	1,6 +	— 4	—	—	—	0,5 20	0,5
Фенилаланин	—	—	1,5 40	1,1 +	— 20	—	1,1 120	0,9 +	—	40	—	—	4,1 160	4,6 400	0,5
Лейцин	—	—	—	1,6 +	— 2	—	—	—	—	4	—	—	—	1,3 47	0,4

жание меченого азота. В этих условиях глютамин-овая кислота и глютамин почти не образуются.

Из аминокислот самыми хорошими датчиками аминогрупп для пирувата являются глицин, глютамин-овая и аспарагиновая кислоты. Два первых дают самое большое обогащение аланина меченым азотом при функционировании цикла Кребса. При перекрытии этого цикла в случае глицина количество аланина уменьшается незначительно,

Прямое аминирование пировинограднокислого Na в листьях виноградной лозы при применении различных N¹⁵-содержащих соединений (гомогенаты листьев виноградной лозы сорта Ркацители)

Аминокислоты	Содержание N ¹⁵ , %						К-во аминокислот в реакционной среде, $\mu\text{г}$						Контроль			
	NaN ¹⁵ O ₂		N ¹⁵ H ₂ O ₂		N ¹⁵ H ₄ PO ₄		Глицин с N ¹⁵		Аспар. к-та с N ¹⁵		Глютам. к-та с N ¹⁵			Фенилаланин с N ¹⁵		
	Норм.	С инт.	Норм.	С инт.	Норм.	С инт.	Норм.	С инт.	Норм.	С инт.	Норм.	С инт.		Норм.	С инт.	
Гистидин							—					1,1 +	— 240		0,4	
Аргинин			—		1,9 54	5,7 140	5,7 113					1,1 7	— 280		0,4	
Глютамин	1,0 +	2,5 74	—	46	—	1,2 +								— 41	0,6	
Аспарагиновая кислота	1,3 70	2,5 200	0,8 +	— 53	— 293	1,8 +		— 306	10,7 500	0,1 307				1,1 226	1,3 320	0,4
Глицин, серин							3,5 440	8,5 426								
Глютаминная кислота	3,1 40	2,5 +	1,6 13	1,2 40	1,2 +	1,3 87	2,5 +		— 240	2,6 80	1,6 180	3,1 866	0,7 +	1,5 47	0,5	
Аланин	3,4 80	— 13	— 26	1,2 420	1,6 130	1,8 35	1,5 80	2,1 400	10,5 200	1,4 450	2,1 400	2,1 400	2,3 80	1,8 420	0,4	
Пролин							0,6 400			1,6 27	2,3 400			1,0 +	1,0 27	0,5
γ -Аминомасляная кислота				1,6 +							1,5 +					
Тирозин			1,4 +	1,1 +		1,9 +	2,8 160	3,6 27		1,6 +	0,7 2	2,1 +	1,0 +	1,3 +	0,4	
Валин			1,2 +	1,3 6		220	2,5 +	2,9 73	1,7 66	1,3 27	2,4 +	2,0 +	1,8 +	2,9 66	0,4	
Фенилаланин								1,6 57	1,5 +	1,4 +		1,7 +	3,8 400	6,7 480	0,4	
Лейцин										2,2 +		1,6 +	3,0 +	1,2 15	0,5	

ся аланин, когда цикл трикарбоновых кислот перекрыт. В последнем случае незначительно понижаются обогащение N¹⁵ и количественные показатели аспарагиновой, глютаминной кислот и валина.

В гомогенатах листьев при аминировании пирувата большую роль играет аспарагиновая кислота. Активно участвует в переаминировании

глутаминовая кислота. Глицин и фенилаланин более активно переаминируются при перекрытии цикла Кребса.

Прямое аминирование в гомогенатах листьев протекает с меньшей интенсивностью.

Академия наук Грузинской ССР
 Лаборатория биохимии растений

(Поступило 21.5.1968)

ბიომინი

ბ. ნუცუბიძე, დ. კინცურაშვილი

პიროყურძნის მშავას ამინირება ვაზის ფესვის და ფოთლის
 ჰომოგენატებში აზოტის სხვადასხვა წყაროს დამატებისას

რეზიუმე

ვაზის ფესვისა და ფოთლის ჰომოგენატებში შესწავლილია პიროყურძნის მჟავა ნატრიუმის პირდაპირი ამინირება და გადაამინირება აზოტის სხვადასხვა წყაროს დამატების პირობებში. ყველა აზოტის წყარო შეიცავს ნიშანდებულ აზოტს, ხოლო ამინირების პროცესები შესწავლილია კრებლის ციკლის ფუნქციონირებისა და ინჰიბირებისას.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. Л. Кретович. Изв. АН СССР, сер. биол., 5, 647, 1965.
2. В. Л. Кретович. Материалы Всесоюзной конференции по обмену аминокислот. Тбилиси, 1967, 200.
3. И. М. Дубинина. Физиология растений, т. 12, вып. 4, 1965, 577.
4. Н. Н. Нуцубидзе, Н. А. Давиташвили. Сообщения АН ГССР, XLIII, № 3, 1966.
5. Н. Н. Нуцубидзе, Н. А. Давиташвили. Сообщения АН ГССР, XLIV, № 3, 1966.
6. Н. Н. Нуцубидзе. Сообщения АН ГССР, XLVIII, № 3, 1967.
7. Н. Н. Нуцубидзе. В сб.: «Биохимия виноградной лозы». Тбилиси, 1968.
8. Т. В. Успенская, В. Л. Кретович. Количественное определение аминокислот... М.—Л., 1962.

Т. С. ЛОМҚАЦИ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛИЦИНА ДРОЖЖЕВЫМИ ОРГАНИЗМАМИ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 20.5.1968)

По литературным данным, в дрожжевых клетках происходит биосинтез ряда соединений [1—3]. Изучено образование вторичных продуктов спиртового брожения [4, 5], выявлены пути превращения основных и вторичных продуктов спиртового брожения [6]. В результате этих исследований значительно расширились и углубились представления о биохимических превращениях в спиртовом брожении.

Большинство работ, проведенных в этом направлении, посвящено детальному изучению метаболизма дрожжей рода *Saccharomices*, видов *S. cerevisiae* и *S. vini*. Роль ряда других организмов мало исследована, хотя в литературе [7, 3] имеются указания об их участии в естественном спиртовом брожении. По литературным данным [9, 10], образование вторичных продуктов брожения и их количественное соотношение зависят и от расы дрожжей.

В ранее опубликованных трудах [11, 12] было установлено, что дрожжевые организмы, участвующие в естественном алкогольном брожении, активно превращают вторичные продукты разложения сахара. Нами было показано [13—15], что дрожжевые организмы в процессе дыхания с разной интенсивностью употребляют органические соединения.

В данной работе описываются использование некоторыми дрожжевыми организмами глицина, меченного в разных радикалах углерода в процессе дыхания, включение в биомассу дрожжей и распределение радиоактивности углерода в разных растворимых фракциях.

Экспериментальная часть

При исследовании применялись дрожжевые организмы, встречающиеся в естественном алкогольном брожении: *S. vini*, *H. anomala*, *S. chodati*, *S. oviformis*, *T. pulcherima*, *S. uvarum*. В фосфатно-цитратном буфере рН 3,2 готовилась суспензия дрожжей 48-часовой культуры, предварительно выращенной в виноградном соке. Измерение скорости окисления углерода производилось манометрическим методом [16]. Единственным источником углерода был глицин $1C^{14}$ или глицин $2C^{14}$, кото-



рый в 1 мл суспензии добавлялся в количестве 2 мг общей радиоактивностью 0,1 мс. Температура опыта 8°C. Углекислый газ, выделявшийся при дыхании, улавливался 20% едким калием. Радиоактивность $C^{14}O_2$ определялась по активности полученного $BaCO_3$ с помощью радиометра типа ПС-5м со счетчиком Т25-БФЛ.

Выяснилось, что все испытываемые дрожжевые организмы во время эндогенного дыхания поглощают столько же кислорода, сколько выделяют углекислого газа, поэтому коэффициент эндогенного дыхания разных дрожжей равняется почти 1,0.

После прибавления глицина $1C^{14}$ количество поглощенного кислорода и выделенного углекислого газа во всех опытах заметно повышается, по сравнению с эндогенным дыханием, что свидетельствует об использовании глицина в дыхании. Соотношения количеств выделенного углекислого газа и поглощенного кислорода во время жизнедеятельности *S. vini*, *S. chodati*, *S. oviformis*, *T. pulcherima*, *S. uvarum* почти одинаковы. Что же касается *H. anomala*, то это соотношение возрастает от 1,10 до 1,37. Надо полагать, что в этом случае дыхание дополнительно осуществляется более богатыми кислородом веществами, содержащимися внутри клетки и увеличивающими коэффициент дыхания.

Как и следовало ожидать, после прибавления глицина $2C^{14}$ количество поглощенного кислорода и выделенного углекислого газа во всех опытах заметно повышается, по сравнению с эндогенным дыханием, поэтому коэффициенты окисления глицина $1C^{14}$ и глицина $2C^{14}$ почти аналогичны.

На рис. 1 показана радиоактивность выделенного углекислого газа при деятельности разных дрожжей. Сравнение суммарной радиоактивности показывает, что *S. vini* в течение 2 часов выделяет в виде радиоактивного углекислого газа 12,9% от внесенной радиоактивности; из них 2,8% приходится на первые 30 мин, максимум—38%—на следующие 30 мин, после чего выделение радиоактивного углекислого газа заметно падает. Во время жизнедеятельности *H. anomala* в течение опыта в виде радиоактивного углекислого газа выделяет 21% от внесенной радиоактивности и в течение 2 часов выделение все время возрастает. Остальные изучаемые дрожжевые организмы отличаются низким выделением радиоактивного углекислого газа, так как *S. chodati* выделяет 5,8% от внесенной радиоактивности и 42% приходится на первые 30 мин. *T. pulcherima* выделяет 5,9% от внесенной радиоактивности и 46% приходится тоже на первые 30 мин. *S. oviformis* выделяет всего 2,2%, а *S. uvarum*—только 1,1%.

Сравнительно большая разница при суммарной радиоактивности выделенного углекислого газа наблюдается во время окисления глицина ^{14}C . Из рис. 2 видно, что при деятельности *H. anomala* выделение

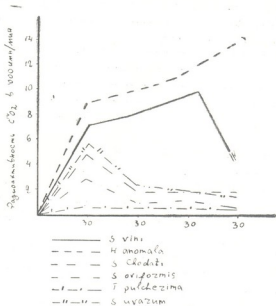


Рис. 1

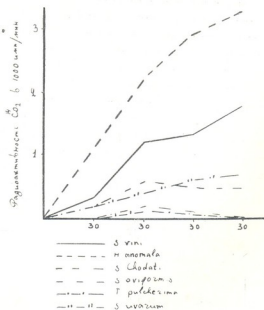


Рис. 2

радиоактивного углекислого газа в течение опыта все время возрастает: в течение 2 часов в виде радиоактивного углекислого газа выделяется 3,8% от внесенной радиоактивности. *S. vini* выделяет 2,1% радиоактивного углекислого газа от внесенной радиоактивности, а *S. chodati*, *S. oviformis*, *T. pulcherima*, *S. uvarum* — гораздо меньше — соответственно 0,9; 0,04; 0,5, 0,04%.

Как видно из вышеизложенного, в результате превращения глицина, меченного в карбоксильной группе, образуется больше радиоактивного углекислого газа, чем из глицина, меченного в метильной группе. Это явление, может быть, обуславливается тем, что дрожжевые организмы после дезаминирования глицина превращают его в уксусную кислоту.

Для изучения вопроса о включении глицина $1C^{14}$ и глицина $2C^{14}$ в биомассу дрожжей и о распределении радиоактивности углерода в разных растворимых фракциях были проделаны следующие серии опытов: из 48-часовой культуры дрожжей готовили 10 мл суспензии в среде Ридера, куда добавляли 10 мг глицина общей радиоактивностью 10 μ с. Колбы ставили на качалку в течение 48 часов, t 28°C. В конце опыта биомассу отделяли центрифугированием и многократно промывали стерильной дистиллированной водой для удаления адсорбированного активного углерода, затем высушивали при 40°C и перемальвали. Холодную экстракцию дрожжей проводили серным эфиром, 80% этанолом и ацетоном 3 раза по 30 мин. Полученный экстракт отгоняли под давлением до 5—6 мл, в дрожжах проводили гидролиз белка. Радиоактивность также измерялась в центрифугате — в среде Ридера.

В центрифугате должны были получить продукты экзогенного дыхания, а также неиспользованный глицин, в серном эфире — органические кислоты, в 80% этаноле — аминокислоты, в ацетоне — липоидную фракцию, а в гидролизате дрожжей — белковую фракцию.

Из табл. 1 видно, что при превращении глицина $1C^{14}$ радиоактивность в основном обнаруживается в гидролизате дрожжей и во фракции 80% этанола, сравнительно меньше — во фракции ацетона, а в совсем незначительном количестве — в экстракте серного эфира. При

Таблица 1

Распределение радиоактивности в % от внесенной радиоактивности при участии глицина $1C^{14}$

Дрожжевые организмы	Центрифугат	Фракция серного эфира	Фракция этанола	Фракция ацетона	Гидролизат
<i>S. vini</i>	1,5	0,003	9,6	9,3	48,2
<i>H. anomala</i>	4,7	0	25,2	14,2	21,0
<i>S. chodati</i>	1,4	0,02	16,4	12,6	22,9
<i>S. oviformis</i>	61,1	0	20,3	6,6	7,8
<i>T. pulcherima</i>	3,6	0,008	18,2	4,7	19,6
<i>S. uvarum</i>	90,9	0,001	6,5	1,3	1,9

жизнедеятельности *S. oviformis* и *S. uvarum* большая часть радиоактивности остается в центрифугате.

Таблица 2
Распределение радиоактивности в % от внесенной радиоактивности при участии глицина $2C^{14}$

Дрожжевые организмы	Центрифугат	Фракция серного эфира	Фракция этанола	Фракция ацетона	Гидролизат
<i>S. vini</i>	6,3	0,4	47,8	31,8	10,7
<i>H. anomala</i>	8,1	0,01	63,а	15,0	13,8
<i>S. chodati</i>	6,6	0,3	63,7	13,3	19,9
<i>S. oviformis</i>	11,4	0,06	18,6	2,1	4,0
<i>T. pulcherima</i>	8,1	0,2	47,8	23,3	15,0
<i>S. uvarum</i>	80,1	0	10,6	1,0	5,8

В табл. 2 дается радиоактивность экстракта фракции после превращения глицина $2C^{14}$. Как видно из таблицы, углерод глицина $2C^{14}$ в основном встречается во фракции 80% этанола и во фракции ацетона, сравнительно меньше — в гидролизате дрожжей, а в совсем незначительном количестве — в экстракте серного эфира. И в случае деятельности *S. oviformis* и *S. uvarum* большая часть радиоактивности обнаруживается в центрифугате в виде неиспользованного глицина.

Академия наук Грузинской ССР
Лаборатория биохимии растений

(Поступило 18.6.1968)

ბიომიმიკა

ტ. ლომაძე

საფუძვრების მიერ გლიცინის გამოყენება

რეზიუმე

ბუნებრივ ალკოჰოლურ დუღილში მონაწილე საფუარა ორგანიზმები: *S. vini*, *H. anomala*, *S. chodati*, *S. oviformis*, *T. pulcherima*, *S. uvarum* სუნთქვის პროცესში სხვადასხვა სიძლიერით ახდენენ $1C^{14}$ და $2C^{14}$ გლიცინის დაქანგვას.

$1C^{14}$ გლიცინის გარდაქმნის შედეგად *S. vini* 2 საათის განმავლობაში რადიოაქტიური ნახშირორთქანვის სახით გამოყოფს შეტანილი რადიოაქტიურობის 12,9%-ს; *H. anomala*—21,0%-ს; *S. chodati*—5,8%-ს; *T. pulcherima*—5,9%-ს; *S. oviformis*—2,2%-ს; *S. uvarum*—1,1%-ს, ხოლო $2C^{14}$ გლიცინის გარდაქმნის შედეგად *S. vini*—2,1%-ს; *H. anomala*—3,8%-ს; *S. chodati*—0,9%-ს; *S. oviformis*—0,04%-ს; *S. uvarum*—0,04%-ს; *T. pulcherima*—0,5%-ს.

$1C^{14}$ გლიცინის გარდაქმნის შედეგად რადიოაქტიურობის ძირითადი რაოდენობა აღმოჩენილია საფუარის ჰიდროლიზატში და 80%-იანი უთანოლის ფრაქციაში, შედარებით ნაკლები—აცეტონის ფრაქციაში. ხოლო $2C^{14}$ გლიცინის გარდაქმნის შედეგად რადიოაქტიურობის ძირითადი რაოდენობა გვხვდება 80%-იანი უთანოლის ფრაქციაში და აცეტონის ფრაქციაში, შედარებით ნაკლები—საფუარის ჰიდროლიზატში.

ღამოწმობული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. В. Дурмишидзе. Пути превращения основных и вторичных продуктов брожения. Тбилиси, 1962.
2. И. Я. Веселов, Н. В. Покровский, С. С. Рылкин. Труды ВНИИП, VI, 1957.
3. М. А. Тер-Карапетиан, А. М. Оганджаниян, Ш. А. Авакян. ДАН АрмССР, XXIII, 3, 1956.
4. С. С. Рылкин. VIII Международный съезд по общей и прикладной химии. М., 1958.
5. Т. С. Ломкаци, Л. Д. Бочоридзе. Сообщения АН ГССР, XXXIX, I, 1965.
6. С. В. Дурмишидзе. Сообщения АН ГССР, XXIX, 3, 1962.
7. В. И. Кудрявцев. Систематика дрожжей. М., 1954.
8. Г. И. Моснашвили. Дрожжевая флора Грузии и ее роль в местном виноделии. Автореферат, Ереван, 1961.
9. M. Safon. Ann. Inst. Nat. Rech. S. E. Ann. Tech., 4, 1955.
10. J. Ribersan-Gayon, E. Reynond, M. Lafon. Bull. Soc. Chim. Biol., 37, 4, 1955.
11. С. В. Дурмишидзе. Труды Тбил. бот. ин-та, 22, 1962.
12. Т. С. Ломкаци. Сообщения АН ГССР, XXIII, 3, 1964.
13. Т. С. Ломкаци, Л. Д. Бочоридзе. Сообщения АН ГССР, XLIII, 3, 1967.
14. Т. С. Ломкаци, Л. Д. Бочоридзе. Сообщения АН ГССР, L, I, 1968.
15. Т. С. Ломкаци, Д. И. Чрикишвили. Сообщения АН ГССР, L, 2, 1968.
16. В. В. Умбрейт, Р. Х. Буррис, Д. Ф. Штауффер. Манометрические методы тканевого обмена. М., 1951.



А. А. КАЛАНДАРИШВИЛИ

ИЗМЕНЕНИЕ АЦЕТИЛХОЛИНЭСТЕРАЗНОЙ И Na^+ , K^+ -АТФ-АЗНОЙ АКТИВНОСТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ИНКУБАЦИИ МИКРОСОМАЛЬНОЙ ФРАКЦИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС

(Представлено академиком П. А. Коветиани 1.7.1968)

В данной работе сделана попытка изучить влияние разных детергентов и буферных смесей на ферментные системы Na^+ , K^+ -АТФ-азы и ацетилхолинэстеразы (АХ-эстеразы) микросомальной фракции с целью выяснения их взаимоотношения и локализации в биологических мембранах.

Микросомальная фракция была приготовлена по методу Скоу [1]. АХ-эстеразная и Na^+ , K^+ -АТФ-азная активности определялись по способу, описанному ранее [2].

Для выяснения взаимосвязи Na^+ , K^+ -АТФ-азы и АХ-эстеразы большое значение имеет их локализация в биологических структурах.

По литературным данным, детергенты (додецилсульфат, дигитонин, ЭДТА, дезоксихолева кислота) по-разному действуют на активность Na^+ , K^+ -АТФ-азы и Mg^{2+} -АТФ-азы. Что касается влияния детергентов на активность АХ-эстеразы, до сих пор этот вопрос не изучался. Исключение составляет исследование Джексона, который изучил АХ-эстеразу хвостатых ядер мозга [3]. На рис. 1—3 показаны результаты опытов в этом направлении. Как и следовало ожидать, додецилсульфат (рис. 1) активирует Na^+ , K^+ -АТФ-азу в концентрации 0,2 мМ на 51%. В этих условиях АХ-эстераза активировалась на 47%. Дальнейшее увеличение детергента, постепенно тормозило активность обоих ферментов. В отношении АТФ-азы полученные данные хорошо согласуются с результатами Чанна, который изучал мембраны эритроцитов [4].

Нужно отметить особую чувствительность АХ-эстеразы к дигитонину (рис. 2). По данным Емелота и Хаиши [5, 6], дигитонин является одним из тех представителей сапонинов, который вызывает ингибирование Na^+ , K^+ -АТФ-азы в концентрации 0,1 мМ. Оказалось, что дигитонин при низких концентрациях является активатором как АХ-эстеразы, так и Na^+ , K^+ -АТФ-азы. В концентрации 0,05 мМ АХ-эстераза активируется на 52%, а Na^+ , K^+ -АТФ-аза — на 33%. Дальнейшее увеличение концентрации вызывает параллельное

угнетение активности обоих ферментов. Полученные результаты не совсем совпадают с данными Еммелота и Ханаши [5, 6]. Нужно думать, что расхождение вызвано тем обстоятельством, что эти авторы изучали действие дигитонина в очень высоких концентрациях.

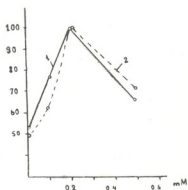


Рис. 1. Зависимость активностей Na^+ , K^+ -АТФ-азы (1) и АХ-эстеразы (2) в % (ордината) от концентрации додецилсульфата в мМ (абсцисса)

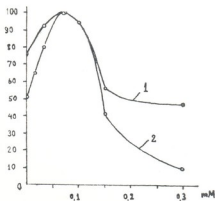


Рис. 2. Зависимость активностей Na^+ , K^+ -АТФ-азы (1) и АХ-эстеразы (2) в % (ордината) от концентрации дигитонина в мМ (абсцисса)

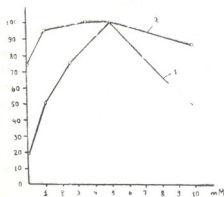


Рис. 3. Зависимость активностей Na^+ , K^+ -АТФ-азы (1) и АХ-эстеразы (2) в % (ордината) от концентрации в мМ (абсцисса)

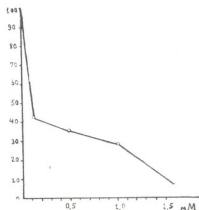


Рис. 4. Зависимость активностей Na^+ , K^+ -АТФ-азы (1) и АХ-эстеразы (2) в % (ордината) от концентрации дезоксихолата в мМ (абсцисса)

Как известно, дезоксихолат и ЭДТА применяются для обработки гомогената, вследствие чего в 2—3 раза повышается отношение активности Na^+ , K^+ -АТФ-азы к активности Mg^{2+} АТФ-азы. При добав-

лении дезоксихолата в инкубационную среду (содержащую предварительно обработанные препараты фермента) в концентрации 0,1 мМ вызывается торможение Na^+ , K^+ -АТФ-азы на 50%. Полное торможение наблюдается лишь при концентрации 0,2 мМ [7]. Выяснилось (рис. 4), что добавление дезоксихолата в концентрации 0,1 мМ уменьшает активность АХ-эстеразы на 60%. Дальнейшее увеличение концентрации дезоксихолата вызывало постоянное уменьшение активности, а при концентрации 1,5 мМ активность фермента доходила до нуля.

Результаты опытов с преинкубацией ЭДТА показаны на рис. 3, откуда можно заключить, что максимальная активность обоих ферментов достигается при концентрации ЭДТА 5 мМ. При этом активность АХ-эстеразы увеличивается на 30%, а Na^+ , K^+ -АТФ-азы — на 80%.

Полученные данные дают нам право предполагать, что при разрушении целостности биологических мембран разными детергентами вызываются аналогичные изменения активностей АХ-эстеразы и Na^+ , K^+ -АТФ-азы. Это должно указывать на тесную совместную локализацию этих ферментных систем.

Активность АХ-эстеразы сильно зависит от ионной силы среды. Недавно было сообщено, что трис-буфер может изменять активность АХ-эстеразы в зависимости от состава ионной среды [8]. Поэтому нами было изучено также влияние разных буферов на АХ-эстеразу.

Для исключения эффекта ионов Na^+ , K^+ нами были подобраны специальные буфера (глицин-коламин рН 7,4, трис-НСI рН 7,5, глицин-2-амино-2-метан-1,3-пропандиол рН 7,5), которые не содержали вышеназванных катионов. Для сравнения брали фосфатный буфер рН 7,4.

Таблица 1

Концентрация, μМ	Трис-(гидрокси-метил)-аминометан рН 7,5	Глицин-ко-ламин рН 7,4	Глицин-2-амино-2-метил-1,3-пропандиол рН 7,5	Фосфатный буфер рН 7,4	
	μМ АХ/мг белок мин	μМ АХ/мг белок мин	μМ АХ/мг белок мин	мМ	μМ АХ/мг белок мин
12,5	0,116	0,065	0,059	12,5	0,116
25	0,122	0,070	0,070	25	0,115
50	0,133	0,083	0,083	30	0,116
100	0,138	0,083	0,100		

Табл. 1 показывает, что все исследуемые буфера, кроме фосфатного, по мере увеличения концентрации усиливают активность АХ-эстеразы. Заметное изменение активности наблюдается при концентрации выше 50 мМ. Трис-НСI буфер вызывает наибольшее изменение активности АХ-эстеразы.



В табл. 2 приводятся данные взаимного влияния разных буферов. Выясняется, что добавление 25 мМ трис-НСI в инкубационную среду, которая содержит 15 мМ глицин-колламиновый буфер, увеличивает активность АХ-эстеразы на 8%, а в концентрации 50 мМ активность возрастает до 18%. Дальнейшее увеличение концентрации трис-НСI до 200 мМ не увеличивает активности фермента.

Таблица 2

Буферные растворы	Концентрация	μM АХ/мг белок мин
Глицин-колламин	15 мМ	0,098
"	15 мМ + трис-НСI 25 мМ	0,106
"	15 мМ + " 50 мМ	0,113
"	15 мМ + " 100 мМ	0,116
"	15 мМ + " 200 мМ	0,116
Трис-НСI	15 мМ	0,100
"	15 мМ + 50 мМ глицин-колламин	0,994
"	15 мМ + 100 мМ "	0,989
"	15 мМ + 200 мМ "	0,989
Трис-НСI	157 мМ + 57 мМ глицин-колламин	0,102
"	107 мМ + 107 мМ "	0,100
"	57 мМ + 157 мМ "	0,102
Трис-НСI	10 мМ	0,102
"	10 мМ + 10 мМ MgCl_2	0,137
"	35 мМ + 10 мМ "	0,133
"	60 мМ + 10 мМ "	0,133
"	110 мМ + 10 мМ "	0,116
Трис-НСI	10 мМ	0,087
"	10 мМ + 10 мМ CaCl_2	0,114
"	35 мМ + 10 мМ "	0,104
"	60 мМ + 10 мМ "	0,104
"	110 мМ + 10 мМ "	0,101
Трис-НСI	10 мМ + 10 мМ-глицин-колламин + 10 мМ MgCl_2	0,124
"	35 мМ + " "	0,123
"	60 мМ + " "	0,126
"	100 мМ + " "	0,124
Трис-НСI	10 мМ + 10 мМ-глицин-колламин + 10 мМ CaCl_2	0,104
"	35 мМ + " "	0,102
"	60 мМ + " "	0,104
"	100 мМ + " "	0,104

Картина резко меняется, когда в среду, содержащую 15 мМ трис-НСI, добавляется глицин-колламиновый буфер. При концентрации глицин-колламинового буфера 50 мМ активность АХ-эстеразы уменьшается на 7%, а при концентрации 200 мМ — на 12%.

Несмотря на то что в присутствии ионов Mg^{2+} и Ca^{2+} активность АХ-эстеразы увеличивается, при больших концентрациях трис-НСI наблюдается отрицательный эффект этих катионов. Результаты, при-

веденные в табл. 2, указывают, что заметное торможение двухвалентными катионами наблюдается при концентрации трис-буфера 35 мМ. Нужно отметить, что торможение, выявленное ионами Mg^{2+} и Ca^{2+} , наблюдается только в присутствии трис-НСI. Эти факты совпадают с данными Павлика [8], который изучал АХ-эстеразу электрических органов рыб.

Для выяснения эффекта триса в присутствии двухвалентных катионов нами были проведены специальные опыты. Данные табл. 2 показывают, что, когда в инкубационной среде содержится глицин-колламиновый буфер 10 мМ MgCl_2 или CaCl_2 10 мМ, добавление трис-НСI (10—100 мМ) не меняет активности АХ-эстеразы, что, по-видимому, указывает на конкурентный характер действия триса и двухвалентных катионов.

Полученные результаты еще раз подчеркивают значение ионной силы раствора для выявления активности АХ-эстеразы. Вместе с тем, из данных табл. 2 выясняется, что, когда поддерживается изотоничность инкубационной среды глицин-колламина трис-НСI буферов, активность АХ-эстеразы не изменяется.

Выводы

Была поставлена задача изучить взаимоотношение ацетилхолинэстеразы с ферментами, участвующими в активном транспорте. Об их интимной связи говорят следующие факты.

1. Результаты изучения характера действия детергентов на активность Na^+ , K^+ -АТФ-азы и АХ-эстеразы дает право заключить, что оба эти фермента локализованы в одних и тех же структурных образованиях, в частности в микросомальных мембранах.

2. Опыты по выяснению влияния ряда буферных растворов, кроме фосфатного, на активность вышеуказанных ферментов выявили аналогичные сдвиги в изменении максимума.

3. Показано, что трис-НСI вызывает наибольший эффект в изменении активности АХ-эстеразы. В присутствии двухвалентных катионов положительный эффект триса снимается, а при их отсутствии активность фермента увеличивается. Из этого факта следует, что при применении трис-НСI в качестве буфера необходимо учитывать его влияние на активность АХ-эстеразы.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физиологии

(Поступило 23.7.1968)

ა. კალანდარიშვილი

 შირთაგვის თავის ტვინის მიკროსომული ფრაქციის
 აცეტილქოლინესთერაზასა და Na^+ , K^+ -ატფ-აზას აქტივობის
 ცვლილება ინკუბაციის სხვადასხვა პირობებში

რეზიუმე

აცეტილქოლინესთერაზასა და Na^+ , K^+ -ატფ-აზას ურთიერთკავშირის შესწავლისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ამ ფერმენტების ლოკალიზაციის საკითხს ბიოლოგიურ მემბრანებში, რადგანაც დღეისათვის მხოლოდ ეს ორი ფერმენტული სისტემაა ცნობილი, რომელიც მონაწილეობს ბიოპოტენციალის წარმოქმნაში.

ამ მიზნით ჩვენ შევისწავლეთ სხვადასხვა ბუფერისა და დეტერგენტის გავლენა Na^+ , K^+ -ატფ-აზასა და აცეტილქოლინესთერაზას აქტივობაზე.

აღმოჩნდა, რომ ბუფერების (ფოსფატი pH 7,4, გლიცინ-კოლამინი pH 7,5, ტრის- HCl pH 7,5, გლიცინ-2-ამინო-2-მეთილ-1,3. პროპენდიოლი pH 7,4) კონცენტრაციების გაზრდა, გარდა ფოსფატისა, იწვევდა აცეტილქოლინესთერაზას აქტივობის გადიდებას. დადგინდა, რომ ტრის-HCl ბუფერს გააჩნია ორმაგი ეფექტი, რომელიც გაპირობებულია Mg^{2+} და Ca^{2+} ორგანულენტოვანი იონებით. კერძოდ, ამ იონების თანდასწრება იწვევდა ტრისის უარყოფით ეფექტს.

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ დეტერგენტები (დოდეცილსულფატი, დიგიტონინი, ელტა, დეზოქსიქოლატი) იწვევენ, როგორც აცეტილქოლინესთერაზას, ისე Na^+ , K^+ -ატფ-აზას აქტივობის ერთნაირ ცვლილებებს.

აღმოჩნდა, რომ ყველა ზემოთ დასახელებული დეტერგენტის მცირე კონცენტრაციები. გარდა დეზოქსიქოლატისა, იწვევდა ამ ორი ფერმენტის აქტივობის გაზრდას, ხოლო მაღალი კონცენტრაციები—შეკავებას.

მიღებული შედეგები შესაძლებლობას იძლევა ვივარაუდოთ, რომ Na^+ , K^+ -ატფ-აზასა და აცეტილქოლინესთერაზას აქტივობის ერთნაირი ცვლილება სხვადასხვა დეტერგენტის მოქმედების შედეგად მოუთხოვს იმ ფაქტზე, რომ ეს ორი ფერმენტული სისტემა ლოკალიზებულია მიკროსომული ფრაქციის ერთსა და იმავე სტრუქტურულ წარმონაქმნებში.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. J. C. Skou. Biochem. Biophys. Acta, 79, 1963, 10.
2. З. П. Коменгани, А. А. Каландаришвили. Сообщения АН ГССР, XLIII, 1966, 375.
3. R. L. Jackson, M. H. Aprison. J. Neurochemistry, 13, 1966, 1367.
4. P. C. Chan. Biochem. Biophys. Acta, 135, 1967, 53.
5. P. Emmelot, C. J. Bos. Biochem. Biophys. Acta, 120, 1966, 369.
6. M. Hayashi, J. V. Anditore. Biochem. Biophys. Acta, 81 1964, 624.
7. J. C. Skou. Biochem. Biophys. Acta, 58, 1962, 314.
8. M. Pavlik. Biochem. Biophys. Acta, 139, 1967, 133.

ა. ზორბიძე

მაიონიზებული გამოსხივების მუტაგენური ეფექტი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვლ. შენაბღემ 30. 5. 1968)

მემკვიდრული ცვლადობის გამოწვევასა და მის მართვაში რადიაციის როლის შესწავლა თანამედროვე გენეტიკის ერთ-ერთი აქტუალური პრობლემაა.

არსებული მონაცემებით ვრწმუნდებით, რომ სხვადასხვაგვარი მაიონიზებული გამოსხივება (რენტგენის სხივები, გამა-სხივები, ნეიტრონები) სხვადასხვანაირ გავლენას ახდენს კულტურულ მცენარეთა (ხორბალი, ქერი, სიმინდი, პარკოსნები, ვაზი და სხვა) ზრდა-განვითარებაზე.

ხორბლის პოლიპლოიდური რიგის ზოგიერთი სახეობის (*Tr. monococcum* v. *hornemanni* Clem 2n = 14, *Tr. timopheevi* v. *typicum* Zhuk 2n = 28, *Tr. palaeocolchicum* v. *chwamicum* Supat 2n = 28, *Tr. aestivum* v. *alborubrum* Körn. 2n = 42 და სხვა) თესლის დასხივებამ გამა-სხივებით და ნეიტრონებით გვიჩვენა, რომ დასხივება დიდ ცვლილებებს იწვევს ჩანასახში, რაც თესლის გალივება-აღმოცენებასა, მცენარეთა სიცოცხლისუნარიანობასა და მათ ფერტილობის ცვლილებებში გამოიხატება. გამომკვლევებელი ცვლილებების სიძლიერე დამოკიდებულია მცენარის პლოიდურობასა, მაიონიზებული გამოსხივების დოზის სიძლიერესა და დასხივებული მასალის თესვის ვადებთან [1]. უნდა აღინიშნოს, რომ გამა-სხივების შერჩეული დოზა (5, 8, 10, 15, 20, 25 ათასი r, წუთში 700 r-ის სიძლიერით) თესლის გალივების უნარზე არსებით გავლენას არ ახდენს და გამოსხივების უარყოფითი მოქმედება მხოლოდ გალივებული მარცვლის აღმოცენებიდან შეინიშნება. დოზის ზრდასთან ერთად კი ეს უარყოფითი გავლენა აღმოცენების უნარზეც მოქმედებს და ის თანდათან ეცემა, ხოლო გარკვეული ზღვარის შემდეგ მცენარისათვის მომაკვდინებელი ხდება. ასეთ დოზას *Tr. monococcum*-ისათვის გამა-სხივების 15000, *Tr. timopheevi*-ისათვის 20000, ხოლო *Tr. aestivum*-ისათვის 25000 r წარმოადგენს. მაიონიზებული დასხივებით გამოწვეული უარყოფითი გავლენა შენახულ სათესლე მასალაში თანდათან ძლიერდება. ის დოზები, რომლებიც თესლის დასხივებისთანავე დათესვის შემთხვევაში ნორმიდან უმნიშვნელო გადახრებს იძლეოდა, სათესლე მასალის დაყოვნებით (8 თვის შემდეგ) დათესვის შემთხვევაში ჩანასახს გალივებისთანავე სპობს. ასეთ მომაკვდინებელ დოზად იქცა *Tr. monococcum*-ისათვის გამა-სხივების 5 და 8 ათასი, *Tr. timopheevi*-ისათვის 10 და 15 ათასი, ხოლო *Tr. aestivum*-ისათვის 15 და 20 ათასი r.

რაც შეეხება სწრაფი ნეიტრონების მოქმედებას, უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენ ცდაში შერჩეული დოზები (დასხივების პირობაა 100 რადი ნეიტრონი + 38 რადი გამა-სხივი, 150 რადი ნეიტრონი + 57 რადი გამა-სხივი, 200 რადი ნეიტრონი



+76 რადი გამა-სხივი) თესლის დასხივებისთანავე თესვის შემთხვევაში აღინიშნება ლაენებს უარყოფით გავლენას. ხორბლის ზემოაღნიშნული სახეობების თესლი ნორმალურად ღივდება, აღმოცენების პროცენტი მხოლოდ უმნიშვნელოდ მცირდება. აღსანიშნავია, რომ სწრაფი ნეიტრონების აღნიშნული დოზა ჩანასახის თავდაპირველად ზრდაზე ერთგვარ მასტიმულირებელ გავლენასაც კი ახდენს. ეს მასალა, საკონტროლოსთან შედარებით, რამდენიმე საათით უფრო ადრე ღივდება, აღმონაცენის პირველი ფესვაეკი და კოლეოპტილე სწრაფად იზრდება და ასწრებს პირველი ფოთლის განვითარებას; დასხივებით გამოწვეული სტიმული მცენარეს დაბუჩქების ფაზამდე გაჰყვება ხოლმე, მაგრამ შემდეგ იწყება სხივური დავადების სხვადასხვა სიძლიერით გამოვლენა: თავდაპირველად ფოთლის წვერზე ჩნდება ნაცრისფერი ნაფიფი, საიდანაც იწყება ქლოროფილის თანდათანობითი დაშლა და ზოგჯერ მცენარის სრული გაყვითლება. ამის გამო ბევრი მცენარე დაბუჩქების ფაზაშივე იღუპება. გადარჩენილთა ნაყოფინაობის ინდექსი საგრძნობლად ეცემა. სწრაფი ნეიტრონების მაიონიზებული გამოსხივებით გამოწვეული უარყოფითი მოქმედება, ისე როგორც ეს აღნიშნული იყო გამა-სხივების მიმართ, იზრდება მასალის შენახვის დროს.

დასხივებული ხორბლის პოლიპლოიდური რიგის სახეობათა სხვადასხვა ვადაში დათესილი მასალის შესწავლამ დაგვარწმუნა მალალპლოიდური ორგანიზმების მეტ გამძლეობაში. შესწავლილ სახეობებს შორის ყველაზე მეტ გამძლეობას ჰექსაპლოიდური ხორბალი — *Tr. aestivum* v. *alborubrum* — ამჟღავნებს, ყველაზე ნაკლებს კი დიპლოიდური — *Tr. monococcum* v. *hornemanni*.

რადიომგრძნობიარობასა და პლოიდურობას შორის ურთიერთობის შესახებ მონაცემებს მთელ რიგ მკვლევართა შრომებში ვხვდებით [2—9]. აღნიშნული ურთიერთობა ორგანიზმის განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე სხვადასხვაგვარი გამოვლენით ხასიათდება. როდესაც დაკვირვება მთლიან ორგანიზმზე ხდება, ე. ი. როდესაც კრიტერიუმად მიჩნეულია მცენარის ზრდისა და განვითარების ხასიათი, როგორც ბუნებრივი ისე ექსპერიმენტული პოლიპლოიდები უპირატესობას იჩენენ დიპლოიდურ წინაპრებთან. დასხივებით გამოწვეული ქრომოსომული აბერაციების რიცხვი იზრდება პლოიდურობის ზრდასთან ერთად, თუმცა ცალკეულ ქრომოსომაზე აბერაციის ერთი და იგივე რაოდენობა მოდის. აქედან გამომდინარე, რაკი ქრომოსომული დარღვევები არ არის ქრომოსომთა რიცხვის შესაბამისი, ამიტომ ჭერჯერობით ძნელია პოლიპლოიდურ ფორმათა რადიომგრძნობიარობის ხარისხის და სიძლიერის მიზეზების ახსნა.

ჩვენი დაკვირვების შედეგები ეთანხმება ავრეთვე ლიტერატურაში [10—13] არსებულ მონაცემებს იმის შესახებ, რომ დასხივებული თესლის შენახვა აძლიერებს მასში მაიონიზებული მოქმედების უარყოფით ეფექტს. როგორც ჩანს, ამ დროს ღრმავდება დასხივებით გამოწვეული ბიოლოგიური და ბიოქიმიური ცვლილებები, რომლებიც შემდეგ ორგანიზმის განვითარების შეწყვეტასა და დაღუპვასაც კი იწვევენ.

ამგვარად, ხორბლის პოლიპლოიდური რიგის სახეობათა რადიომგრძნობიარობა სხვადასხვაგვარია და ის დამოკიდებულია როგორც დასხივების პირობებზე,

ისე ორგანიზმის პლოიდურობაზე. პლოიდურობასთან ერთად იზრდება ული ცვლილებების გამოწვევი დოზები.

დასხივებული მცენარეები ორჯერ ცვლილებებს განიცდიან—პათოგენურსა და მუტაციურს. პირველს ისეთი ცვლილებები მიეკუთვნება, რომლებიც მცენარეთა ზრდა-განვითარების შეფერხებას ან მის სრულ შეჩერებას, ქლოროფილის დაშლას და ბოლოს მცენარის დაღუპვას იწვევს. ამგვარი პათოგენური მოვლენები 10000 და 12000 r-ზე მეტი დოზით დასხივების დროს შეინიშნება. რაც შეეხება მუტაციურ მოვლენებს, იგი არც თუ ისე ხშირია ჩვენს ცდებში, მაგრამ, რაც არის შეინიშნული ხორბლის დასხივებულ პოპულაციაში, მეტად საყურადღებოა და საინტერესოა.

მაიონხეგელი გამოსხივების მუტაგენური ეფექტის გამოვლენის თვალსაზრისით განსაკუთრებით საინტერესო მეორე და მესამე თაობა აღმოჩნდა, სადაც ხდება ახალ მუტაციურ ბიოტიპთა წარმოქმნა. მეტად საინტერესოა ჰქსაპლოიდური უფხო ხორბლების (*Tr. aestivum* v. *alborubrum*) პოპულაციაში სოკოვანი დაავადებებისადმი გამძლე სპულტასა და რბილი ხორბლის ფხიანი ფორმის წარმოქმნა. ხორბლის დიპლოიდური სახეობის (*Tr. monococcum* v. *hornemanni*) ნათესებში ტეტრაპლოიდური *Tr. timopheevi*-ის მსგავსი ფორმის გამოვლენა. ყურადღებას იპყრობს აგრეთვე *Tr. monococcum*-ის ახალი ტიპის ფორმების წარმოშობა, რომელთაც მეტად შეცვლილი თავთუნების აგებულება ახასიათებთ (სურ 1, 2). დაბოლოს ზანდურის (*Tr. timopheevi* v. *typicum*) პოპულაციაში მიღებულია ახალი ბოტანიკური ფორმა, რომელიც *Tr. timocovum* Heslot-ის მსგავსია და სომერ უჯრედში 56 ქრომოსომას შეიცავს.

ჩამოთვლილი ახალი ფორმებისათვის დამახასიათებელი მორფოლოგიური ნიშანთვისებანი შემკვიდრულია.

ჩვენი ექსპერიმენტის მიხედვით მუტაგენური ცვლილებების გამოწვევისათვის შედარებით ეფექტურია 7-სხივების 10000 და სწრაფი ნეიტრონების 15000 r-ით დასხივება.

მიღებულ მუტანტებს შორის განსაკუთრებით საყურადღებოა ზანდურის დიპლოიდური ($2n=14$) სახეობიდან ტეტრაპლოიდური ($2n=28$), ხოლო ამ უკანასკნელიდან ოქტაპლოიდური ($2n=56$) ფორმის მიღება. აღნიშნული ექსპერიმენტული მონაცემები, ჩვენი აზრით, საინტერესო ფაქტობრივი მასალაა ზანდურის პოლიპლოიდური რიგის სახეთა წარმოქმნის საკითხის შეცნობისათვის.

ზანდური, რომელიც მსოფლიო ტრიტიკოლოგთა კვლევის ყურადღების ცენტრშია მისი მეტად დიდი ღირსების—დაავადებებისადმი გამძლეობის გამო, ფილოგენეტიურად დღემდე გამოუკვლეველია. მხოლოდ ჩვენს ლაბორატორიაში (აკად. ვლ. მენაბდე, მეცნ. მუშაკები ა. გორგიძე, ლ. ჩხაიძე) მოხერხდა მისი გენომური ბუნების შესახებ ახალი საინტერესო ექსპერიმენტული მონაცემების მიღება. გამოირკვა, რომ *Tr. timopheevi* წარმოადგენს *Tr. monococcum*-ის ($2n=14$) პლოიდურ სახეობას, რადგან, როგორც მუტანტის კარიოლოგიურმა შესწავლამ ვეჩვენა, იგი ფესვის ზრდის კონუსის უჯრედებში (R_2 , R_3) როგორც ტეტრაპლოიდურ, ისე დიპლოიდურ უჯრედებსაც შეიცავს. უნდა ვივარაუდოთ, რომ ზანდურის პოპულაციაში სახეობათა წარმოქმნა საწყისი სახეობის ($2n=14$) პოლიპლოიდიზაციის მეშვეობით ხორციელდება. თუ დიპლოიდური სახეობის გე-

ნომურ სტრუქტურას წარმოვიდგინოთ როგორც AA, მაშინ გაორმაგებას შედეგად მივიღებთ ტეტრაპლოიდურ სახეობას, რომლის გენომური სტრუქტურა უნდა წარმოვიდგინოთ როგორც AAAA, ხოლო ჰექსაპლოიდური სახეობისა—AAAAAA.



სურ. 1.



სურ. 2

ზანღურის პოპულაციაში სახეობათა ფორმირების ამგვარი გზა სამივე სახეობისათვის საერთო კარიოტიპის არსებობითაც დასტურდება [15]. ამგვარად, *Tr. timopheevi*-ის გენომური სტრუქტურა, რომელიც დღემდე გენეტიკურ ლიტერატურაში AAGG-ის სახით იყო ცნობილი [16], სადაც AA *Tr. monococcum*-ის, ხოლო GG ამოუხსნელი გენომია, უნდა შეიცვალოს სტრუქტურით AAAA, რომელიც წარმოადგენს საწყისი სახეობის—*Tr. monococcum*—გაორკეცებულ გენომს.

ჩვენი ცდის შედეგები და ლიტერატურაში არსებული მონაცემები [16, 17] საფუძველს გადალევს ვივარაუდოთ, რომ გარკვეული დოზის მაიონიზებული გამოსხივების მუტაგენური ეფექტი ხორბლებში საკმაოდ დიდია, რომლით გამოწვეული ცვლილებები შესაძლოა მეტად ძვირფასი მასალა იყოს სელექციისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 4. 6. 1968)

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

А. Д. ГОРГИДЗЕ

МУТАГЕННЫЙ ЭФФЕКТ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Резюме

С целью изучения радиочувствительности растений и биологического значения различных форм и доз ионизации сухие семена некоторых видов полиплоидного ряда пшеницы (*Tr. monococtum* v. *hornemanni* Clem. $2n=14$, *Tr. timopheevi* v. *typicum* Zhuk $2n=28$, *Tr. palaeo-colchicum* v. *chvamicum* Supat. $2n=28$, *Tr. aestivum* v. *alborubrum* Körn $2n=42$ и др.) были облучены гамма-лучами и нейтронами. Облучение проводилось в Москве, в лаборатории радиационной генетики Института биофизики АН СССР. Семена были облучены гамма-лучами на установке ГУПОС, мощность дозы 700 r/мин. Дозы облучения 5, 8, 10, 15, 20, 25 тыс. r. Условия облучения быстрыми нейтронами: 100 рад быстр. нейтр. +38 рад гамма-луч., 150 рад быстр. нейтр. +57 рад гамма-луч., 200 рад быстр. нейтр. +76 рад гамма-луч.

Результаты опытов показали, что ионизирующие излучения влияют на жизнеспособность (рост, развитие) пшеницы и вызывают большие изменения с ранних стадий развития растений. Эти изменения зависят от доз и типов излучений, а также от плоидности растения и от сроков посева облученных семян [1]

Данная статья посвящается изучению мутагенного эффекта ионизирующих излучений.

В поколениях облученной популяции пшеницы установлен ряд наследственных новообразований. Они установлены как среди диплоидных, так и среди тетраплоидных и гексаплоидных видов пшеницы. Так, в популяции гексаплоидной безостой пшеницы (*Tr. aestivum* v. *alborubrum*) выявлены болезнеустойчивые формы спельтоидного типа и типа мягкой пшеницы с остистыми колосьями. В посевах диплоидной пшеницы (*Tr. monococtum*) установлены тетраплоидные растения типа *Tr. timopheevi*, а в посевах *Tr. timopheevi* — новые 56-хромосомные формы типа *Tr. timonovum* Heslot. Внимание привлекают также и другие наследственные ново-

образования, как например новый тип *Tr. monosocum* с измененными колосковыми чешуями (рис. 1,2).

Из вышеприведенных новообразований особый интерес представляет установление в диплоидной популяции Зандури тетраплоидного, а в тетраплоидной популяции октаплоидного вида. Цитогенетический анализ полученных мутантов дает право утверждать, что *Tr. timopheevi* представляет собой тетраплоидный вид от диплоидного *Tr. monosocum*. Видообразование в популяции Зандури (*Tr. monosocum*, *Tr. timopheevi*, *Tr. zhukovskiyi*) осуществляется посредством полиплоидизации исходного ($2n = 14$) вида. Так, например, если геномную структуру диплоидного вида условно обозначим как АА, тогда в результате полиплоидизации получим тетраплоидный вид, геномная структура которого представится в виде АААА, а для гексаплоидного вида — АААААА. В популяции Зандури формирование видов путем полиплоидизации частично подтверждается также существованием общего кариотипа для всех трех видов данной популяции [14]. Таким образом, геномная структура *Tr. timopheevi*, предложенная Лилиенфельдом и Кихара [15] как ААГГ, должна быть заменена структурой АААА, которая представляет удвоенный геном исходного вида *Tr. monosocum*.

დასაწყისად ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ა. გორგიძე. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ბოტანიკის ინსტიტუტის შრომებში. XXVI, ნაკვეთი 2, გამოშვება 3, 1968.
2. L. Y. Stadler. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 15, 1929.
3. K. Fröier, O. Gelin, A. Gustafson. Bot. Not. (Lund), 1941.
4. Н. А. Изможеров. Цитология, 1, 3, 1959.
5. S. Motsumura. Jap. J. Genetics, vol. 35, № 7, 1960.
6. Mak-Keu. Act. Agric. Scand., 4, № 3, 1954.
7. В. В. Мансурова, В. В. Сахаров и В. В. Хвостова. Бот. журн., 43, №7, 1958.
8. Л. П. Бресявец и З. Ф. Милешко. ДАН СССР, 120, 2, 1958.
9. М. К. Сафин, В. Е. Демченко. Цитология и генетика. Киев, 1965.
10. H. Guillemino. Compt. rend. hebdomadaires Soc. Biol., t. 68, № 7, 1910.
11. L. Ehrenberg. Bot. Notiser, vol. 108, f. 2, 1955.
12. И. М. Васильев, Б. Г. Жуков, Т. С. Спасская. Биофизика, т. V, вып. 5, 1960.
13. М. М. Тушнякова. Труды Ин-та генетики АН СССР, т. 29, 1952.
14. ლ. ჩხაიძე. ბოტანიკის ინსტიტუტის ახალგაზრდა მეცნიერ მუშაკთა V სამეცნიერო კონფერენციის კრებულო, 1968.
15. F. Lilienfeld, H. Kihara. Cytologia, 6, 1934.
16. П. К. Шкварников, И. В. Черный. Радиобиология, 1, 1961, 296, 799.
17. В. С. Можаяева. Генетика, №1, 1965.



ФИТОПАТОЛОГИЯ

Н. Н. ЧАНТУРИЯ

К БИОХИМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ЛИСТА ШЕЛКОВИЦЫ
 ПОРАЖЕННОГО МУЧНИСТОЙ РОСОЙ

(Представлено академиком Л. А. Канчавели 24.5.1968)

Мучнистая роса шелковицы, вызываемая грибом *Phyllactinia suffulta* Sacc. f. *moricola* Jach., в условиях Грузии представляет собой чрезвычайно вредоносное заболевание. Болезнь приводит к значительной количественной и качественной потере корма для повторных выкормок гусениц тутового шелкопряда. Литературные данные по мучнистой росе шелковицы главным образом касаются фенологии болезни и биологических особенностей возбудителя мучнистой росы — гриба *Phyll. suffulta* f. *moricola* и не затрагивают вопроса изменений физиологических и биохимических процессов, происходящих в больном растении под влиянием инфекции.

Для успешной борьбы с болезнями растений, наряду с изучением биологии и экологии возбудителя заболевания, важное место занимает познание взаимодействия растительного организма с патогенными факторами среды. На этих основах представляется более полная картина сущности заболевания, что явится предпосылкой проведения научно обоснованных мероприятий по борьбе с болезнью.

В задачу наших исследований входило изучение характера нарушений обмена веществ в листьях шелковицы при воздействии возбудителя мучнистой росы. Объектом исследования служила сильно восприимчивая к мучнистой росе шелковица (сорт Грузия). Проводились следующие определения: активность некоторых ферментов — каталазы, пероксидазы, полифенолоксидазы и цитохромоксидазы, содержания аскорбиновой кислоты, углеводов, общего и белкового азота, крахмала, клетчатки, золы, SiO₂ и воды. Взятие проб листьев для анализов проводилось в утренние часы (10—12 часов). Средняя проба составлялась из 6—7-го листа, считая от верхушки побега (по 100 листьев в пробе). Анализы проводили в период наибольшего развития мучнистой росы.

При исследовании больных растений снижение содержания воды в их тканях отмечалось многими авторами. Как видно из приведенных данных (табл. 1), содержание воды у пораженных мучнистой росой листьев ниже, чем у здоровых, и находится в полной зависимости от степени поражения. Отмеченные различия в содержании воды указывают на изменение состояния коллоидов плазмы, в частности их гидро-

фильности. Это, с одной стороны, приводит к понижению общей жизнедеятельности растений, а с другой — может оказывать отрицательное влияние на кормовые качества листа. По данным Г. Алексидзе [1] содержание воды в листьях шелковицы определяет рост и развитие тутового шелкопряда и протекающие в нем жизненные процессы. Недостаток воды в листьях шелковицы, отмечает Наканэ [2], вызывает у гусениц шелкопряда заболевание.

Таблица 1
Содержание воды в листьях шелковицы при различной степени поражения мучнистой росой

Степень поражения	Время исследования	% воды в листьях от абсолютно сухого веса	% к контролю
Контроль (здоровое)	10/IX	294,4	100
	20/IX	284,7	100
Слабое поражение	10/IX	239,6	81,3
	20/IX	224,6	78,8
Сильное поражение	10/IX	211,2	71,7
	20/IX	192,8	67,7

Известно, что со структурными изменениями коллоидов протоплазмы связаны изменения состояния ферментов, их активность и направленность действия [3, 4]. Это нашло отражение в изменении активности ферментов в листьях шелковицы, пораженных мучнистой росой (табл. 2). Данные этой таблицы показывают, что деятельность окислительных ферментов у больных мучнистой росой растений нарушена, в зависимости от степени поражения наблюдается то усиление, то ослабление активности этих ферментов.

Таблица 2
Изменение активности ферментов в листьях шелковицы при различной степени поражения мучнистой росой

Дата взятия проб	Состояние растения	Каталаза (мл O ₂ , выделенного за 3 мин на 1 г сух. в.)	Пероксидаза (мг пурпурогаллина, выделенного за 5 мин на 1 г сух. в.)	Полифенолоксидаза (мл O ₂ , выделенного за 1 час на 1 г сыр. в.)	Цитохромоксидаза (мл O ₂ , выделенного за 1 час на 1 г сыр. в.)
20/IX	Контроль (здоровое)	818,3	135,9	0,632	1,031
"	Слабое поражение	795,7	185,4	0,677	0,374
"	Сильное поражение	675,6	123,8	0,581	0,355

Неблагоприятное влияние инфекции на состояние листьев проявилось также в содержании аскорбиновой кислоты, указывающей на изменение окислительно-восстановительного режима в растениях. Как следует из данных табл. 3, у больных мучнистой росой листьев отмечается меньшее содержание аскорбиновой кислоты, по сравнению со здоровыми, что, по-видимому, обусловлено изменением интенсивности синтетических процессов в больных листьях под влиянием инфекции.

Таблица 3
Изменение содержания аскорбиновой кислоты в листьях шелковицы при различной степени поражения мучнистой росой

Степень поражения	Время исследования	Содержание аскорбиновой кислоты (мг% на сыр. в.)
Контроль (здоровое)	15/IX	362,4
	25/IX	359,4
Слабое поражение	15/IX	360,0
	25/IX	355,4
Сильное поражение	15/IX	253,2
	25/IX	234,2

Дезорганизация ферментативной деятельности у больных растений имеет следствием нарушение в обмене веществ (табл. 4). Изучение ба-

Таблица 4
Содержание углеводов и азотистых веществ в здоровых и пораженных листьях шелковицы

Дата взятия проб	Состояние растений	Сахара		Крахмал	А з о т		SiO ₂		Клетчатка	Зола
		растворимые	сложные		общий	белковый	на сырую золу	на абсолютно сухое вещество		
20/IX	Контроль (здоровое)	1,5165	10,6135	0,9350	3,0336	2,8950	23,12	2,8137	11,53	12,17
		100	100	100	100	100	100	100	100	100
"	Слабое поражение	1,1273	10,4537	1,5740	2,9014	2,8708	23,92	2,8345	11,84	11,85
		74,3	98,4	167,8	95,5	99,1	103,4	100,7	102,6	97,3
"	Сильное поражение	1,1845	7,2687	1,7802	2,4264	2,3957	25,08	3,6065	12,18	14,38
		78,1	67,8	189,5	79,9	82,7	108,4	128,1	105,6	118,1

ланса углеводного и белкового комплекса у больного растения является важнейшим моментом для выяснения сущности вредоносности заболевания. Это тем более важно для шелковицы, листья которой идут



на корм тутовому шелкопряду. Кормовые достоинства листа — его питательность в основном определяются содержанием в нем углеводов, белковых веществ и их соотношением [5]. Данные табл. 4 показывают, что под влиянием инфекции у шелковицы наблюдается нарушение обмена веществ. Наиболее глубокие нарушения происходят в содержании углеводов. При этом величина падения содержания углеводов связана со степенью поражения. Наиболее низким содержанием углеводов отличаются листья, пораженные в сильной степени. Отмеченные изменения углеводного обмена у листьев шелковицы под влиянием инфекции не могли не отразиться на процессах азотного обмена. Это подтверждается приведенными в табл. 4 данными результатов определения содержания общего и белкового азота.

Из приведенных в таблице данных следует, что заболевание мучнистой росой способствует снижению содержания общего и белкового азота тем больше, чем сильнее поражение. Однако нарушения в балансе белкового комплекса под влиянием мучнистой росы менее значительны, чем углеводов. Падение количества углеводов и азотистых веществ в пораженных мучнистой росой листьях шелковицы связано в основном с повышением фотосинтеза и с непосредственным извлечением их на питание паразита. Нарушения в балансе углеводного и белкового обмена у больных растений приводят к понижению качества листа — его кормовых достоинств. С. Я. Демянковский [5] отмечает большое значение в питании шелкопряда углеводно-белкового соотношения в листьях шелковицы, подчеркивая первостепенное значение содержания белка, придает существенное значение количеству в листьях углеводов, недостаток которых вызывает неэкономный расход белка. А. Ф. Арсеньев [6], считает установленным, что между количеством азотистых соединений, принятых гусеницами с кормом, и величиной кокона и шелковой оболочки имеется полный параллелизм и что, в свою очередь, это находится в прямой связи с содержанием общего азота в листьях. При содержании азотистых веществ менее 3,0—3,2%, по мнению автора, лист непригоден для кормления гусениц. Отмеченные нами (табл. 4) изменения в содержании и соотношении питательных веществ у пораженных мучнистой росой листьев должны резко сказаться на их питательности.

Содержание крахмала у больных листьев выше, чем у здоровых, и находится в полной зависимости от степени поражения. По литературным данным, гусеницы тутового шелкопряда используют только растворимые углеводы, моно- и дисахариды и почти не усваивают декстрины и крахмал.

Как следует из данных табл. 4, мучнистая роса ведет к изменению минерального обмена у питающего растения в сторону, неблаго-

приятную для растения. В больных листьях шелковицы, по сравнению со здоровыми, содержится значительно больше золы. Это увеличение зольности прямо пропорционально степени заболевания, и в сильно пораженных листьях зольность значительно выше, чем у здоровых или у слабо пораженных. Это обесценивает их питательные качества и считается отрицательным моментом и для здорового листа [5]. Согласно А. И. Федорову [7], зольность листа имеет большое значение как в жизни шелкопряда, так и для самой шелковицы. Нарушение минерального обмена у больных мучнистой росой листьев шелковицы, по-видимому, вызвано изменением избирательной проницаемости плазмы для определенных минеральных солей [8].

Наряду с увеличением содержания золы наблюдается увеличение количества клетчатки и SiO_2 , что также снижает кормовые качества листа шелковицы [5, 9]. Наши [10] и литературные данные [11] показывают, что гусеницы тутового шелкопряда больные листья едят неохотно, плохо развиваются и сильно отстают в росте. Е. М. Ашкинази [12] при изучении влияния кормления гусениц тутового шелкопряда больными мучнистой росой листьями на их биологические показатели и технологические свойства коконов наблюдал снижение жизнеспособности гусениц до 60,4% и значительное ухудшение технологических показателей коконов по сравнению с выкормкой гусениц здоровым листом. Что, по нашему мнению является следствием нарушения в листьях шелковицы под влиянием инфекции нормальных процессов обмена углеводов, азотистых веществ и др. (табл. 4). Истощение листьев питательными веществами (углеводы, белки) приводит к сильному падению их питательной ценности.

Выводы

1. Заболевание мучнистой росой вызывает у шелковицы изменение окислительно-восстановительного режима и значительное расстройство процессов углеводного, азотного и минерального обмена.

2. Понижается общее содержание углеводов и азотистых веществ и меняется их соотношение в больных листьях, по сравнению со здоровыми, что обусловлено потреблением питательных веществ самим паразитом из тканей питающего растения, повышением интенсивности основного обмена и ослаблением синтеза под влиянием инфекции.

3. Больные мучнистой росой листья шелковицы содержат меньше воды и повышенное количество крахмала, клетчатки, золы и SiO_2 , по сравнению со здоровыми.

4. Нарушения в больных листьях процессов обмена веществ приносят непосредственный хозяйственный ущерб, так как, наряду со снижением общего количества урожая листа имеет место значительное



ухудшение его питательных качеств и, как следствие этого, снижение урожайности и технологического качества шелковичных коконов.

Грузинский институт защиты растений.

(Поступило 28.5.1968)

ფიზიოლოგია

ბ. პანტურიძე

ნაცრით დაავადებული თუთის ფოთლის ბიოქიმიური დახასიათებისათვის

რეზიუმე

შესწავლილია ნაცრით—*Phyllactinia suffulta* Sacc. f. *moricola* Jach. დაავადების გავლენა თუთის ფოთლის (ჯიში „გრუზია“) ნივთიერებათა ცვლაზე დაზიანების ხარისხის მიხედვით. დადგინდა, რომ დაავადებულ ფოთლებში დამჟანგველ-აღდგენითი რეჟიმი იცვლება, მნიშვნელოვნადაა დარღვეული ნახშირწყლების, აზოტოვანი და მინერალური ცვლის პროცესები. დაზიანების ინტენსივობის მიხედვით აღინიშნება დამჟანგველი ფერმენტების აქტივობის გაძლიერება ან შესუსტება. დაავადებულ ფოთლებში ნახშირწყლებისა და აზოტოვანი ნივთიერებების შემცველობა შემცირებულია, იცვლება მათი ურთიერთთანაფარდობა, რაც გაპირობებულია პარაზიტის მიერ საკვები მასალის გამოყენებით, ძირითადი ცვლის გაძლიერებით და სინთეზის დაქვეითებით ინფექციის ზეგავლენით. დაავადებული ფოთლები, საღთან შედარებით, გამოირჩევიან წყლისა და ასკორბინის შეავას უფრო ნაკლები შემცველობით, ხოლო სახამებლის, უჯრედანას, ნაცროვანი ელემენტებისა და SiO_2 მეტი რაოდენობით.

დაავადებულ მცენარეებში ნივთიერებათა ცვლის პროცესების დარღვევა უშუალო სამეურნეო ზარალს იწვევს. ნაცრით დაავადებისას თუთის ფოთლის მოსავალი მცირდება, ფოთლის კვებითი ღირებულება უარესდება, რის შედეგადაც აბრეშუმის პარკის მოსავალი მცირდება და მისი ტექნოლოგიური ხარისხი მკვეთრად ეცემა.

დადოებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Алексидзе. Биологические и кормовые качества новых сортов шелковицы и их районирование в условиях Грузинской ССР. Автореферат, Тбилиси, 1964.
2. С. Я. Демяновский. Ученые записки МГПИ им. В. И. Ленина, вып. 3, 1938.
3. А. Л. Курсанов. Обратимое действие ферментов в живой растительной клетке. М.—Л., 1940.
4. Н. М. Сисакиян. Биохимия обмена веществ. М., 1954.
5. С. Я. Демяновский. В сб.: «Агротехника тутоводства», М., 1947.
6. А. Ф. Арсеньев. Ученые записки МГПИ им. В. И. Ленина, вып. V, 1945.
7. А. И. Федоров. Тутоводство. М., 1947.
8. Э. Гойман. Инфекционные болезни растений. М., 1954.
9. Е. А. Гиғаური. Труды Тбилисского НИИ шелководства, т. II, 1955.
10. Н. Н. Чантурия. Сообщения АН ГССР, XXXVIII:3, 1965.
11. Н. Г. Запрометов. Болезни шелковицы. Госиздат УзССР, 1953.
12. Е. М. Ашкинази. Труды Среднеазиатского НИИ шелководства, вып. 3, 1965.

Г. В. КВИТАШВИЛИ, Е. М. БАРАБАДЗЕ, О. Г. АНДЖАПАРИДЗЕ,
В. И. БАХУТАШВИЛИ, М. У. МОЙСЦРАПИШВИЛИ, М. Д. КЛДИАШВИЛИ,
М. Ш. КЕРЕСЕЛИДЗЕ, А. К. АЛЕКСЕЕВА

АДЕНОВИРУСНАЯ ФЛОРА ПРИ НЕКОТОРЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ НАСЕЛЕНИЯ г. ТБИЛИСИ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 28.6.1966)

Среди вирусных инфекций человека аденовирусы занимают одно из ведущих мест, являясь причиной разнообразных, нередко тяжелых заболеваний, протекающих с поражением респираторных органов, желудочно-кишечного тракта, конъюнктивы и роговицы глаз, лимфоидной и нервной ткани.

Имеются сообщения о выделении аденовирусов от больных инфекционным гепатитом [1—4]. Аденовирусные заболевания человека обычно вызываются вирусами 1—8, 14 и 21 серотипов, причем вирусы 3, 4, 7, 14 и 21 типов чаще вызывают вспышки острых респираторных заболеваний; вирусы 1, 2, 5 и 6 типов обуславливают спорадические заболевания респираторных органов, поражения лимфоидной ткани и кишечника; аденовирус 8 типа является возбудителем эпидемического керато-конъюнктивита [5].

Заболевания человека, обусловленные аденовирусами и наблюдавшиеся в виде эпидемических вспышек или спорадических случаев, описаны во многих странах, в том числе и у нас, причем отмечены неодинаковое распространение отдельных серотипов вируса в разных географических зонах и смена доминирующих типов в одной и той же местности [6, 7]. Сведений о циркулирующих серотипах аденовирусов и вызываемых ими заболеваниях в Грузинской ССР к моменту начала настоящего исследования в литературе не имелось.

Это побудило нас провести изучение аденовирусной флоры при некоторых заболеваниях населения г. Тбилиси, в том числе при острых заболеваниях респираторных органов, при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, у больных инфекционным гепатитом, а также при некоторых поражениях нервной системы.

Материал для изучения аденовирусной флоры брали у больных, госпитализированных в городской инфекционной больнице, 1-й детской объединенной клинической больнице, 1-й детской инфекционной больнице, с марта 1965 г. по январь 1966 г.

Обследованию на содержание аденовирусов в основном подвергались мазки из зева и ректальные мазки. В некоторых случаях исследовались оба материала или же мазки с конъюнктивы, моча, спинномозговая жидкость. При летальных исходах заболевания на содержание вируса исследовали ткань легких и кишечника. В качестве тест-системы для выявления вирусов в исследуемом материале использовали 2 — 3-дневные клеточные культуры HEp-2. Принадлежность выделенных цитопатогенных агентов к аденовирусам определяли по РСК с аденогруппоспецифической сывороткой. Серотип вируса устанавливали реакцией нейтрализации цитопатического эффекта в культуре HEp-2 с типоспецифическими сыворотками по общепринятой методике. Оба вида сывороток приготовлены Московским научно-исследовательским институтом вирусных препаратов МЗ СССР.

Для выяснения этиологической роли выделенных вирусов в заболевании у части больных исследована кровь в остром и реконвалесцентном периоде на содержание нейтрализующих антител к соответствующим штаммам вирусов.

Всего обследовано 814 проб от 592 больных и 56 парных сывороток больных, от которых были выделены аденовирусы.

С острыми заболеваниями респираторных органов обследовано 215 человек. В их числе 37 больных острым катаром дыхательных путей, 3 — катаральной или фолликулярной ангиной, 68 — пневмонией, 105 — гриппом. Кроме того, обследовано по одному больному моноцитарной ангиной и корью с бронхопневмонией. Из 296 проб, взятых от больных, выделено 43 штамма аденовирусов (см. таблицу). Вирусы выделены у 6 больных острым катаром дыхательных путей, у 20 больных пневмонией и у 16 с диагнозом «грипп». У двух больных пневмонией наблюдался конъюнктивит. Выделенные вирусы относились ко 2, 3, 5, 6 и 7-а серотипам. В четырех случаях серотип вируса не установлен. У 20 больных исследованы сыворотки острого и реконвалесцентного периода заболевания на нейтрализующие антитела к выделенным вирусам. Во всех случаях отмечено нарастание титра антител в 4 и более раза.

От 48 больных острыми респираторными заболеваниями с поражением желудочно-кишечного тракта обследовано 62 пробы, в том числе 7 аутопсийных. В пяти случаях кишечный синдром сочетался с острым катаром дыхательных путей, в остальных — с пневмонией. Из материала 13 детей 1—2 лет, больных пневмонией с кишечным синдромом, выделено 16 штаммов аденовирусов, в том числе аденовирусы 1, 2, 6 и 7-а серотипов (см. таблицу). Шесть штаммов аденовирусов были выделены из аутопсийного материала — легких и кишечника погибших детей. Из легких были выделены аденовирусы 1, 2 и 6 типов.

В двух случаях аденовирус 2 типа был выделен одновременно из легких и кишечника. Аденовирус 6 серотипа при жизни ребенка был выделен из ректального мазка, а через две недели — посмертно — из ткани легких.

Аденовирусы при различных заболеваниях

Заболевания	Обследовано больных	Выделены аденовирусы	Серотипы аденовирусов							Не установлен	
			1	2	3	4	5	6	7-а		
Острые заболевания респираторных органов	215	42/43 *		11	14/15			3	3	7	4
Заболевания респираторных органов с кишечным синдромом	48	13/16	2	5/7	2				1/2	3	
Желудочно-кишечные заболевания	191	32	1	13				3	9		6
Инфекционный гепатит	127	31		15						13	3
Заболевания нервной системы	11	4		1	2						1
Всего	592	122/126	3	45/47	18/19	0	6	13/14	23	14	

* Дробь — в числителе количество больных, от которых выделены аденовирусы, в знаменателе — количество выделенных штаммов вируса.

С заболеваниями желудочно-кишечного тракта обследован 191 больной. Из 200 исследованных проб выделено 32 штамма аденовирусов, в том числе аденовирусы 1, 2, 5 и 6 типов. В шести случаях серотип вируса не был установлен (см. таблицу). Аденовирус 1 типа выделен от больного острой диспепсией. Три штамма вирусов 5 типа выделены от больных гастроэнтеритом и энтероколитом. 13 штаммов вирусов 2 типа и 9 штаммов 6 типа выделены от больных острой или хронической дизентерией при хроническом колите и остром энтероколите. Выделение аденовирусов от больных острой или хронической дизентерией наблюдалось как при отрицательных анализах фекалий на патогенные бактерии, так и в случаях наличия бактерий (шигеллы Флекснера или Зонне). У 10 человек обследована кровь на вируснейтрализующие антитела. Нарастание титра антител к выделенным вирусам в 4 и более раза отмечено во всех случаях.

Из 241 пробы, взятой от 127 больных инфекционным гепатитом, выделено 34 штамма аденовирусов, в том числе 18 штаммов 2 серотипа и 13 штаммов 7-а. У трех штаммов серотип вируса не установлен (см. таблицу). Аденовирусы 2 типа в трех случаях были одновременно выделены из ректального мазка и мочи того же больного. У 26 боль-



ных, от которых были выделены аденовирусы, отмечено нарастание титров антител к соответствующим серотипам в 4 и более раза.

С заболеваниями нервной системы обследовано 11 человек, из них четыре — с парезом лицевого нерва, пять — с энцефалитом, два — с менинго-энцефалитом. Из материала четырех больных выделены аденовирусы (см. таблицу). Аденовирусы 3 серотипа выделены из мазков с зева в одном случае от больного энцефалитом, во втором — при парезе лицевого нерва. Аденовирус 2 типа выделен из легких ребенка, погибшего с явлениями энцефалита, бронхопневмонии и диспепсии. Аденовирус с неустановленным серотипом выделен из ректального мазка ребенка с диагнозом острого гриппозного энцефалита.

Выделение аденовирусов от разных больных наблюдалось на протяжении всего периода исследования, однако не все серотипы вирусов одинаково обнаруживались в разные сезоны года. Постоянно отмечалось выделение аденовирусов 2, 6 и 7-а серотипов. Аденовирусы 3 типа не были выделены весной 1965 г., но выделялись во все последующие периоды года. Вирусы 1 серотипа в единичных случаях были выделены только весной, а вирусы 5 — только в летний сезон года.

Интересно отметить, что аденовирусы 7-а серотипа не были выделены у больных с заболеваниями респираторных органов до декабря 1965 г., однако на протяжении всего периода исследования они регулярно обнаруживались у больных инфекционным гепатитом, несмотря на то что число обследованных больных с заболеваниями респираторных органов в весенний сезон было почти таким же, а в летний и осенний периоды значительно превышало количество больных гепатитом. Аденовирусы 2 типа регулярно выделялись от больных с заболеваниями желудочно-кишечного тракта, однако у больных инфекционным гепатитом они начали выявляться только с осеннего сезона года.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что с марта 1965 г. по январь 1966 г. в Тбилиси наблюдалось широкое распространение аденовирусов. Из 592 обследованных больных аденовирусы были выделены у 122. Постоянно циркулировали аденовирусы 2, 6 и 7-а серотипов. Можно допустить постоянную циркуляцию аденовирусов 3 типа, так как они не были выделены только весной 1965 г., когда было обследовано малое количество больных (45). Циркуляция вирусов 1 серотипа, по-видимому, была ограничена весенним периодом 1965 г. (вирусы выделены в 3 случаях при малом количестве обследованных в этот период больных и ни разу не выделены в дальнейшем от значительно превышающего количества лиц). Аденовирусы 5 типа были выделены только в летний период года, однако малое количество обсле-



дованных больных в весенний сезон года не позволяет исключить их циркуляцию и в это время. Доминирующими в исследуемый период времени в Тбилиси были аденовирусы 2 серотипа. Следующие места принадлежали аденовирусам 7-а, 3 и 6 серотипов соответственно. Меньше всего были распространены аденовирусы 1 и 5 типов, выделенные лишь в единичных случаях.

Наращение титра антител к выделенным вирусам в сыворотках реконвалесцентов и выделение аденовирусов из ткани легких и кишечника погибших больных дают основание полагать, что выделенные вирусы являлись этиологическими факторами в заболеваниях.

Контингент больных, от которых были выделены аденовирусы, показывает, что аденовирусные заболевания протекали с различными ведущими синдромами и клинически диагностировались как острые заболевания респираторных органов, заболевания желудочно-кишечного тракта, инфекционный гепатит и поражения нервной системы. В некоторых случаях наблюдалась смешанная аденовирусная и бактериальная кишечная инфекция.

Отдельным видам заболеваний соответствовала определенная гамма серотипов аденовирусов (см. таблицу).

При острых респираторных заболеваниях выделены аденовирусы 2, 3, 5, 6 и 7-а серотипов, при желудочно-кишечных заболеваниях — 1, 2, 5 и 6 серотипов. В случаях смешанной формы заболеваний обнаружены вирусы, характерные для обеих групп. Сходное выделение аденовирусов от больных этих категорий наблюдалось и другими исследователями [8, 9].

От больных с диагнозом инфекционного гепатита выделены аденовирусы 2 и 7-а серотипов. О выделении аденовирусов 2 типа от больных гепатитом в литературе имеются сообщения [3]; серотип 7-а впервые выделен нами.

Наращение титра антител к выделенным аденовирусам у больных гепатитом указывает на то, что выделенные вирусы играли определенную этиологическую роль в заболевании, что подтверждает мнение исследователей о полиэтиологической природе вирусного гепатита. Однако имеющиеся материалы не позволяют исключить предположение о микст-форме гепатита, обусловленной двумя различными вирусами.

Наблюдавшееся нами выделение аденовирусов 2 и 3 типов от больных с поражением нервной системы согласуется с данными, полученными М. А. Ващенко и др. [10] при обследовании обширного контингента неврологических больных.

Тбилисский государственный
медицинский институт

(Поступило 2.7.1968)

ბ. კვიციანი, ე. ბარაბაძე, ო. ანჯაპარიძე, ვ. ბახტაშვილი,
ა. მოისრაფიანი, მ. კლდიაშვილი, მ. კახიანი, ა. ალექსანდრე

ადენოვირუსული ფლორა თბილისის მოსახლეობის ზოგადი დაკავშირების დროს

რეზიუმე

თბილისში ადენოვირუსების ცალკეული სეროტიპების გავრცელებისა და მათთან დაკავშირებულ დაავადებათა შესწავლის მიზნით გამოვიკვლიეთ 814 მასალა, აღებული 592 ავადმყოფისაგან, რომლებიც ჰოსპიტალიზებული იყვნენ თბილისის კლინიკებსა და საავადმყოფოებში 1965 წლის მარტიდან 1966 წლის იანვრის ჩათვლით. აღნიშნულ იქნა ადენოვირუსების ფართო გავრცელება ქ. თბილისის მოსახლეობაში (592 ავადმყოფისაგან გამოყოფილ იქნა 122 ადენოვირუსი). ადენოვირუსების 2, 3, და 7-ა სეროტიპები ცირკულირებდნენ თითქმის მუდმივად. პირველი ტიპის ადენოვირუსების ერთეული შტამები გამოყოფილ იქნა მხოლოდ გაზაფხულზე, ხოლო 5 ტიპისა — ზაფხულში. წამყვანი ადგილი ადენოვირუსების გამოყოფილ სეროტიპებს შორის ეკუთვნის 2 ტიპს, შემდეგი ადგილები — 7-ა, 3, 6, 5 და 1 სეროტიპებს (გამოყოფილ იქნენ 45, 23, 18, 13, 6 და 3 შემთხვევაში შესაბამისად). 14 შემთხვევაში ადენოვირუსების სეროტიპები დადგენილი არ ყოფილა.

დასაყვანილი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Р. М. Абиева. Сравнительная выделяемость вирусов от детей и взрослых больных инфекционным гепатитом. Автореферат, М., 1965.
2. К. Г. Керимзаде. Экспериментальные материалы по изучению эпидемического гепатита Боткина. Автореферат, Баку, 1966.
3. В. П. Митченко, В. П. Стремецкий, Н. В. Проскурятова. Проблема инфекционного гепатита. Киев, 1955, 5—6.
4. W. V. Hartwell, G. J. Love, M. P. Eidenbock. Science, 152, 3727, 1966, 1390.
5. В. М. Жданов, С. Я. Гайдамович. Вирусология. М., 1966.
6. Р. С. Дрейзин, Л. М. Мевзос. Вопросы вирусологии, 3, 1964, 324—330.
7. С. В. Перваченко. Грипп. Киев, 1964, 213—218.
8. М. Л. Чнджавაძე. Роль аденовирусов в этиологии диареи и мезоаденитов у детей. Автореферат, М., 1964.
9. Siebelist Henne. Colours med., 89, 3, 1967, 479—483.
10. М. А. Вашенко, И. А. Киричинская и др. Врачебное дело, 7, 1966, 105—107.



Э. Ш. ВАРДОСАНИДZE

ЗАВИСИМОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВИРУСА ПОЛИОМЫ ОТ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

(Представлено академиком К. Д. Эристави 23.9.1968)

В ряде работ описано влияние состава питательной среды на инфекционные и онкогенные свойства вируса полиомы и показана возможность получения мутантов вируса с пониженной и повышенной онкогенностью для животных. При выращивании вируса на клетках Р388Д₁ в среде, содержащей 20% обезжиренного молока, получен слабо онкогенный М-вариант вируса, а в среде с 30—40% сыворотки человека — сильно онкогенный S-вариант [1—4]. Полученный Заксом и Медниа М-вариант вируса обладал пониженной онкогенностью для мышей и хомяков при высокой активности в отношении тканевых культур [1]. Лоу, Рабсон и Доу [3] наблюдали снижение онкогенности М-варианта только в опытах на мышах. При дальнейшем изучении обоих вариантов вируса методом бляшек выяснилось, что слабо онкогенный М-вариант образует до 10% больших бляшек, в то время как сильно онкогенный S-вариант образует до 50% больших бляшек [2]. В результате клонирования методом бляшек выделены две линии вируса, образующие бляшки различной величины, и установлена корреляция между размером бляшек вируса, его гемагглютинирующей и онкогенной активностью [4].

В нашей лаборатории сравнительно труднодоступные питательные среды были заменены бессывороточной средой, состоящей из 25% гидролизата обратного молока, приготовленного на растворе Эрла. Данную среду применяли как источник аминокислотного питания. Поэтому представляло интерес исследовать инфекционные и онкогенные свойства вируса полиомы, выращенного на этой среде.

В опытах использовали перевиваемые клетки почек взрослой мыши линии A/Sp—штамм АПО [6], который адаптировали к бессывороточной среде, состоящей из обратного молока и раствора Эрла. Клетки АПО росли без видимых дегенеративных изменений до 2 недель. Исследования проводили с вирусом полиомы—штамм 2510 [5]. Параллельно вирус выращивали в среде № 199 с 30% сыворотки теленка.

რუს вызывал опухоли у 10 из 30 инокулированных мышей и у 28 из 30 хомяков (табл. 2).

Следует отметить, что онкогенность вируса полиомы, пассированного в бессыворотной среде, значительно усиливается в результате последовательных пассажей в среде, содержащей 30% сыворотки те-

Таблица 2
Биологические свойства вируса полиомы, культивированного в среде № 199 с 30% сыворотки телянка

№ пасса- жей вируса	Животные	Количество животных с опухолями	Титры ин- фекцион- ности	Титры гемаг- глютинации
5	Мыши	5/30	10 ⁶	1:64
	Хомяки	15/30		
15	Мыши	10/30	10 ^{6.5}	1:64
	Хомяки	28/30		
30	Мыши	10/30	10 ^{6.5}	1:128
	Хомяки	28/30		

лленка. Возможно, в молочной среде происходит селекция слабоонкогенного варианта вируса полиомы, хотя и не исключается возможность изменения самого вируса, выражающегося в аттенуации его онкогенности для животных.

Институт онкологии МЗ ГССР

(Поступило 25.9.1968)

მიკრობიოლოგია

ა. ვარდოსანიძე

პოლიომის ვირუსის ბიოლოგიური თვისებების დამოკიდებულება
საკვები ნიადაგის შემადგენლობაზე

რეზიუმე

პოლიომის ვირუსს ვზრდით, როგორც უშრატო საკვებ ნიადაგზე (25% ნაღებმზობილი რძე ერლას ხსნარში), ასევე საკვებ ნიადაგზე № 199, რაც შეიცავდა 30% ხბოს შრატს. აღნიშნულ საკვებ ნიადაგებზე ვირუსის პაირობას ვაწარმოებდით АПО-ს უჯრედთა კულტურაში (A/Sn ხაზის თაგვების თირკმლის გადანერგვადი უჯრედთა შტამი).

შრატთან ნიადაგზე ვაზრდილი პოლიომის ვირუსის ონკოგენური აქტივობა მაღალია: ინფექციური და პემაგლუტანაციური აქტივობა კი შედარებით დაბა-



ლი, ვიდრე უშრატო ნიადაგზე გაზრდილი ვირუსისა. შრატთან ნიადაგზე გაზრდილი პოლიომის ვირუსით ინფიცირებული 30 თავვიდან სიმსივნე განუვითარდა 10-ს, ხოლო 30 ზაზუნიდან—28-ს. უშრატო ნიადაგზე გაზრდილი ვირუსით ინფიცირებული 30 თავვიდან მხოლოდ 2-ს განუვითარდა სიმსივნე, ზაზუნებში კი—3-ს.

დასაშვებია, რომ უშრატო ნიადაგში ზღვბა პოლიომის ვირუსის სელექცია, ან მისი ონკოგენური თვისებების ატენუაცია თვით ვირუსის ცვალებადობის შედეგად.

დადოვიებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. L. Sachs, D. Medina. Nature, vol. 187, 1960, 715.
2. A. S. Rabson, L. W. Law. J. Nat. Cancer Inst., vol. 30, 2, 1963, 367.
3. L. W. Law, A. S. Pabson, C. J. Dawe. Nature, vol. 190, 1961, 97.
4. T. Getlieb-Stematsky, S. Laventon. Brit. J. exp. Path., vol. 41, 5, 1960, 507.
5. S. E. Stewart, B. E. Eddy, N. J. Borgese. Cancer Inst., vol. 20, 6, 1958, 1223.
6. М. Я. Чумакова, Ю. М. Васильев. Вопросы онкологии, № 8, 1962, 51.

ЗООЛОГИЯ И ПАРАЗИТОЛОГИЯ

М. К. ЦКИТИШВИЛИ

ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОТНОСТИ И СОСТАВА ПОПУЛЯЦИИ
ПАУТИННОГО КЛЕЩА НА ПЛАТАНЕ В ТБИЛИСИ

(Представлено академиком Л. И. Джапаридзе 11.6.1968)

Как уже сообщалось ранее, платановый паутинный клещ (*Paratetranychus kobachidzei* Reck) в насаждениях Тбилиси является одним из наиболее вредоносных видов тетраниховых клещей [1]. При изучении этого клеща в 1966—1967 гг. нами проводились также количественные учеты его обилия. С интервалами в 10—20 дней на набережной р. Курь с платанов бралось по 20—40 листьев, из которых в лаборатории пробойником вырезались диски площадью 283,6 мм². Под биноклем на этих дисках подсчитывались по фазам развития все имевшиеся на них паутинные клещи. Протоимфы и дейтроимфы из-за трудности их уверенного распознавания причислялись к одной рубрике — к «нимфам». При каждом учете в зависимости от степени заклещевания просматривалось 25—260 дисков. При этом регистрировались и другие членистоногие, в том числе *Coccinellidae* и хищные гамазовые клещи. Затем для каждого учета вычислялось среднее обилие животных на один диск (по фазам и суммарно).

Из накопившихся данных следует, что в 1966 г. за месяцы VI—X на диск приходилось в среднем 12 особей клеща-вредителя, а за те же месяцы в 1967 г. — 15 особей, т. е. в 1,25 раза больше. Максимальная же и минимальная выявленные средние плотности заклещевания в 1966 г. были 55,11 и 0,55, а в 1967 г. — соответственно 29,78 и 4,12 особи на диск. Обилие клеща быстро нарастало в начале лета до максимума в июне, потом резко уменьшалось в июле-августе. В сентябре клеща снова становилось больше, но не в такой мере, как в начале лета. Второй спад обилия на листьях происходил в сентябре. Такая динамика обилия наглядно может быть показана двухвершинной кривой с депрессией в августе и с двумя пиками — летним и осенним (рис. 1). «Биоциклическая» динамика обилия, устанавливаемая для платанового клеща, была выявлена ранее и в отношении нескольких других изучавшихся в Тбилиси паутинных клещей [2, 3]. И потому можно уже считать, что такой тип динамики названных животных представляет здесь обычное и достаточно закономерное явление.

Помимо динамики обилия, нами выявлены и значительные сезонные отклонения в возрастном и половом составе популяции платанового клеща. Весной или в начале лета на листе удается проследить смену фаз развития или хотя бы последовательность количественного доминирования одной из них. Сперва имеются или доминируют личинки, отродившиеся из перезимовавших яиц, затем личинки на некоторое время замещаются нимфами, и, наконец, появляются взрослые особи и летние яйца. Позднее же, вследствие наслаивания поколений, одновременно бывают представлены все без исключения фазы развития.

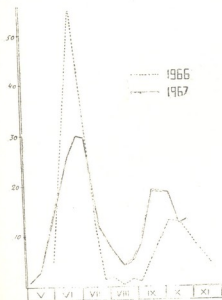


Рис. 1. Динамика обилия платанового клеща по срокам учетов. По оси абсцисс—месяцы, по оси ординат—средние показатели обилия клеща на 283,6 мм²

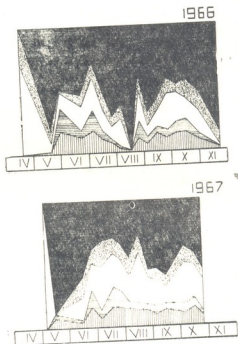


Рис. 2. Изменения возрастного и полового состава популяции платанового паутинового клеща по срокам учетов. Черным показано участие яиц, точечным—личинкам, белым—нимф, продольной штриховкой—самцов, поперечной—самок. По оси абсцисс—месяцы, по оси ординат—участие фаз в % от общего обилия

Сезонные изменения состава популяции, выраженные для отдельных учетов процентом участия фаз и полов, иллюстрируются здесь двумя диаграммами (рис. 2). Они показывают, что самцов обычно имеется меньше, чем самок. И только в периоды подъема обилия отношение полов приближается к 1:1. В эти же периоды бывает увеличено

участие самок и нимф, а участие яиц снижено. На протяжении почти всего вегетационного периода доминируют яйца, участие которых наиболее велико во время депрессии — в августе 1966 г. (98,2%) и в сентябре 1967 г. (60,5%). В 1966 г. депрессия сопровождалась полным исчезновением нимф и личинок, а самок при этом оставалось очень мало. Отклонения в составе популяции мы склонны приписывать, в частности, неодинаковой устойчивости отдельных фаз к неблагоприятным воздействиям среды и замедлению в определенные периоды эмбрионального развития. Показатели состава популяции в какой-то мере характеризуют уровень ее благополучия и, можно думать, пригодны для кратковременных прогнозов спада или подъема обилия клеща. Они могут быть использованы также при определении сроков и методов борьбы с вредителем.

Летний подъем обилия клеща прекращается с предельным увеличением длины дня, а осенний подъем начинается с укорочением дня до 13—14 часов. Проявление у клеща фотопериодической реакции в какой-то мере можно усматривать также и в том, что именно в период наибольшей долготы дня (в июне) на листьях платана удается находить диапаузирующие («зимние») яйца.

Однако одной лишь фотопериодической реакцией можно объяснить далеко не все особенности выявленной динамики. И если с фотопериодом хорошо увязывается совпадение в разные годы календарных сроков депрессии и летнего пика, то с ним не могут быть связаны расхождения в амплитуде колебаний обилия, в интенсивности заклещевения, а также запоздание почти на месяц и более слабое проявление осеннего пика в 1967 г. и т. д. (см. рис. 1 и 2).

В указанные годы депрессия наступала при наиболее засушливой и жаркой погоде. Подъемы же происходили при повышенной относительной влажности воздуха в более прохладную погоду. Летом 1966 г., как уже говорилось, средняя плотность заклещевения была ниже, диапазон колебаний обилия больше и отклонения в составе населения сильнее, чем в более прохладное и влажное лето 1967 г. Все это указывает на зависимость клеща-вредителя и от метеорологических воздействий. При экологической оценке метеорологических факторов не следует игнорировать возможность того, что для клеща могут иметь значение не только непосредственные их воздействия, но и отраженные через состояние кормового растения [4, 5]. И потому особенно перспективным представляется сейчас установление синхронности динамики клеща и сезонных изменений в физиолого-биохимическом состоянии листвы растения-хозяина. Последние могут быть связаны, в частности, с онтогенезом листвы, ее ксероморфизацией и старением [6]. В качестве примера подобной синхронности укажем, что накопление хлорофилла



в листьях платана в начале лета происходит очень быстро и достигает максимума в июне-июле, т. е. как раз ко времени летнего пика клещавредителя. Позднее же количество хлорофилла заметно снижается [7].

Самки клеща, выкармливаемые в лаборатории на листьях платана, взятых в природе, откладывали за сутки по месяцам в среднем следующее количество яиц: V — 2,4; VI—4,0; VII — 2,3; VIII — 1,8; IX — 2,0; X — 1,8 яйца. Суточная яйцепродукция оказалась наиболее высокой в период летнего пика. При 25° на здоровых листьях самки отложили в лаборатории в среднем по 36 яиц, а на поврежденных (акаринозных) листьях — лишь по 11 яиц. Постэмбриональное развитие на здоровых листьях при 25° завершилось в среднем за 7 дней, а на акаринозных — за 14 дней. Все это тоже говорит о том, что темпы размножения клеща во многом зависят от состояния листовой кормовой растения [5, 6]. И если в начале лета он интенсивно размножается, питаясь на молодой, не поврежденной еще им самим или засухой листовой, то позднее, когда листва бывает уже сильно повреждена, он испытывает угнетение. Последнее, таким образом, предопределяется в значительной мере одним уже предшествующим массовым размножением вредителя. И, очевидно, чем больше бывает его обилие при летнем пике, тем сильнее проявляется летняя депрессия. Что же касается осеннего пика, то его можно объяснить улучшением условий питания на листве, успевшей немного оправиться с наступлением более прохладной и влажной погоды. Во всем этом мы видим еще одно подтверждение положения, что клещ-паразит и растение-хозяин часто зависят от одних и тех же воздействий и, кроме того, еще и воздействуют взаимно друг на друга [5].

Из хищников платанового паутинного клеща более постоянно отмечались только клещи семейства *Phytoseiidae*, среднее количество которых на один диск не превышало 0,49 особи в 1966 г. и 0,22 особи в 1967 г. И хотя сезонную динамику их обилия не удастся связать с таковой платанового клеща, все же следует допускать, что клещ-хищник в какой-то мере способствует подавлению клеща-вредителя, в особенности в периоды депрессии последнего.

Таким образом, обобщая изложенное выше, подходим к заключению, что в Тбилиси динамика плотности и состава популяции платанового паутинного клеща отражает его взаимоотношения со средой и представляет итог воздействия на него целого комплекса биотических и абиотических факторов [8].

Академия наук Грузинской ССР
Институт зоологии

(Поступило 25.6.1968)

ა. ციტირებული

აბლაბუდა ტკიპის პოპულაციის სიმჭიდროვისა და შემადგენილობის ცვალებადობა ჰადარჯი თბილისის პირობებში

რეზიუმე

1966—1967 წწ. ჩვენშიერ ჩატარებულმა აღრიცხვებმა გვიჩვენა, რომ აბლაბუდა ტკიპის *Paratetranychus kobachidzei* Reck რაოდენობა ჰადარჯე მნიშვნელოვან მერყეობას განიცდის. ზაფხულის დასაწყისში ტკიპის რაოდენობის მატებას თან მოსდევს მკვეთრად გამოხატული დეპრესია. ზაფხულის ბოლოს ან შემოდგომის დასაწყისში ადგილი აქვს ორი ხელშეორედ მატებას (იხ. ნახ. 1). გამოვლინებულია აგრეთვე გადახრები პოპულაციის ასაკობრივსა და სქესობრივ შედგენილებაში. კერძოდ, დეპრესიის დროს მცირდება მამრების, ლარვებისა და ნიმფების რაოდენობა, ხოლო კვერცხების რაოდენობა, პირიქით, იმატებს (იხ. ნახ. 2).

პოპულაციის სიმჭიდროვისა და შედგენილობის გამოვლინებული დინამიკა მჭიდრო კავშირშია მეტეოროლოგიური ფაქტორების ზემოქმედებასთან და საკვები მცენარის ფოთლებში მიმდინარე ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესების სეზონურ ცვლილებებთან. დასაშვებია აგრეთვე ტკიპების ფოტოპერიოდული რეაქციის გამომქდავენებაც.

დადოვებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. К. Цкитишвили. Сообщения АН ГССР, т. XLVIII, № 3, 1967.
2. Т. И. Жижилაშვილი. Сообщения АН ГССР, т. XII, № 3, 1951.
3. Т. И. Жижилაშვილი. Сообщения АН ГССР, т. XXII, № 2, 1959.
4. Ир. Батიაშვილი. Вестник с-х. ин-та, № 1, Тбилиси, 1940 (на груз. яз.).
5. Г. Ф. Рекк. Сообщения АН ГССР, т. XI, № 2, 1950.
6. С. F. Henderson, J. K. Halloway. J. Econ. Entom., vol. 35, № 5, 1942.
7. М. Н. Чрелашვილი. В сб.: Физиология древесных растений», 2. Тбилиси, 1966 (на груз. яз.).
8. Н. П. Наумов. Экология животных. М., 1963.



პათოლოგიური ანატომია

ბ. ბაძრაძე

გულის გამტარი სისტემის ჰისტოანათომიური მიოკარდის მრვავე იშვიათი ფორმის დროს

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ი. ტატიშვილმა 4.5.1968)

მრავალრიცხოვანი კლინიკურ-ექსპერიმენტული და სექციური მასალის ანალიზი [1—5] გვიჩვენებს, რომ მიოკარდის ინფარქტის დროს არ არსებობს პარალელურად გულის კუნთის სტრუქტურულ ცვლილებებსა და შესაბამის კლინიკურ სურათს შორის, ინფარქტის მორფოგენეზსა და პათოგენეზს შორის.

ამდენად, გულის ინფარქტის პრობლემის სირთულე მდგომარეობს არა მის მორფოგენეზის შესწავლაში, არამედ იმ კავშირების გარკვევაში, რომლებიც ინფარქტის დროს ყალიბდება იშვიათი ფორმისა და გულის მუშაობის მარეგულირებელ იმ სისტემებს შორის, რომელთა ადეკვატურ მუშაობაზეც დამოკიდებულია გულის კომპენსაციისა და ადაპტაციის მექანიზმების მობილობა და კუნთოვანი ბოჭკოების სტრუქტურული, მეტაბოლიზმური და ფუნქციური მთლიანობის შენარჩუნება.

ასეთ სისტემას პირველ რიგში მიეკუთვნება მიოკარდის რითმული ავტომატიკის ცენტრები გულის გამტარი სისტემის სახით.

ჩვენ გვინტერესებდა ორი საკითხის შესწავლა: 1) იშვიათი ფორმის განვითარებულ ნეკროზოზულ ცვლილებებს თან სდევდა თუ არა გულის არაიშვიათი უბნებში შესაბამისი ცვლილებების აღმოცენება; თუ სდევდა, როგორი თანმიმდევრობით, ხასიათით და გავრცელებით; 2) რა ძვრები აღინიშნებოდა გულის გამტარი სისტემის უჯრედებში, ე. ი. როგორი სტრუქტურული და მეტაბოლიზმური ცვლილებებით პასუხობდა გამტარი სისტემა გულში განვითარებულ მწვავე იშვიათ ცვლილებებს.

ჰისტოქიმიური შესწავლის მიზნით ნაჭრები ავიღეთ გულის გამტარი სისტემის სხვადასხვა ნაწილებიდან — სინუსისა და აზოფ-ტავარას კვანძების, ჰისის კონის, ჰისის კონის მარცხენა და მარჯვენა ფეხების და პურკინიუს ბოჭკოებიდან.

კვლევა ჩავატარეთ 28 ძალზე, რომელთაც გულის კუნთის მწვავე იშვიათი განუვითარებელი გვირგვინოვანი არტერიის მარცხენა დასწერივი ტოტის სრულ დასშობით დ. ტვილდიანის მიერ მოწოდებული მიკროხელსაწყოთა დახმარებით.

გულის მწვავე იშვიათი გამოვლენით დინამიკაში იშვიათი განვითარებიდან 5, 15, 30, 45, 60 წუთის შემდეგ, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24 საათის შემდეგ და 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 დღის შემდეგ.

პისტოქიმიურად შევისწავლეთ უჯრედების ენერგეტიკულ ცვლაში მონაწილე ფერმენტების — ქარვის ვაშლის, გლუტამინისა და რძის მკავეების, გლუკოზო-6-ფოსფატის სპირტისა და α-გლიცეროფოსფატის დეჰიდროგენაზების, ნად- და ნადფ-ს დიაფორაზების, ციტოქრომოქსიდაზის, ფოსფორილაზის, აგრეთვე მკავე და ტუტე ფოსფატაზების და აცეტილქოლინესტერაზის აქტივობა. გარდა ამისა, ვისარგებლეთ შედეგებით — ჰემატოქსილინეოზინით და ჰიპროფუქსინით.

ნორმალურ პირობებში გამტარი სისტემის ბოქკოებისათვის ჩვეულებრივ სპეციფიურია ქოლინერგული ბუნების ფერმენტის — ქოლინესტერაზის მაღალი აქტივობა. გულის კუნთის ბოქკოებს ქოლინესტერაზული აქტივობა სრულიად არ ახასიათებს, იშემიის 30—45 წუთამდე რამდენადმე შესამჩნევი ცვლილებები ქოლინესტერაზის აქტივობისას გამტარი სისტემის ბოქკოებში არ აღინიშნება.

იშემიის გამოწვევიდან 60 წუთის შემდეგ ქოლინესტერაზის აქტივობა მკვეთრად იმატებს სპეციფიურ უჯრედებში. აქტივობა განსაკუთრებით ინტენსიურად არის გამოხატული ექსპერიმენტის 2—4 საათზე. ამ დროისათვის ქოლინესტერაზა ყველაზე უფრო მაღალი აქტივობით ვლინდება სინუსისა და ამოფტავარას კვანძების უჯრედებში. ექსპერიმენტის 6—10 საათზე ქოლინესტერაზის აქტივობა ზომიერად მატულობს ჰისის კონის, მისი ფეხებისა და პურკინიეს ბოქკოებშიც.

იშემიის გამოწვევიდან 24 საათის გავლის შემდეგ აღინიშნება ქოლინესტერაზის აქტივობის მკვეთრი კერობრივი დაქვეითება გამტარი სისტემის ერთ-ერთ რომელიმე ნაწილში, უფრო ხშირად სინუსისა და ამოფტავარას კვანძის უჯრედებში, იშვიათად ჰისის კონისა, და მისი ფეხების ბოქკოებში. ექსპერიმენტის 48 საათზე ქოლინესტერაზის აქტივობა დიფუზურად და გავრცელებულად არის დაქვეითებული გამტარი სისტემის ყველა უბნებში. იშემიის მომდევნო პერიოდებში (2—5 დღე) ქოლინესტერაზის აქტივობა ვლინდებოდა მხოლოდ ენდოკარდისა და სარქველების ენდოთელურ უჯრედებში, აგრეთვე იმ შემაერთქსოვილოვან ელემენტებში, რომლებიც გარს ერტყმოდნენ სპეციფიურ ბოქკოებს და ტოპოგრაფიულად მდებარეობდნენ გამტარი სისტემის ბოქკოების გავრცელების ადგილებში.

ფერმენტი ფოსფორილაზა ჩვეულებრივ მაღალი აქტივობით ვლინდება გამტარი სისტემის ბოქკოებში; გულის კუნთოვანი ბოქკოებისათვის კი დამახასიათებელია ფოსფორილაზის საშუალოდ გამოხატული აქტივობა.

იშემიის გამოწვევიდან 24 საათის გავლის შემდეგ აღინიშნება ფოსფორილაზის აქტივობის პროგრესირებადი, დიფუზური და გავრცელებული დაქვეითება სპეციფიურ ბოქკოებში, მაშინ როდესაც გულის კუნთში ადგილი აქვს მისი აქტივობის ზომიერ და არათანაბარ მომატებას. იშემიის მე-2 დღიდან ფოსფორილაზის აქტივობა დაქვეითებას იწყებს გულის კუნთოვან ბოქკოებშიც. ფოსფორილაზის აქტივობის დაქვეითება გამტარი სისტემის სხვადასხვა ნაწილებიდან ყველაზე უფრო მკვეთრად არის გამოხატული სინუსისა და ამოფტავარას კვანძების, აგრეთვე ჰისის კონის ბოქკოებში, შედარებით სუსტად —



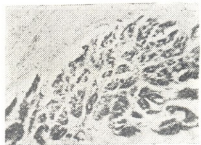
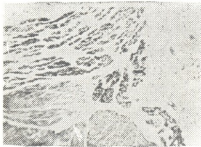
ჰისის კონის ფეხების და პურკინიეს ბოჭკოებში. ჰისტოქიმიური რეაქციების ჩატარებისას ქანგვა-აღდგენის ფერმენტებზე მიღებულია შემდეგი მონაცემები.

იშემიის გამოწვევიდან 24 საათამდე გულის არაიშემიურ უბნებში აღინიშნება ქანგვა-აღდგენის იმ ფერმენტების აქტივობის მომატება, რომლებიც დაკავშირებული არიან კრებსის ციკლთან და ქანგვით ფოსფორილირებასთან. იშემიის მე-2 დღეზე ადგილი აქვს ქანგვა-აღდგენის ფერმენტების აქტივობის არათანაბარ გამოხატვას კუნთოვან ბოჭკოებში. კერძოდ, კუნთოვან ბოჭკოებში მაღალია რძის, ქარვის და ვაშლის მჟავების და სპირტის დეჰიდროგენაზების აქტივობა, მაგრამ მნიშვნელოვნად ეცემა და საშუალო აქტივობით არის გამოხატული ცქო-ს, ნად- და ნადფ- დიაფორაზების აქტივობა. იშემიის გამოწვევიდან 2 დღის გავლის შემდეგ კუნთოვან ბოჭკოებში აღინიშნება თითქმის ყველა ქანგვა-აღდგენითი ფერმენტის აქტივობის დაქვეითება, რაც იშემიის მე-4 დღეზე იმდენად გავრცელებულ ხასიათს ატარებს, რომ ადგილი აქვს დეჰიდროგენაზების და დიაფორაზების აქტივობის კერობრივ გამოვარდნას ცალკეულ კუნთოვან ბოჭკოებში ან მათ გროვებში. იშემიის გამოწვევიდან 8—12 საათის გავლის შემდეგ გამტარი სისტემის ბოჭკოებში საგრძნობლად იცვლება ქანგვა-აღდგენითი ფერმენტების აქტივობის ჰისტოქიმიური სურათი. აღნიშნული გამოიხატა გამტარი სისტემის ბოჭკოებში იმ ფერმენტების აქტივობის გაჩენით, რომლებიც სპეციფიურ ბოჭკოებში ჩვეულებრივ სრული ინაქტიურობით ან სუსტი აქტივობით ხასიათდებიან. კერძოდ, იშემიის ამ პერიოდისათვის გამტარი სისტემის — სინუსისა და აზოფ-ტავარას კვანძების, აგრეთვე ჰისის კონის ბოჭკოებში ზომიერად არის გამოხატული ფერმენტების — სუქცინდეჰიდროგენაზის და ციტქრომოქსიდაზის აქტივობა.

ექსპერიმენტის მე-2—3 დღიდან ადგილი აქვს ქანგვა-აღდგენითი ფერმენტების აქტივობის არათანაბარ დაქვეითებას გამტარი სისტემის სხვადასხვა ნაწილებში. კერძოდ, ჰისის კონის შარცხენა ფეხის და პურკინიეს ბოჭკოებში დეჰიდროგენაზების და დიაფორაზების აქტივობა კერობრივად და არათაბრად არის შემცირებული (სურ. 1), მაშინ როდესაც სინუსისა და აზოფ-ტავარას კვანძების უჯრედებში ადგილი აქვს დეჰიდროგენაზების და დიაფორაზების აქტივობის ზომიერ და გავრცელებულ დაქვეითებას. იშემიის განვითარებიდან 2—3 დღის გავლის შემდეგ გულის არაიშემიურ უბნების კუნთოვან ბოჭკოებში აღინიშნება ტუტე ფოსფატაზის აქტივობის გავრცელებული დაქვეითება კაპილარებში და მჟავე ფოსფატაზის აქტივობის მკვეთრი მომატება კუნთოვანი ბოჭკოების ბირთვებში. იშემიის გახანგრძლივებასთან ერთად ადგილი აქვს მჟავე ფოსფატაზის აქტივობის ინტენსივობის არათანაბარ გამოხატულებას კუნთოვანი ბოჭკოების სხვადასხვა სტრუქტურულ ორგანოებში (იშემიის მე-5—8 დღე).

ფოსფატაზების აქტივობის მხრივ სპეციფიურ ბოჭკოებში აღინიშნება სულ სხვაგვარი სურათი. კერძოდ, იშემიის განვითარებიდან 24 საათის გავლის შემდეგ აზოფ-ტავარას კვანძის (სურ. 2) და ჰისის კონის უჯრედებში მჟავე ფოსფატაზის აქტივობა მკვეთრად იმატებს.

იშემიის მომდევნო ვადებში (2—3 დღე) აღინიშნება მყავე ფოსფატაზის აქტივობის უპირატესი მომატება გამტარი სისტემის ერთ-ერთ რომელიმე უბანში. კერძოდ, თუ მყავე ფოსფატაზა მაღალი აქტივობით ვლინდება სინუსის ან აშოფ-ტავარას კვანძის უჯრედებში, მისი აქტივობა ნორმალურია ან ოდნავ დაქვეითებულია გამტარი სისტემის დანარჩენ უბნებში — ჰისის კონის, მისი ფეხების და პურკინიეს ბოჭკოებში. მყავე ფოსფატაზის აქტივობის მომატებისას კი ჰისის კონისა და მისი ფეხის ბოჭკოებში, სინუსისა და აშოფ-ტავარას კვანძის უჯრედები შედარებით ინტაქტურად გამოიყურებიან. იშემიის განვითარებიდან 3—5 დღის შემდეგ აღინიშნება მყავე ფოსფატაზის აქტივობის გავრცელებული მომატება გამტარი სისტემის თითქმის ყველა უბანში. იშემიის მე-8—10 დღეზე მყავა ფოსფატაზა უმრავლეს სპეციფიურ ბოჭკოებში ვლინდება არასპეციფიური და პოლიმორფული ჰისტოქიმიური სურათით. ტუტე ფოსფატაზის აქტივობისადგილი აქვს საპირისპირო ცვლილებებს.



სურ. 1. რძის მყავის დეპოდროგენაზის აქტივობის კერობრივი დაქვეითება ჰისის კონის და მისი მარცხენა და მარჯვენა ფეხების ბოჭკოებში. იშემიის მე-3 დღე. ნახლასის მეთოდი. ოჯ. 7, ობ. 20

სურ. 2. მყავე ფოსფატაზის მაღალი აქტივობა აშოფ-ტავარას კვანძის უჯრედებში. იშემიის მე-2 დღე. პოპოვის მეთოდი. ოჯ. 7, ობ. 40

კერძოდ, იშემიის იმ ვადებში, როდესაც აღინიშნება მყავე ფოსფატაზის აქტივობის მომატება გამტარი სისტემის ერთ-ერთ რომელიმე უბანში, გამტარი სისტემის ამ ნაწილში ადგილი აქვს ტუტე ფოსფატაზის აქტივობის მკვეთრ და გავრცელებულ დაქვეითებას კაპილარებში.

ამრიგად, ჩატარებული ჰისტოქიმიური გამოკვლევების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ გულის მწვავე ინფარქტის დროს მეტაბოლიზმური ცვლილებები ვითარდება არა მარტო გულის დაინფარქტებულ მიდამოში, არამედ მის არა-იშემიურ უბნებშიც და გამტარი სისტემის ბოჭკოებშიც.

მეტაბოლიზმური დარღვევების ხასიათისა და ინტენსივობის მიხედვით აღნიშნული ცვლილებები ორნაირია: ერთის მხრივ განვითარებული კუნთოვან ბოჭკოებში და მეორე მხრივ — გულის გამტარი სისტემის ბოჭკოებში. გულის კუნთში აღმოცენებული მეტაბოლიზმური ცვლილებები იშემიის პირველი ორი დღის განმავლობაში გამოიხატება ენერგეტიკულ ცვლაში მონაწი-



ლე ფერმენტული სისტემების აქტივობის ზომიერი მომატებით. იშემიის მომდევნო ვადებში ადგილი აქვს ერთი მხრივ, უანგვა-აღდგენით ფერმენტების აქტივობის პროგრესირებად დაქვეითებას კუნთოვან ბოჭკოებში, ხოლო მეორე მხრივ იმ ფერმენტული სისტემების აქტივობის არაადექვატურ ცვლილებებს (ფოსფორილაზა, მჟავე და ტუტე ფოსფატაზები), რომლებიც მონაწილეობას ღებულობენ გლიკოგენისა და არაორგანული ფოსფორის კატალიზის პროცესებში. იშემიის ხანდაზმულობასთან ერთად ენერგეტიკული ცვლის დარღვევები კუნთოვან ბოჭკოებში კიდევ უფრო ღრმავდება და იგი დიფუზურად არის გავრცელებული გულის ყველა უბნებში.

სპეციფიური სისტემის ბოჭკოებში ფერმენტთა აქტივობის ცვლილებები არათანაბარი ინტენსივობითა და გავრცელებით არის გამოხატული გამტარი სისტემის სხვადასხვა ნაწილებში. კერძოდ, თუ იშემიის პირველი 24 საათის განმავლობაში აღინიშნება გამტარი სისტემის, როგორც ცენტრული კვანძება. ისე პერიფერიული დაბოლოებების მეტაბოლიზმურ ცვლაში მონაწილე ფერმენტული სისტემების აქტივობის მომატება, იშემიიდან 48 საათის გავლის შემდეგ გამტარი სისტემის ერთ-ერთ რომელიმე უბანში, უფრო ხშირად სინუსის ან აშოფ-ტავარას კვანძების, იშვიათად ჰისის კონისა და მისი რომელიმე ფეხის ბოჭკოებში ადგილი აქვს ფერმენტული სისტემების აქტივობის კერობრივ დათრგუნვას. ეს ჰისტოქიმიურად გამოიხატა გამტარი სისტემის ბოჭკოებში ფერმენტების — ქოლინესთერაზის, დეჰიდროგენაზების, ფოსფორილაზისა და ტუტე ფოსფატაზის აქტივობის ზომიერი და მკვეთრი დაქვეითებით.

იშემიის მომდევნო ვადებში (3—10 დღე) დისმეტაბოლიზმური სიტუაციები, გამოხატული ქოლინესთერაზისა და ენერგეტიკულ ცვლაში მონაწილე ფერმენტთა სისტემების დაქვეითებით, უპირატესად მოიცავს გამტარი სისტემის ცენტრულ ნაწილებს — სინუსისა და აშოფ-ტავარას კვანძებს და ჰისის კონის ბოჭკოებს. გამტარი სისტემის პერიფერიული დაბოლოებანი — ჰისის კონის ფეხებისა და პურკინეს ბოჭკოების სახით რაიმე არსებით ცვლილებას არ განიცდიან.

ფერმენტთა აქტივობის შეფარდება გამტარი სისტემისა და გულის კუნთის ბოჭკოებს შორის გვიჩვენებს, რომ იშემიის დროს ორივე სისტემის კუნთოვან ბოჭკოებში ადგილი აქვს თვისობრივად ერთნაირი ხარისხისა და მიმართულებას მეტაბოლიზმის: დარღვევებს, მაგრამ ისინი რაოდენობრივი თვალსაზრისით გაცილებით უფრო მძიმედ და დაბალიდ არიან გამოხატული გამტარი სისტემის ბოჭკოებში, ვიდრე გულის კუნთოვან ბოჭკოებში. ამავე დროს დისმეტაბოლიზმური პროცესები სპეციფიურ ბოჭკოებში იწყება გაცილებით უფრო ადრე, ვიდრე გულის კუნთის ბოჭკოებში.

ამასთანავე აღსანიშნავია, რომ მეტაბოლიზმური დარღვევები განსაკუთრებით არას გამოხატულია გამტარი სისტემის ცენტრულ ნაწილებში, რომელთა ნორმალურ მოქმედებაზე დამოკიდებულია გულის რითმიკისა და მოკარდის კუნთოვან ბოჭკოების უშუალოდ ადექვატური დონის შენარჩუნება.

ამრიგად, გულის ინფარქტის დროს ადგილი აქვს არა მარტო გულის არა-იშემიური უბნების დისცირკულაციურ და დისმეტაბოლიზმურ ცვლილებებს,

არამედ გულის რითმულ ავტონიტიკის მარეგულირებელი სისტემის — გამტარი სისტემის ბოჭკოების იშემიურ და დისმეტაბოლიზმურ ცვლილებებსაც.

მაშასადამე შეიძლება გვიჩქროთ, რომ მიოკარდის ინფარქტის შედეგად განვითარებული გულის მწვავე უკმარისობა გაპირობებული უნდა იყოს არა მარტო იშემიურ ზონის ლოკალიზაციით და გავრცელებით გულის კუნთში, არამედ დისმეტაბოლიზმური პროცესების გავრცელებითაც გულის გამტარი სისტემის ბოჭკოებში.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტი
 (შემოვიდა 8.5.1968)

ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ

Н. Д. БАКРАДЗЕ

ГИСТОЭНЗИМОХИМИЯ ПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ СЕРДЦА ПРИ ОСТРОЙ ИШЕМИИ МИОКАРДА

Резюме

Изучены гистохимические изменения активности ряда ферментов (дегидрогеназ, ацетилхолинэстеразы, фосфорилазы, кислой и щелочной фосфатаз) в различных отделах проводящей системы сердца в условиях экспериментального инфаркта миокарда у собак, продолжавшегося от 30 минут до 10 суток.

Установлено, что спустя 24—48 часов после сужения левой нисходящей коронарной артерии в синусном и атрио-вентрикулярном узлах и пучке Гисса наблюдается неравномерное понижение активности ферментов, участвующих в различных звеньях метаболизма специфических волокон — медиаторном, транспорте электронов, окислительном фосфорилировании, гликолитическом, катализе неорганического фосфора и др. В то же время в остальных отделах проводящей системы — левой и правой ножках пучка Гисса и волокнах Пуркинье скольконибудь заметных изменений активности ферментов не отмечается.

დაბოწვაბული ლიტბატურბ — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. К. Жгеити, И. Я. Татишвили и др. Труды IV Всесоюзного съезда патологоанатомов, Кишинев, 1967, 126—130.
2. С. С. Вайль. Функциональная морфология нарушений деятельности сердца. Л., 1960.
3. А. В. Смоляников, Т. А. Наддачина. Патологическая анатомия коронарной недостаточности. М., 1963.
4. А. И. Струков, Е. Ф. Лушников, К. А. Горнак. Гистохимия инфаркта миокарда. М., 1967.
5. ნ. ბაკრაძე, ი. ქუმბუტიძე. მიოკარდის ინფარქტი და მისი შეურწლობბ. თბილისი, 1967.



ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ

Т. Г. БАРАМИДЗЕ, М. Б. ДЖАНЕЛИДЗЕ

К ВОПРОСУ О СОСТОЯНИИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ ПРИ РЕНТГЕНОТЕРАПИИ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 16.5.1968)

Сложность лучевого лечения заключается в том, что, наряду с лечебным эффектом, т. е. расплавлением опухоли под действием ионизирующего излучения, имеют место побочные явления проникающей радиации [1—3]. В первую очередь это относится к лучевому угнетению системы крови, одной из наиболее чувствительных к лучевым воздействиям. Причем картина периферической крови при облучении играет для актинотерапевта роль индикатора, выявляющего как факт облученности организма, так и нюансы этого явления, в частности характер индивидуальной лучевой чувствительности, возможности и перспективность дальнейшей лучевой противоопухолевой нагрузки и т. д.

Нами была поставлена цель определить состояние периферической крови у тех больных раком молочной железы, которым проводилось комбинированное противобластомное лечение, т. е. радикальная мастэктомия с последующим рентгеновским облучением сперационного поля, включая подмышечные, под- и надключичные области.

Были изучены 214 женщины с диагностированным у них раком молочной железы, лечившиеся в нашем стационаре за период с 1946 по 1962 г. В 86 случаях имел место рак первой стадии, в 88—второй стадии и 40 — третьей стадии. Женщин до 30 лет было 14, до 40 лет — 67, до 50 лет — 89, до 60 лет — 36 и выше — девять.

Облучение наших больных проводилось аппаратом РУМ-3 при напряжении 200 кв, силе тока 10 мА, кожно-фокусном расстоянии 30 см, фильтре 0,5—1 мм Си, минутной интенсивности 30 р.

Больным с первой и второй стадией болезни проводилось облучение дозой 2000—4000 р, а больным с третьей стадией — дозой 6000 р.

Как известно из литературы [4—8], угнетение кроветворения облучением проходит в своем развитии четыре периода: лабильной устойчивости, выраженного угнетения форменных элементов крови, стабилизации и последующего глубокого угнетения их. При этом наиболее демонстративно угнетение белых кровяных телец, выражающееся в снижении общего количества лейкоцитов за счет преимущественно сегментоядерных нейтрофилов и лимфоцитов. Значительные лучевые дозы (выше

8000 р) вызывают также эритроцитопению и тромбоцитопению. РОЭ, как правило, повышена.

При сопутствующих или при осложняющих злокачественный процесс воспалительных заболеваниях, при росте и разрушении опухоли может наблюдаться лейкоцитоз (сегментоядерный нейтрофилез), могущий завуалировать картину облученности организма, и в этом случае лимфопения является наиболее достоверным показателем лучевого угнетения кроветворения.

Что касается рентгенотерапии рака молочной железы, то небольшие в большинстве своем дозы ее дают возможность выяснить пассажи инициальных лучевых реакций. В табл. 1 приводятся данные об изменении общего количества лейкоцитов периферической крови у наших больных при их рентгенотерапии.

Таблица 1

Изменение общего количества лейкоцитов у больных раком молочной железы в связи со стадией болезни и величиной лучевой дозы

Стадия болезни	Лучевая доза, р	Общее количество лейкоцитов периферической крови у больных (число их)			Всего больных (по стадиям)
		в норме	снижено	увеличено	
I	до облучения	63,5% (54)	12,5% (11)	24 % (21)	86
II		66 % (57)	11,5% (11)	22,5% (20)	88
III		25 % (10)	2 % (5)	63 % (25)	40
Всего у больных		57 % (121)	13 % (27)	30 % (66)	214
I	2000	58 % (50)	22 % (19)	19 % (17)	86
II		57 % (51)	22 % (20)	18 % (17)	88
III		32 % (23)	5 % (2)	63 % (25)	40
Всего у больных		53 % (124)	20 % (41)	27 % (59)	214
I	40%	70 % (61)	17 % (14)	13 % (11)	86
II		69 % (61)	16 % (14)	15 % (13)	88
III		20 % (8)	20 % (8)	60 % (24)	40
Всего у больных		60,6% (130)	17 % (36)	22,4% (48)	214
I	6000	—	—	—	—
II		—	—	—	—
III		45 % (18)	25 % (10)	36 % (12)	40
Всего у больных		45 % (18)	25 % (10)	36 % (12)	40

Как явствует из табл. 1, к началу лучевого лечения, т. е. в послеоперационный период, у большего числа больных (63—65%) с первой и второй стадией болезни количество лейкоцитов было в пределах нормы. Иными словами, не наблюдалось существенной разницы в крови этих больных в связи с начальными формами ракового роста. При третьей же стадии отмечался более выраженный лейкоцитоз (до 63% случаев), связанный, очевидно, как с имевшим место воздействием кан-

церозных факторов, так и с усилением сопутствующих воспалительных процессов [7, 9].

При облучении больных дозами до 2000 р число женщин с нормальным количеством лейкоцитов продолжает преобладать. Несмотря на это, число больных с лейкопенией демонстративно увеличивается с 13 до 20%. Эта же тенденция проявляется при снижении увеличенного количества лейкоцитов с пополнением ими группы больных с нормальными показателями белых кровяных телец.

При увеличении лучевой нагрузки до 4000 р число больных с лейкопенией несколько уменьшается (до 17%), чтобы вновь увеличиться (до 25%) при облучении дозой 6000 р.

Создается впечатление, что увеличивающаяся лучевая нагрузка вызывает увеличение противолучевой активности организма, преодолеваемой дальнейшим облучением.

С целью анализа измененного количества лейкоцитов при облучении необходимо изучение в динамике отдельных элементов их (см. табл. 2).

Таблица 2

Влияние рентгенотерапии рака молочной железы на отдельные элементы белой крови

Количество элементов белой крови облучаемых больных	Исходные данные (число больных)	При дозе 2000 р	При дозе 4000 р	При дозе 6000 р
Сегментоядерные нейтрофилы:				
в норме	60% (128)	54% (116)	74% (157)	57,5% (23)
увеличены	28% (60)	26% (56)	28% (60)	22,5% (9)
снижены	12% (26)	18% (38)	15% (32)	20% (8)
Палочкоядерные нейтрофилы:				
в норме	71% (152)	80% (171)	59% (126)	38% (8)
увеличены	29% (62)	15% (32)	36% (77)	56% (23)
снижены	—	5% (11)	5% (11)	6% (2)
Эозинофилы:				
в норме	51% (109)	34% (73)	47% (101)	54% (22)
увеличены	34% (73)	15% (32)	18% (17)	20% (8)
снижены	15% (32)	50% (107)	35% (75)	26% (14)
Лимфоциты:				
в норме	80% (171)	80% (117)	68% (146)	62% (25)
увеличены	10% (21)	18% (17)	2% (4)	2% (4)
снижены	10% (21)	2% (4)	31% (66)	26% (14)

Как видно из табл. 2, более чем в половине случаев (54—74%) облучение не вызывает существенных изменений со стороны сегментоядерных нейтрофилов, однако у целого ряда женщин, вероятно, наиболее чувствительных к облучению, отмечается изменение сегментоядерных форм как в сторону увеличения их (22,5—28%), так и в сторону

снижения (15—20%). Это снижение для актинотерапевта представляет большой практический интерес. Причем если при дозе 2000 р число больных со снижением сегментоядерных нейтрофилов достигает 18%, то при дозе 4000 р оно не превышает 15%. Зато при последней дозе начинается выявляться лимфопения (в 31% случаев), т. е. лейкопения у этих больных происходит за счет лимфоцитов.

Согласно литературным данным [4, 7, 9, 10], угнетение кроветворения значительными лучевыми дозами (8000—15000 р) проходит две фазы, причем лейкопения за счет сегментоядерных нейтрофилов имеет место в первой фазе (при дозе 8000—10000 р), сменяясь во второй фазе (10000—15000 р) более демонстративной лимфопенией. Аналогичные явления у наших пациентов создают мнение о том, что при рентгенотерапии рака молочной железы угнетение аппарата белой крови повторяет как бы в миниатюре изменение крови при ее угнетении массивными лучевыми дозами.

Из этой же таблицы видно, что лучевое лечение способствует также снижению эозинофилов (у 50% женщин), в то время как количество палочкоядерных нейтрофилов у тех же рентгеночувствительных больных даже повышается. Поэтому имеющийся при облучении определенный процент эозинофилий (у 18—19% больных) требует клинической оценки, учитывающей состояние организма, перенесшего тяжелую оперативную травму и подвергающегося лучевой нагрузке.

Оказалось, что эозинофилия до облучения не связана с послеоперационным состоянием организма или, во всяком случае, не может быть увязана с ним. Периферическая кровь организма, ослабленного оперативной травмой либо сопутствующим воспалительным состоянием, особенно в пожилом возрасте, к концу облучения выявляет эозинофилию — обычно на фоне лейкоцитоза и лимфопении, а также анемии. Возникновение эозинофилии связано, по-видимому, с истощением и аллергическим состоянием организма, вызванным продуктами распада тканей.

Эритроциты у 88 человек (41%) к началу облучения были снижены. Рентгенотерапия, как правило, сопровождалась повышением абсолютного количества их до нормы, очевидно, вследствие ирритации эритропоэза лучевыми дозами данной величины. Существенных изменений числа тромбоцитов у наших больных выявлено не было.

Выводы

1. При первой и второй стадиях рака молочной железы в гемограммах больных перед рентгенотерапией существенных отличий не выявляется, при третьей стадии отмечается лейкоцитоз (до 63% случаев).

2. Более чем у половины женщин периферическая кровь не подвергалась угнетению применяемыми лучевыми дозами (2000, 4000, 6000 р).

3. У ряда больных (12—22%) наблюдалось снижение числа белых кровяных телец вследствие угнетения лейкопоза облучением, а у ряда других (22—30%) имел место лейкоцитоз, который мог завуалировать картину облученности.

4. При лейкоцитозе наиболее демонстративным показателем лучевого угнетения кроветворения была лимфопения.

5. В ряде случаев у больных к концу лучевого курса начинала выявляться эозинофилия (18—20%), которая сочеталась обычно с лейкоцитозом и лимфопенией.

6. В 41% случаев у больных к началу облучения отмечалась эритроцитопения, которая в конце лучевого курса сменялась нормальными показателями красных кровяных телец.

7. Все вышеуказанное говорит о необходимости строгой оценки гемограмм облучаемых больных с целью предотвращения угнетения процессов кроветворения рентгеновским облучением у наиболее чувствительных к лучевым факторам индивидуумов.

Институт онкологии МЗ ГССР

(Поступило 22.5.1968)

კათოლიკოსობის ანატომია

თ. ბარამიძე, ვ. ჯანელიძე

სარკმეში ჯირკვლის კიბოთი დაავადებულთა პერიფერიული სისხლის ცვლილებები რენტგენოთერაპიის ფონზე

რეზიუმე

შესწავლილია სარკმევე ჯირკვლის კიბოთი დაავადებულთა 214 ქალის კომბინირებული მეთოდით მკურნალობისას — რადიკალური მასტექტომია, საოპერაციო უბნის, აგრეთვე ილიის, ლაეიწქვეშა და ლაეიწზედა მიდამოების შემდგომი რენტგენის სხივებით დასხივებისა — პერიფერიული სისხლის ცვლილებები.

დაავადების I და II სტადიებში ყველა ავადმყოფებში დასხივების დოზები შეადგენდა 2000, 4000 რენტგენს, ხოლო III სტადიაში—6000 რენტგენს. დაავადების I და II სტადიებში დასხივებამდე სისხლის სურათის მხრივ არსებითი ცვლილებები არ აღინიშნებოდა, III სტადიაში ადგილი ჰქონდა ლეიკოციტოზის განვითარებას შემთხვევების 63%-ში. დადგენილ იქნა, რომ ნახევარზე მეტ შემთხვევებში — 2000, 4000 და 6000 რენტგენის ზემოქმედება ლეიკოპოეზის დათრგუნვას არ იწვევდა.

ავადმყოფთა 12—22%-ში ლეიკოპოეზის დათრგუნვის გამო ადგილი ჰქონდა ლეიკოციტების რიცხვის შემცირებას, მრავალ ავადმყოფში (14—63%) კი

პირიქით, ადგილი ჰქონდა ლეიკოციტოზის განვითარებას, რომელიც დასხივებისათვის დამახასიათებელი სურათის წაშლას იწვევდა.

სხივური მოქმედების ყველაზე დემონსტრაციული მაჩვენებელი ლეიკოციტოზის ფონზე აღინიშნა ლიმფოპენიის განვითარება (31%). ხანშიშესულ პაციენტებში სხივური თერაპიის კურსის ჩათავებისას ადგილი ჰქონდა ეოზინოფილიის გამოვლინებას (18—20%), რაც ჩვეულებრივად თან ახლდა ლეიკოციტოზსა და ლიმფოპენიას.

შემთხვევების 41%-ში დასხივების დასაწყისში აღნიშნული ერთროციტოპენია სხივური თერაპიის ბოლოს ნორმალურ მაჩვენებლებს უბრუნდებოდა.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Б. И. Архангельский. Лучи рентгена и радия в гинекологии и акушерстве. М., 1928, 121.
2. Основы радиационной биологии, под ред. А. И. Кузина и Н. М. Шапиро. М., 1964, 286.
3. М. Б. Шитикова. Журнал патологической физиологии и экспериментальной терапии, I, 1958, 22—27.
4. Г. А. Алексеев. Материалы конференции по проблеме «Лучевая болезнь». Л., 1960, 201—204.
5. Г. Г. Байсоголов. Медицинская радиология, 12, 1963, 25—31.
6. Е. В. Гольдберг. Изменения системы крови при хроническом действии малых доз ионизирующих излучений. Томск, 1964, 21.
7. А. В. Козлова, А. С. Климова. Медицинская радиология, 3, 1963, 27—34.
8. М. С. Лаптева-Попова. Медицинская радиология, 2, 1958, 53—60.
9. А. А. Багдасаров. Терапевтический архив, т. 28, 3, 1956, 21—40.
10. А. Н. Петрова. Медицинская радиология, 3, 1966, 3—12.



ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ

Н. А. ГЕОРГБИАНИ

СТРУКТУРНЫЕ И НЕКОТОРЫЕ ГИСТОХИМИЧЕСКИЕ
ИЗМЕНЕНИЯ АУТОВЕНОЗНОГО АОРТО-БЕДРЕННОГО ШУНТА

(Представлено академиком К. Д. Эристави 2.7.1968)

В лечении различных заболеваний аорты и магистральных артерий с применением восстановительных операций одним из основных и далеко не решенных вопросов является выбор трансплантата. Для восстановления проходимости упомянутых сосудов были применены ауто-трансплантаты вены и артерии, консервированные разными методами: аортальные и артериальные гетеро- и гомотрансплантаты, искусственные сосудистые протезы, изготовленные из разного аллопластического материала, и т. д. Вопрос, какому из них отдать предпочтение, по сей день является дискуссионным. Вместе с тем, для успеха пластики аорты и магистральных артерий он имеет весьма важное значение, поскольку довольно часты непосредственные и отдаленные осложнения, сводящие оперативные вмешательства на нет, непосредственно связаны с видом трансплантата.

При сегментарных атеросклеротических акклюзиях артерии нижних конечностей первые восстановительные операции, в частности обходной анастомоз с использованием собственной вены больного, были выполнены Кулиным в 1949 г. В дальнейшем аутовены при этой патологии были использованы довольно большим числом хирургов [1—5], которые отдавали им предпочтение при замещении артерий.

В литературе встречаются противоречивые данные о пригодности аутовены для восстановления проходимости артерий, тем более аорты. Отрицательную оценку венозных ауто-трансплантатов находим в работах А. Н. Бакулева, Е. Н. Мешалкина [6] и др.

Учитывая вышесказанное, мы поставили перед собой задачу в условиях эксперимента, на собаках, провести такое исследование, которое по возможности позволило бы изучить аутовенозный трансплантат после его длительного пребывания в организме реципиента в артерию, и проследить за процессом перестройки пересаженной вены в условиях новой функциональной ее нагрузки. Принималось во внимание и то, что в доступной литературе нам не встретилось ни одного специального сообщения, в котором использовались бы гистохимические методы исследования при микроморфологической оценке состояния



аутолены, чем представлялась бы возможность суждения о развитии тех ранних структурных и наиболее тонких гистохимических внутриклеточных сдвигов, которые происходят в аутовене при ее пересадке в брюшную аорту или в артерию. Наблюдения проводились на 10 беспородных собаках весом от 16 до 30 кг.

Осуществлялся обходной анастомоз путем соединения брюшной аорты с бедренной артерией с помощью аутолены бедра с выделением последней из фасциального влагалища. Операция выполнялась под эфирно-кислородным наркозом.

Разрез длиной 20 см в левой подвздошно-бедренной области обнажал бедренную артерию и вену. Вена иссекалась между двумя лигатурами длиной 6—12 см и тотчас же помещалась в 0,5% раствор новокаина. Разрез продолжался выше — параректально. Вскрывалась брюшная полость и выделялся дистальный сегмент брюшной аорты ниже уровня отхождения почечных артерий. После пережатия сегмента брюшной аорты, избранного для наложения соустья на ее передне-боковую поверхность, создавалось овальное отверстие, просвет которого орошался слабым раствором гепарина. Производилась реверсия аутолены, и ее проксимальный конец отрезался под углом 45°. Затем аутовена атрауматической иглой фиксировалась к аорте двумя П-образными швами и между ними накладывался непрерывный обычный овальный шов.

После создания проксимального анастомоза протез проводился под пупартовой связкой и через бедренный канал подводился к бедренной артерии, накладывался дистальный анастомоз шунта по типу «конец аутолены в бок бедренной артерии». После наложения обходного анастомоза между проксимальным и дистальным анастомозами перевязывалась магистральная артерия, после чего вводились антибиотики и рана зашивалась наглухо.

Прекращение кровотока в аорте на 30—40 минут в наблюдениях этой серии не вызывало каких-либо осложнений. Подопытные животные забивались через 1, 6, 12, 15 и 18 месяцев после пластики для гистопатоморфологических исследований.

Весь исследуемый материал — аутовена — из места наложения анастомозов забирался сразу же после забития подопытного животного, что позволяло получать свежий материал для микроморфологического и гистохимического исследования. Вырезанные кусочки аутолены выдерживались в фиксаторе Карнуа (2 часа) и в 10—12% растворе нейтрального формалина в течение 30 суток.

Из исследуемых кусочков аутолены приготавливались парафиновые и формалиновые блоки, которые в первом случае нарезались на ротационном, а во втором — на замораживающем микротоме.

Приготовленные срезы (парафиновые толщиной 5—7 мк, формалиновые 15—20 мк) окрашивались обычными морфологическими и специальными гистохимическими методами (гематоксилин-эозином, пикрофуксином по Ван-Гизону), импрегнацией солями серебра по Гомори на основное аргирофильное вещество и на выявление эластических волокон орсеином.

В двух из десяти наших наблюдений отмечены детальные исходы. Одна собака (№ 27) погибла на 7-е сутки в результате развившейся эмболии правой легочной артерии, другая же (№ 208) — на 6-й день от кровотечения, развившегося в результате расхождения швов.

Как показали результаты собственных наблюдений, спустя месяц стенка аутотрансплантированной вены не претерпевает заметных структурных и гистохимических изменений. Все слои вены четко разграничены. В среднем слое обнаруживается много мышечных волокон, образующих продольно идущие пучки. Интима выстлана эндотелиальными клетками. В толще вены коллагеновые волокна красятся в ярко-красный цвет. В адвентиции последние образуют пучки, идущие в различных направлениях, в мышечном и внутреннем слоях они идут в продольном направлении.

Во всех слоях вены видны эластические волокна. Внутренняя эластическая мембрана выражена отчетливо. В мышечном слое встречаются тончайшие аргирофильные волокна, окрашенные в черный цвет.

В наблюдениях, когда подопытные животные забивались через 6 месяцев после аутопластики, граница между отдельными слоями представлена сравнительно отчетливо. Наблюдается незначительное утолщение мышечного и внутреннего слоев с интимой, окрашенной эозином в темно-розовый цвет. Целостность интимы не нарушена. Адвентиция слегка разрыхлена, видны интрамуральные сосуды. Коллагеновые волокна окрашиваются в бледные тона красного цвета.

Эластические волокна представлены в мышечном слое в виде пучков, их много в интиме. В среднем и внутреннем слоях вены обнаруживается большое количество тончайших аргирофильных волокон. В адвентиции аргирофильное вещество представлено в виде слегка огрубевших пучков и небольших глыбок, окрашенных в черный цвет.

Таким образом, спустя 6 месяцев после аутопластики вена сохраняет свое строение. К этому периоду уже намечаются некоторое утолщение ее мышечного и внутреннего слоев и гиперплазия эластических волокон. Основное аргирофильное вещество представлено в виде слегка огрубевших волокон.

При забитии животных через 12 месяцев после аутопластики отмечается заметное утолщение среднего и внутреннего слоев, в которых просматривается множество мышечных волокон; наружный слой не-



сколько утоньшен, в нем местами встречаются интрамуральные сосуды, волокнистые структуры его несколько разрушены.

В толще вены обнаруживаются коллагеновые волокна, окрашивающиеся в красный цвет, их обильное количество встречается и в наружном соединительнотканном слое. В среднем и внутреннем слоях имеется большое количество эластических волокон, образующих пучки, окрашивающиеся орсеином в бледные тона красного цвета с коричневатым оттенком. В вене местами видны огрубевшие отдельные пучки аргирофильных волокон.

Таким образом, к 12-му месяцу после аутопластики вена сохраняет свои структурные особенности на фоне заметного утолщения мышечного слоя и интимы, а также наружного соединительнотканного с огрубением аргирофильной стромы всей сосудистой стенки. В мышечном и внутреннем слоях вены много эластических волокон.

Спустя 15 и 18 месяцев после аутопластики их структурные и гистохимические особенности примерно одинаковы и выражены резче, чем в наблюдениях с годичной давностью. В этих случаях при микроморфологическом исследовании мышечный слой и интима заметно утолщены, а адвентиция утоньшена и представлена весьма узкой полосой. В толще вены эластическая ткань распределена неравномерно. Она в большом количестве встречается в среднем и внутреннем слоях и представлена там волокнами. Коллагеновые волокна стенки вены дают ярко-красную окраску и в мышечном слое и адвентиции образуют пучки.

В мышечном и внутреннем слоях вены аргирофильная строма представлена в виде огрубевших волокон черного цвета. В адвентиции основное аргирофильное вещество представлено в виде отдельных прослоек, окрашенных в черный цвет.

Таким образом, к 15 и 18-му месяцам аутотрансплантированная вена в артерии сохраняет свою архитеконику. Отмечаются выраженное утолщение внутреннего слоя, меди и утоньшение адвентиции. В мышечном слое и интима много коллагеновых и эластических волокон. Аргирофильная строма представлена огрубевшими волокнами основного аргирофильного вещества.

Во всех вышеперечисленных случаях аутотрансплантированная вена в основном сохраняет свою структуру.

Так, к 1-му месяцу вена не претерпевает заметных структурных и гистохимических изменений. Однако к 6-му месяцу уже намечается некоторое утолщение среднего и внутреннего слоев с огрубением аргирофильной стромы толщи вены.

Подобное утолщение меди и интимы получает свое дальнейшее развитие к 15 и 18-му месяцам после операции, когда, помимо выра-

женного утолщения внутреннего и среднего слоев, отмечается более или менее выраженное огрубение аргирофильной стромы аутотрансплантированной вены с утоньшением наружного ее соединительнотканного слоя.

Все вышеизложенное позволяет отметить, что во всех опытах структурные особенности аутотрансплантированной вены сохраняются, хотя с 6-го месяца начинается и к 12, 15 и 18-му месяцам заканчивается функциональная перестройка вены по типу артериализации, на что указывает все увеличивающееся утолщение мышечного и внутреннего слоев на фоне заметного огрубения аргирофильной стромы самой вены и заметного утоньшения наружного соединительнотканного слоя.

Таким образом, сопоставление морфо-гистохимических особенностей аутовены при наложении обходного анастомоза показало, что аутовена в основном сохраняет свое строение как при ранних, так и при поздних сроках пластики.

В заключение следует указать, что аутовена обладает рядом преимуществ перед другими видами трансплантатов как вполне надежный пластический материал, всегда имеющийся под рукой хирурга. Следовательно, собственную бедренную вену можно рекомендовать в качестве надежного пластического материала для замещения артерии нижних конечностей при их заболеваниях и травматических повреждениях.

Институт экспериментальной
и клинической хирургии
Тбилиси

(Поступило 3.7.1968)

პათოლოგიური ანატომია

ბ. ზორგოზიანი

აუტოტრანსპლანტირებული აორტოგრაფიის უშნის სტრუქტურული
და ზოგადი ჰისტოქიმიური ცვლილება

რეზიუმე

დაკვირვება ჩატარდა 10 უჯიშო ძალზე, წონით 16—30 კილოგრამამდე. მუცლის აორტასა და ბარძაყის არტერიას შორის იქმნებოდა შემოვლითი ანასტოზოზი ბარძაყის აუტოვენით, ფასციულური ბუდიდან მისი გამოყოფით. ოპერაციები კეთდებოდა ეთერენგბადის ნარკოზით. საცდელს ცხოველებს ვკლავდით პლასტიკიდან 1, 6, 12, 15 და 18 თვის შემდეგ. აღებული მასალა შეისწავლებოდა მიკრომორფოლოგიური და ჰისტოქიმიური მეთოდებით. დაკვირვების ადრეულ პერიოდში (1—6 თვე) აუტოვენა მთლიანად ინარჩუნებს თავის შენებას. მხოლოდ აღინიშნება კუნთოვანი შრისა და ანთინის გასქელება, შიგნითა ელასტიური მემბრანის ნაწილობრივი გაუხეშება მათში

ელასტიური და კოლაგენური ბოჭკოების არსებობით. ძირითადი არგიროფილური ნივთიერების ბოჭკოები განიცდიან უმნიშვნელო გაუხეშებას. მოგვიანებით (12—15—18 თვე) კუნთოვანი და შიგნითა შრეების გასქელება გამოხატულია უფრო მკვეთრად, ძირითადი არგიროფილური ნივთიერების მნიშვნელოვანი გაუხეშებით. ელასტიური ბოჭკოები განაწილებულია ვენის სისქეში არათანაბრად, იგი დიდი რაოდენობით გვხვდება შუა და შიგნითა შრეებში. კოლაგენური ბოჭკოები კუნთოვან შრეში და ადვენტიციაში წარმოქმნიან კონებს.

ბარძაყის საკუთარ ვენას აქვს რიგი უპირატესობანი სხვა სახის ტრანსპლანტატებთან შედარებით. აქედან გამომდინარე, დასაშვებად მიგვაჩნია და ვურჩევთ მის კლინიკის პირობებში გამოყენებას ქვედა კიდურების არტერიების შენაცვლების საჭიროების დროს.

დამოუწმებელი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Т. Н. Клекова. Заболевания кровеносных сосудов нижних конечностей и их лечение, вып. 10, Л., 1960.
2. Н. П. Петрова. Вестник хирургии, 84, 6, 1960, 28—80.
3. И. А. Джавахишвили, М. Э. Комахидзе. Материалы научной сессии Тбилисского НИИ травматологии и ортопедии и Республ. научного о-ва травматологов и ортопедов, посвященной 40-й годовщине Советской Грузии, 1961, 110—111.
4. Б. М. Даценко, М. А. Тищенко. Хирургия, 11, 1964, 50—57.
5. И. И. Шиманко, А. М. Суслев. Вестник хирургии, 96, 1, 1966, 103—107.
6. А. Н. Бакулев, Е. Н. Мешалкин. Вестник хирургии, 77, 11, 1956, 52—57.



НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

К. Ш. НАДАРЕИШВИЛИ, А. Р. КЕЗЕЛИ

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ
 В РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛАХ МОЗГА В ХРОНИЧЕСКОМ
 ЭКСПЕРИМЕНТЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Н. Бакурадзе 4.5.1968)

Единственным методом, позволяющим проводить достоверные количественные измерения величины локального кровообращения в подкорковых структурах, является ауторадиография срезов различных отделов мозга после введения животным радиоактивных препаратов [1—3]. Термографический метод, предложенный Гиббсом [4] и применяемый в различных модификациях [5—8], хотя и позволяет регистрировать изменения локального кровообращения в динамике в условиях хронического эксперимента, дает лишь качественную, притом не всегда однозначную информацию о направленности сосудистой реакции. Тем не менее этот метод дает возможность относительного количественного определения величины эффективной теплопроводности тканей — $\lambda_{эф}$ [9, 10]. Более того, так как разность эффектов теплоотдачи от нагретого сферического тела, расположенного внутри паренхиматозного органа или тканей животного, в условиях циркуляции и без нее ($\Delta\lambda_{эф}$) должна зависеть только от интенсивности кровотока, является возможность определения абсолютной величины кровотока.

Сначала Грейсон [9], а затем и другие авторы [10—14] применили этот принцип для оценки кровотока в различных органах и тканях, используя термозонды, обогреваемые электрическим током на несколько градусов больше температуры тканей. При известных значениях тока подогревателя (I) и избыточной температуры (ΔT) можно рассчитать эффективную теплопроводность ткани:

$$\lambda_{эф} = k \frac{I^2}{\Delta T} \cdot \text{см}^2/\text{м} \cdot \text{град}, \quad (1)$$

где k — коэффициент пропорциональности, эмпирически определяемый для каждого термозонда. Однако большие разногласия возникают при попытках перейти от $\lambda_{эф}$ к абсолютной величине кровотока [9—14].

На основании вышеизложенного принципа при помощи термозондов были исследованы особенности объема кровотока в различных органах и тканях [9—14]. Однако для изучения объема кровотока в функционально и структурно обособленных системах мозга небольшого объема по целому ряду причин этот способ не может быть применен без существенных изменений методического подхода, а также

без должного обоснования правомерности использования принципа методики вообще.

Для решения поставленной задачи при помощи предлагаемой методики необходимо, чтобы соблюдались следующие требования:

1. В различных условиях эксперимента функциональные изменения, обусловленные внутренними интегративными процессами и происходящие в ответ на синхронное адекватное раздражение парных сенсорных систем, и, следовательно, связанные с ними приспособительные реакции локального кровообращения в симметричных областях мозга животных происходят одинаково. Иными словами, разность температур между симметричными областями мозга в процессе нормальной жизнедеятельности является величиной постоянной и колеблется в пределах нуля.

2. Локальный прогрев в диапазоне 1° небольшого объема одного из парных отделов мозга не вызывает значительных функциональных изменений и интенсивности кровообращения как в ипсилатеральной, так и в симметричной области контралатеральной стороны.

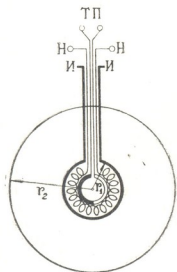


Рис. 1. Схема термодатчика с обогревателем: r_1 —радиус сферического кончика термозонда (объемом v_1); r_2 —радиус сферического объема ткани мозга (v_2); ТП—выводы термпары; Н—выводы нагревающей спирали; И—изоляция. Объяснения в тексте

3. Ткань мозга, содержащая клетки различного функционального назначения (нейроны, макро- и микроглия, клетки стенок сосудов, соединительной ткани, форменные элементы крови и т. д.), а также различные неклеточные элементы (плазма, ликвор, волокнистые структуры соединительной ткани и т. д.), в исследуемом объеме мозга при отсутствии кровообращения, т. е. после прекращения сердечной деятельности, является средней изотермичной и гомогенной в смысле теплоемкости и теплопроводности.

В случае правомерности указанных допущений поток тепла от небольшого сферического источника объемом v_1 и радиусом r_1 (рис. 1), расположенного внутри ткани мозга, будет подчиняться закону Фурье для изотропных сред и со временем должно установиться динамическое равновесие, при котором все тепло, образующееся в об-

еме v_1 , будет рассеиваться с поверхности определенного сферического объема ткани мозга — v_2 , окружающего источник тепла v_1 . При небольшой величине теплообразования и при соизмеримости объемов теплоисточника (v_1) и тепловода (v_2) с объемами структурно и функционально обособленных отделов мозга животного скорость Φ , с которой тепло протекает сквозь элемент изотермической поверхности с площадью A , будет равна

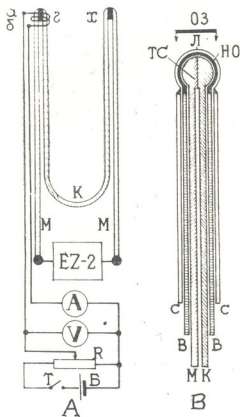


Рис. 2. А—Блок-схема методики: z —обогреваемый термоспай; $a, б$ —выводы обогревателя; x —холодный (опорный) термоспай; K —константановый провод; M —медный провод; $EZ-2$ —высокочувствительный самопишущий потенциометр; A —амперметр; V —вольтметр; R —потенциометр для регулирования обогрева; B —батарея; T —тумблер.

В—Схематическое изображение включаемой термопары с обогревом: масштаб (вверху)—0,3 мм; M —медный провод; K —константановый провод; B —выводы обогревателя; TC —термоспай; HO —напыляемый обогреватель; L —лаковая изоляция; C —стенки стеклянного капилляра. Объяснение я текста

$$\Phi = -KA \frac{dT}{dx} \text{ кал/сек}, \quad (2)$$

где K — теплопроводность вещества в *кал/см·сек. град.*, а dT/dx — градиент температуры вдоль перпендикуляра поверхности распространения тепла или, для нашего конкретного случая, вдоль радиуса сферы v_2 [15—16].

Интегрирование уравнения (2) в случае двух concentрических изотермических сферических поверхностей дает

$$\Phi = -K \frac{4\pi}{(1/r_1 - 1/r_2)} (T_1 - T_2) \text{ кал/сек}, \quad (3)$$

где r_1 и r_2 являются радиусами сфер источника тепла (v_1) и теплоотвода (v_2) соответственно, а T_1 и T_2 — абсолютными температурами на поверхностях сфер v_1 и v_2 . Следовательно, уравнение показывает количество тепла, которое теряется в единицу времени с поверхности сферы радиусом r_2 .

В установившемся режиме с поверхности v_2 в единицу времени теряется столько тепла, сколько образуется в нагревателе v_1 , т. е.

$$\Phi = \frac{Q}{t} \text{ кал/сек} \quad (4) \quad \text{или} \quad \Phi = CIv \text{ вт}, \quad (5)$$

где I — сила тока, t — время, а v — напряжение, падающее на электрическом обогревателе.

Подставив значения уравнений (3) и (5), получаем, что мощность, выделяемая обогревателем при тепловом балансе, равна

$$CIv = -K \frac{4\pi}{1/r_1 - 1/r_2} (T_2 - T_1), \quad (6)$$

и так как в рассматриваемых условиях $T_1 > T_2$, а коэффициент $C = 0,239$, то

$$0,239 I v = K \frac{4\pi \Delta T}{(1/r_1 - 1/r_2)}. \quad (7)$$

Из уравнения (7) можно вычислить радиус сферы r_2 :

$$r_2 = \frac{0,239 I v r_1}{0,239 I v - 4\pi k \Delta T} \text{ см}, \quad (8)$$

где $\Delta T = T_1 - T_2$ и может быть измерена как разность э. д. с. между двумя термопарами, одна из которых обогревается вместе с объемом v_1 , а вторая расположена в симметричной области контралатеральной стороны мозга.

Этим приемом одновременно решается задача стабилизации опорной температуры и устраняется источник ошибки, связанный с колебаниями температуры тела животного. В этих условиях можно принять, что термопара, расположенная в симметричной области мозга, является индикатором величины температуры на поверхности сферы объемом v_2 , вдоль радиуса которой (r_2) уже не определяется значимый градиент температуры, т. е. ΔT соответствует разности температур на поверхностях двух concentрических сфер v_1 и v_2 в условиях, близких к тепловому балансу.

Ввиду того что в зависимости от уровня кровообращения или объемной скорости кровотока ΔT будет различной, рассчитанной по уравнению (8), скорость проведения тепла Φ также окажется переменной величиной. Задача состоит в том, чтобы по изменению ΔT найти абсолютное значение изменения величины кровотока.

При нулевом значении кровотока (труп животного)

$$\Phi_0 = K \frac{4\pi}{(1/r_1 - 1/r_2)} \Delta T_0. \quad (9)$$

а при некотором реальном уровне кровотока

$$\Phi_p = K \frac{4\pi}{(1/r_1 - 1/r_2)} \Delta T_p \quad (10)$$

Разность $\Phi_0 - \Phi_p = \Delta\Phi$, где

$$\Delta\Phi = K \frac{4\pi}{(1/r_1 - 1/r_2)} (\Delta T_0 - \Delta T_p), \quad (11)$$

показывает количество тепла, уносимого в 1 сек кровью, протекающей через объем $(v_2 - v_1)$.

Известно, что количество тепла, поглощаемого веществом массы M , равно

$$Q = CM (t_2 - t_1) \text{ кал}, \quad (12)$$

где C — теплоемкость вещества, а t_2 и t_1 — конечная и начальная температуры соответственно. Из уравнения (12)

$$M = \frac{Q}{C (t_2 - t_1)} \text{ г}. \quad (13)$$

В рассматриваемом случае $Q = \Delta\Phi$. Если в уравнении (13) вместо Q подставить соответствующее значение $\Delta\Phi$, а вместо $(t_2 - t_1)$ — усредненное значение $\frac{\Delta T_p}{2}$, получится

$$M = \frac{2\Delta\Phi}{C\Delta T_p} \text{ г/сек}. \quad (14)$$

Разделив это выражение на весь объем, получим массу крови, протекающей в единицу времени через единицу объема:

$$m = \frac{2\Phi}{C\Delta T_p 4/3 \pi (r_2^3 - r_1^3)} \text{ г} \cdot \text{сек}^{-1} \cdot \text{см}^3 \quad (15)$$

или с учетом плотности крови и ткани мозга, взятой *in mass* ($1,055 \text{ г/см}^3$):

$$m = 5,670 \frac{K}{C} \left(\frac{\Delta T_0 - \Delta T_p}{\Delta T_p} \right) \frac{r_1 r_2}{(r_2 - r_1) (r_2^3 - r_1^3)} \text{ мл} \cdot \text{сек}^{-1} \cdot \text{см}^3. \quad (16)$$

Принципиальная схема методики представлена на рис. 2, А. На рис. 2, Б показан схематический разрез применяемого нами имплантируемого термозонда. Четыре изолированных эмалью провода диаметром 50 мк (три медных и один константановый) продеваются через отверстие стеклянного капилляра длиной 50—60 мм и внешним диаметром не более 0,3 мм. Константановый (К) и один из медных (М) проводов свариваются искровым способом. Место сварки (ТС) тщательно изолируется эпоксидным лаком и втягивается в капилляр до упора. Два других медных провода (В) приклеиваются лаком на термоспай. После высушивания приклеенные концы выводов зачищаются и головка ТС покрывается акводагом. Вместо акводага можно использовать напыляемые сопротивления. Головка ТС повторно покрывается эпоксидной смолой, тщательно высушивается. Изготовленный таким способом и предварительно испытанный, в том числе в средах с известной

теплопроводностью, зонд стереотаксически вживляется в избранные для исследования структуры мозга общепринятым способом. Окончательные количественные расчеты длительного хронического эксперимента могут быть проведены лишь после подсчета $\Delta\Phi_0$ на основании величины ΔT_0 , измеренной после умерщвления животного и морфологического определения локализации термопар.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физиологии

(Поступило 7.5.1968)

ნორმალური ფიზიოლოგია

პ. ნადარეიშვილი, ა. კეზელი

თავის ტვინის სხვადასხვა უბნებში ლოკალური სისხლის
 მიმოქცევის განსაზღვრის მეთოდები

რეზიუმე

შრომში აღნიშნულია თერმომეტრის საფუძველზე დამუშავებული თავის ტვინის სხვადასხვა უბნებში სისხლის მიმოქცევის განსაზღვრის მეთოდის, ელექტროდების დამზადების ტექნოლოგია და მიღებული შედეგების რაოდენობრივი ინტერპრეტაციის პრინციპები.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. S. Kety. *Am. J. Med.*, 3, № 2, 1950, 205.
2. L. Sokoloff. In: *Factors regulating blood flow*. Washington, 1958, 79.
3. L. Sokoloff, S. Kety. *Physiol. Rev.*, 40, Suppl. 4, 1963, 38.
4. F. Gibbs. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, 31, № 1, 1933, 141.
5. М. Е. Маршак. *Бюлл. эксп. биол. и мед.*, № 1, 1957, 43.
6. Д. И. Паролла. *Бюлл. эксп. биол. и мед.*, № 11, 1958, 123.
7. О. Е. Гудзев. Б. И. Ткаченко. *Физиол. ж. СССР*, 48, № 9, 1962, 1120.
8. М. А. Гуревич и др. *Физиол. ж. СССР*, 49, № 10, 1963, 1125.
9. J. Grayson. *J. Physiol. (Lond.)*, 118, № 1, 1952, 54; 126, № 1, 1953, 73.
10. A. Bill. *Acta physiol. scand.*, 55, №2, 1962, 111.
11. K. Gref, S. Rosell. *Acta physiol. scand.*, 42, №1, 1958, 51.
12. G. Grongsjö et al. *Acta physiol. scand.*, 66, №3, 1966, 366.
13. H. Hensel. *Pflügers Arch. ges. Physiol.*, 258, № 6, 1956, 604.
14. E. Kanzow. *Pflügers Arch. ges. Physiol.*, 273, № 1, 1961, 199.
15. Г. С. Карслоу. *Теория теплопроводности*. М.—Л., 1947.
16. А. В. Лыков. *Теория теплопроводности*. М., 1952.

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

А. А. УНГИАДЗЕ

О ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛАХ ГИППОКАМПА КРОЛИКА

(Представлено академиком И. С. Бериташвили 24.4.1968)

В гиппокампе, одном из важных звеньев обонятельного мозга, вызванные потенциалы могут быть зарегистрированы при раздражении кортикальных и субкортикальных структур [1, 2], экстеро- и интерорецепторов [3—5] или при раздражении самого гиппокампа [6, 7].

Несмотря на наличие большого экспериментального материала, посвященного вопросу изучения тета-ритма, возникающего в ответ на периферическую стимуляцию, мало изученным является характер вызванных потенциалов гиппокампа на различные модальности периферического раздражения.

Целью настоящего исследования было подробное изучение этих потенциалов в условиях как острого, так и хронического опыта на кроликах, сравнение вызванных потенциалов дорсального и вентрального отделов гиппокампа, изучение зависимости этих потенциалов от интенсивности афферентного раздражения и их изменений при повторных раздражениях.

В острых опытах на ненаркотизированных половозрелых кроликах при местной анестезии 1% новокаином путем удаления соответствующих неокортикальных височных областей обнажался гиппокамп. Отведение монополярное, фитильковыми электродами. От гиппокампа отводилась область CA₁ по Лоренте де Но [8], наиболее богатая мелкими пирамидными клетками. В хронических опытах стальные электроды со стеклянной изоляцией диаметром кончика 100—120 мк вживлялись при помощи стереотаксического прибора в дорсальный и вентральный гиппокампы, латеральный гипоталамус и различные проекционные зоны новой коры. Местонахождение электродов верифицировалось морфологически после электрического повреждения структур мозга. Запись двухлучевым катодным осциллографом. Раздражители—световые вспышки, звуковые щелчки и электрическое раздражение кожи передней лапы животного частотой 1—2 в секунду.

Как было отмечено, вызванные потенциалы в гиппокампе могут быть зарегистрированы на самые разнообразные модальности периферического раздражения. На рис. 1 приводятся вызванные потенциалы, полученные в условиях хронического опыта на световые, звуковые и

кожные электрические одиночные стимулы. Как показывают эти данные, из одной и той же точки дорсального гиппокампа могут быть зарегистрированы вызванные потенциалы на различные модальности раздражения, что, вероятно, указывает на наличие конвергенции афферентных импульсов на одних и тех же нейронах гиппокампа. На наличие конвергенции различных афферентных импульсов на гиппокампальные нейроны указывал ряд авторов [3—5].

При отведении одних и тех же точек новой коры и дорсального гиппокампа при разной модальности раздражения регистрируются вызванные потенциалы, несколько отличные по конфигурации, но основу каждого ответа составляют два главных компонента: начальное электроположительное и следующее за ним отрицательное отклонение, которое в некоторых случаях выражено плохо (рис. 1 и 2). Длительность



Рис. 1. Влияние периферических раздражений на электрическую активность новой коры и гиппокампа в хроническом опыте: 1—вспышка света; 2—звуковой щелчок; 3—одиночное электрическое раздражение кожи передней лапы (8 в., продолжительность импульса 0,1 мсек, порог раздражения 1 в.). Верхняя осциллограмма—соответствующая проекционная зона новой коры; нижняя—дорсальный гиппокамп (одна и та же точка). Калибровка 100 мкв, время 20 мсек

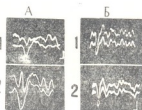


Рис. 2. А—Влияние периферических раздражений на электрическую активность вентрального (верхняя осциллограмма) и дорсального (нижняя осциллограмма) гиппокампов: 1—зрительное раздражение; 2—электрическое раздражение кожи передней лапы животного (10 в., длительность импульса 0,1 мсек, порог раздражения 1,5 в.). Калибровка 100 мкв, время 20 мсек. Б—Вызванные потенциалы двух точек дорсального гиппокампа на фоне синхронизированного ритма; 1—вспышка света; 2—одиночное кожное электрическое раздражение (12 в, порог раздражения 1 в.). Калибровка 200 мкв, время 30 мсек.

начальной электроположительности равна 20—50 мсек. Скрытый период гиппокампального ответа при этом больше, чем неокортикального, примерно на 10—15 мсек в вызванных потенциалах при электрическом раздражении кожи. Аналогичные результаты в разнице латентных пе-

риодов вызванных ответов наблюдались и при других модальностях периферического раздражения (зрительном, звуковом) в условиях острого эксперимента на кроликах [5]. По всей вероятности, более длительная латентность гиппокампаляного ответа обуславливается прохождением афферентной импульсации по более длительному мультисинаптическому нейронному пути.

Вызванный потенциал вентрального гиппокампа часто отличается от вызванного ответа дорсального гиппокампа наличием большего числа компонентов: за относительно быстро протекающим положительно-отрицательным отклонением следует еще добавочное электроположительное колебание. Длительность всех этих трех компонентов около 40 мсек и почти равна длительности первой положительной волны дорсального гиппокампа (рис. 2,А). Однако вызванные потенциалы вентрального гиппокампа выделяются менее отчетливо, ибо его фоновая спонтанная электрическая активность выше по амплитуде, нежели фоновая активность дорсального гиппокампа. Скрытый период вызванного ответа вентрального гиппокампа равен латентности дорсального.

Известно, что в гиппокампе на различные периферические раздражения возникает синхронизированная электрическая активность в виде тета-ритма 4—7 в секунду. Эти регулярные медленные высокоамплитудные волны наилучшим образом выражены у грызунов (II и др.). Если в самом начале возникновения тета-ритма у кроликов в условиях хронического эксперимента применить какое-либо раздражение, отличное от того, которое вызывало данную тета-активность, то на ее фоне возникнут хорошо выраженные вызванные потенциалы в различных точках дорсального гиппокампа (рис. 2,Б).

Гиппокампаляные вызванные ответы на периферические раздражения обычно сложны, и часто бывает трудно выделить начало и конец их отдельных компонентов. Они очень неустойчивы и легко подвергаются изменениям при незначительных перемещениях регистрирующих электродов, асфиксии, анестезии и т. д. [3].

В наших экспериментах наблюдалось значительное изменение конфигурации вызванного потенциала в зависимости от силы применяемого раздражения. Если пороговое электрическое раздражение кожи лапы кролика вызывало в дорсальном гиппокампе потенциал, где превалировала положительная фаза (рис. 3₁), то с увеличением интенсивности раздражения отмечалось увеличение этого положительного отклонения. Вместе с тем, если длительность положительной фазы при пороговых раздражениях была около 20 мсек (рис. 3₁), то при раздражении 15 в она составила 50 мсек (рис. 3₂). Кроме того, иногда наблюдалось возникновение незначительной отрицательной фазы, предшест-



вующей этой положительной волне (рис. 3₂). С увеличением силы раздражения появлялась тенденция к возникновению второго основного компонента вызванного потенциала — отрицательной фазы, которая увеличивалась в амплитуде с увеличением интенсивности раздражения (рис. 3₃—3₇).

Опыты на хронических кроликах показали изменчивость и неустойчивость вызванного потенциала на зрительные раздражения. При ряде повторных раздражений с интервалом между раздражениями в 1 секунду наблюдалось уменьшение амплитуды обоих компонентов вызванного потенциала. Наиболее изменчивым оказался второй компонент — отрицательное отклонение. И, наконец, после нескольких применений отмечалось полное исчезновение вызванного потенциала (рис. 4). Для вызова ответа вновь был необходим интервал между стимулами в 1—2 минуты. Аналогичные данные наблюдались нами на кошках в хронических экспериментах при зрительных и звуковых раздражениях.

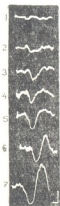


Рис. 3. Изменение вызванного потенциала дорсального гиппокампа с увеличением силы одиночного кожного раздражения: от 1 до 15 в (4₁—1 в, 4₂—2 в, 4₃—5 в, 4₄—8 в, 4₅—10 в, 4₆—12 в, 4₇—15 в). Калибровка 100 мкв, время 20 мсек



Рис. 4. Изменение вызванного потенциала дорсального гиппокампа на зрительный стимул при повторных раздражениях. Интервал между стимулами 1 секунда. Калибровка 100 мкв, время 30 мсек

Данное явление, возможно, является проявлением процесса привыкания, развивающегося в полисинаптических путях, ответственных за проведение афферентной импульсации к гиппокампу. После паузы в несколько минут эффект восстанавливается не постепенно, как после утомления, а сразу, с той же амплитудой, какая была в самом начале раздражений.

Возникновение вызванных потенциалов на звук, зрительное и кожное электрическое раздражения в одной и той же точке гиппокампа

есть, по всей вероятности, проявление наличия конвергенции афферентных импульсов на одних и тех же нейронах гиппокампа.

По Загеру и Бутхузи [9], должен существовать прямой путь между внутренней частью дорсо-медиального ядра таламуса и гиппокампом. По Ф. Н. Серкову и Р. Ф. Макулькину [4], на уровне таламуса происходит распределение потока афферентных импульсов на часть, направляющуюся в проекционную зону новой коры, и часть, поступающую в гиппокамп. И большой скрытый период вызванных потенциалов гиппокампа объясняется ими как результат конвергенции афферентных импульсов в самом гиппокампе.

На основании наших опытов нельзя заключить о путях прохождения афферентной импульсации от периферии к гиппокампу: происходит ли активация гиппокампа при участии дорсо-медиального ядра таламуса [9] или по пути медиальный лемнискус-гипоталамус-гиппокамп [10]. Возможно, существует несколько путей, по которым периферические раздражения могут достичь гиппокампа.

В последнее время экспериментально было показано, что если новая кора активируется преимущественно через таламическую неспецифическую систему, то восходящим механизмом для лимбической коры, в частности для гиппокампа, является гипоталамус [11, 12]. Торриччи [13] указал на наличие двух функциональных систем внутри мозга, которые могут оказывать влияние на электрическую активность гиппокампа, — двух восходящих путей: первого, идущего через латеральный гипоталамус от ретикулярной формации среднего мозга к медиальной септальной области и фимбри, и второго, идущего через медиальный гипоталамус к гиппокампу.

Наличие вызванных потенциалов гиппокампа с короткой латентностью (2—3 мсек) при электрической стимуляции различных точек гипоталамуса показывает, что и при периферических раздражениях импульсы, очевидно, могут доходить через гипоталамическое реле, чем и объясним факт более длительной латентности гиппокампаальных ответов.

Что касается механизма происхождения отдельных компонентов вызванного ответа гиппокампа, можно высказать некоторые предположения на основе имеющихся литературных данных. Однако для правильного ответа на этот вопрос требуются специальные, более углубленные исследования.

Академия наук Грузинской ССР
Институт физиологии

(Поступило 28.5.1968)

ბ. უნგიაძე

ზინაური კურდღლის ჰიპოკამპში გამომწვეული პასუხების შესახებ

რეზიუმე

როგორც დორსალურ, ისე ვენტრალურ ჰიპოკამპში აღირიცხება გამოწვეული პასუხები სხვადასხვა მოდულობის პერიფერიულ გალიზიანებებზე. ვენტრალურ ჰიპოკამპში გამოწვეული პასუხები კონფიგურაციით განსხვავდება დორსალურ ჰიპოკამპში გამოწვეული პასუხებისგან და რამდენიმე კომპონენტს შეიცავს. დორსალურ ჰიპოკამპში გამოწვეული პოტენციალისათვის დამახასიათებელია ზედაპირული დადებით-უარყოფითი ტალღა. ეს პოტენციალი ცვალებადობს გამლიზიანებლის ძალისა და მისი მრავალგზის განმეორების მიხედვით.

ჰიპოკამპში გამოწვეული პოტენციალის აღმოცენების ფარული პერიოდი უფრო მეტია, ვიდრე ახალი ქერქის შესაბამის აპროექციო მიდამოში გამოწვეული ფარული პერიოდი. ეს ფაქტი იმის მანიშნებელი უნდა იყოს, რომ ჰიპოკამპში აფერენტული იმპულსაცია პოლისინაფსური გზით მიდის (ჰიპოთალამური რელეს გავლით).

დამონსტრირებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. J. D. Green, A. Arduini. *J. Neurophysiol.*, 17, 1954, 533.
2. B. G. Cragg. *Exp. Clin. Neurophysiol.*, 13, 1961, 868.
3. J. D. Green, W. R. Adey. *EEG Clin. Neurophysiol.*, 8, 2, 1956, 245.
4. Ф. Н. Серков, Р. Ф. Макулькин. *Физиол. ж. СССР*, 52, 6, 1956, 645.
5. A. A. Унгиадзе. *Физиол. ж. СССР*, 52, 12, 1966, 1423.
6. P. H. Andersen. *Acta. Physiol. Scand.*, 48, 1960, 329.
7. Н. Н. Дзидიშვილი, Л. Р. Квирквелиა. В сб.: „Центральные и периферические механизмы нервной деятельности“. Ереван, 1966.
8. R. Lorente de Nó. *J. Psychol. a. Neurology*, 46, 1934, 113.
9. O. Sager, S. Butkhuzi. *EEG. Clin. Neurophysiol.*, 14, 1962, 835.
10. Sh. Feldman. *Exp. Neurology*, 5, 1962, 269.
11. H. Kawamura et al. *Jap. J. Physiol.*, 11, 1961, 564.
12. T. Tokizane. *Sleep mechanism: Hypothalamus control of cortical activity. Neurophysiol. des états de sommeil*, Paris, 1965.
13. Sh. Torii. *Jap. J. Physiology*, 11, 1961, 147.



Г. И. МАИСАЯ

ГИСТОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЯДЕРНЫХ И ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКИХ НУКЛЕОТЕИДОВ, ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП БЕЛКОВ И АМИНОКИСЛОТ

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 23.3.1968)

В настоящее время на основании многочисленных исследований считается вполне установленным огромное значение ядерных и цитоплазматических нуклеопротеидов (ДНП и РНП), сульфгидрильных (SH) и карбоксильных (COOH) групп белков и аминокислот в жизнедеятельности организма, а именно в синтезе белка, росте, делении и дифференцировке клеток.

Целью настоящей работы является изучение РНП и ДНП, SH- и COOH- групп белков и аминокислот в плаценте и стенке матки в разные сроки беременности с помощью гистохимических методик.

Работы, касающиеся этого вопроса, из-за их разноречивости не дают ясного представления о гистохимических особенностях названных веществ в плаценте и матке в процессе развития беременности.

Мы исследовали плаценту и плацентарную площадку, а также внеплацентарную часть стенки матки 32 морских свинок, имеющих, как и человек, гемохориальный тип плацентации. Материал у животных брали в разные сроки беременности (на 4, 8, 13, 16, 18, 22, 28, 34, 40, 48, 55 и 60-й день беременности). Кроме того, гистохимическим исследованиям подверглись две матки берменных морских свинок.

Животные забивались введением иглой воздуха в полость сердца. Кусочки плаценты и плацентарной площадки, а также внеплацентарной части стенки матки брались сразу после умерщвления животного и фиксировались в растворе Карнуа. Серийные парафиновые срезы для выявления РНП окрашивались азур II-эозином (при pH 6,8) и по методу Шабдаша с метиленовой синью в условиях различных показателей pH среды окрашивания. Контрольные срезы до окраски обрабатывались раствором кристаллической рибонуклеазы. ДНП выявлялись по методу Фельгена. Для выявления SH-групп белков пользовались методом Барнетта и Зелигмана, а также методом Яковлева и Нистратовой. COOH-группы белков выявлялись соответствующим методом Барнетта и Зелигмана. Контроль производили реакцией дезаминирования. Аминокислоты—триптофан, тирозин и гистадин — выявлялись с помо-



щью тетразониевой реакции Даниелли, а также по Даниелли в Бей-стону реакцией тетразониевого сочетания с применением β -нафтола. Контроль в обоих случаях производили реакцией бензоилирования.

Результаты гистохимических исследований показали, что РНП в слизистой оболочке небеременной матки выявляется при pH 3,6 среды окрашивания слабой базофильностью (+) в ядрышках, митохондриях и эргастоплазме эпителиальных клеток, выстилающих слизистую оболочку и ее железы. Базофильность несколько нарастает (++; +++) при более высоких значениях pH среды окрашивания (4; 4,6; 5; 5,6).

Количество ДНП в слизистой оболочке матки небеременных морских свинок умеренное. ДНП в названной оболочке выявляются в ядрах эпителиальных клеток, в виде мелких PAS-положительных зернышек.

На 4-е сутки после оплодотворения яйцеклетки, а также на 8-й день беременности наблюдается увеличение количества РНП в ядрышках, митохондриях и эргастоплазме эпителиальных клеток, выстилающих слизистую оболочку и расположенные в ней железы, причем РНП выявляются на более низких значениях pH среды окрашивания (2,6), чем у небеременных животных. Уже при pH 2,6 в названных выше органоидах РНП выявляются в умеренном количестве (+++). При последующих значениях pH среды окрашивания (3; 3,6) количество выявляемых РНП постепенно нарастает (+++) и держится на таком уровне при более высоких значениях pH среды окрашивания (4; 4,6; 5; 5,6).

На 4 и 8-й день беременности наблюдается также увеличение количества ДНП, расположенных в виде PAS-положительных зерен средней величины в ядрах эпителиальных клеток слизистой оболочки матки.

На 13-й день беременности, т. е. к периоду вставания трофобласта в децидуальную оболочку матки, в эпителиальных клетках, выстилающих слизистую оболочку области плацентарной площадки, РНП ядрышек, митохондрий и эргастоплазмы выявляются при низких значениях pH среды окрашивания (2,6) в большем количестве (++++), чем при предыдущих сроках беременности. Количество РНП названных органоидов держится на таком же уровне и при последующих значениях pH среды окрашивания (3; 3,6; 4; 5; 5,6).

На данном этапе развития беременности наблюдается также резкое увеличение количества ДНП в ядрах эпителиальных клеток, выстилающих слизистую оболочку области плацентарной площадки матки. ДНП выявляются в виде крупных PAS-положительных зерен.

Аналогичная картина в отношении РНП и ДНП наблюдается в слизистой оболочке матки области плацентарной площадки и на 16 — 18-й день беременности, т. е. к периоду полного сформирования плаценты у морских свинок.

В последующие сроки беременности (с 22 по 55 -й день) в эпителиальных клетках слизистой оболочки области плацентарной площадки матки количество РНП ядрышек, митохондрий и эргастоплазмы, а также количество ДНП держится на высоком уровне (+++). Следует отметить, что изоэлектрическая точка (ИЭТ) выявления РНП передвигается в щелочную сторону (3,6; 4 и выше).

В слизистой оболочке матки, находящейся вне плацентарной площадки, гистохимические особенности РНП и ДНП особых изменений претерпевают, т. е. в продолжение всей беременности в ней наблюдается почти такая же картина, что и на 8-й день беременности.

Гистохимическое исследование активных SH- и COOH-групп белков, а также аминокислот показало, что в слизистой оболочке небеременной матки названные вещества выявляются в небольшом количестве в эпителиальных клетках и почти не выявляются или же видны лишь их следы в строме слизистой оболочки. С первых же дней беременности гистохимическая реакция на SH- и COOH-группы белков, а также на аминокислоты начинает усиливаться. На 13-й день беременности в эпителиальных клетках слизистой оболочки матки области плацентарной площадки наблюдается резкое увеличение гистохимической реакции на перечисленные выше вещества. В последующие сроки беременности гистохимическая реакция на SH- и COOH-группы белков и на аминокислоты не меняется. К периоду же начала родов она несколько ослабевает.

В участках слизистой оболочки матки, находящихся вне плацентарной площадки, гистохимическая реакция на названные вещества с развитием беременности также усиливается, однако гораздо слабее, чем в слизистой оболочке области плацентарной площадки.

В мышечном слое стенки матки с наступлением беременности наблюдается увеличение количества РНП и ДНП. Причем ИЭТ выявления РНП передвигается в кислую сторону. В мышечных волокнах РНП ядрышек и митохондрий с 4-го дня беременности начинают выявляться в умеренном количестве (+++) уже при pH 2,6, в то время как в небеременной матке выявление РНП тех же органоидов мышечных волокон начинается только при pH 3,6. При pH 3 количество РНП ядрышек и митохондрий мышечных волокон 4-дневной беременной матки нарастает (+++). При этом же значении pH среды окрашивания выявляются также РНП эргастоплазмы (+). При более высоких значениях pH среды окрашивания количество РНП названных выше органоидов мышечных волокон еще более увеличивается (++++). У небеременных животных РНП эргастоплазмы мышечных волокон начинают выявляться лишь при pH 4 среды окрашивания. Количество РНП ядрышек, митохондрий и эргастоплазмы мышечных волокон небеременной

матки не превышает умеренного (+++) и при более высоких значениях рН среды окрашивания (4; 4,6; 5; 5,6).

На 8, 13, 16 и 18-й день беременности в названных выше органоидах мышечных волокон РНП выявляются также в большом количестве (+++++, +++++) на низких значениях рН среды окрашивания (3; 3,6). В эти же сроки беременности остается также большим количество ДНП в ядрах мышечных волокон.

С 22 по 55-й день беременности количество РНП ядрышек, митохондрий и эргастоплазмы держится на высоком уровне (+++++, +++++)+, однако ИЭТ их выявления резко передвигается в щелочную сторону (рН 4; 4,6; 5). К периоду начала родов, т. е. на 59—60-й день беременности при наличии большого количества РНП всех органоидов мышечных волокон ИЭТ выявления РНП резко снижается (рН 2,6; 3).

Количество ДНП ядер мышечных волокон также держится на высоком уровне.

Гистохимическая реакция на SH- и COOH-группы белков, а также на аминокислоты в мышечных волокнах миометрия морских свинок с наступлением беременности постепенно усиливается. Особенно интенсивное усиление реакции наблюдается на 13-й день беременности. В последующие сроки беременности гистохимическая реакция на названные вещества в мышечных волокнах не меняется, к началу же родов вновь начинает усиливаться.

В плацентарной ткани морских свинок РНП и ДНП выявляются в большом количестве с первых же дней врастания трофобласта в децидуальную оболочку матки, т. е. с 13-го дня беременности. При этом ИЭТ выявления РНП довольно низкая. Уже при рН 2,6 в ядрышках, митохондриях и эргастоплазме РНП выявляются в значительном количестве (++++) в клетках камбиального отдела трофобласта. В условиях более высоких значений рН среды окрашивания количество РНП еще больше нарастает (++++++).

Соответственно в большом количестве обнаруживаются в трофобласте активные SH- и COOH-группы белков и аминокислоты.

Особенно резко нарастает количество РНП, ДНП, SH- и COOH-групп белков и аминокислот в плаценте на 16—18-й день беременности (т. е. к периоду, когда сосуды зародыша врастают в утолщенные части плаценты и трофобласт дифференцируется на лабиринтные и внелабиринтные отделы). К этому времени в клетках камбиального отдела трофобласта, а также в плазмоллии внелабиринтной части трофобласта уже при рН 3,6 количество РНП ядрышек и эргастоплазмы достигает высоких показателей (++++++).

В последующие сроки, т. е. с 22 по 55-й день беременности, количество РНП, ДНП, SH- и COOH-групп белков, а также амч-

нокислот в плацентарных клетках держится на высоком уровне (+ + + +, + + + + +), причем всегда с некоторым количественным преобладанием их в клетках камбиальной и внелабиринтной частей трофобласта.

К периоду наступления родов в плацентарной ткани, особенно в ее лабиринтной части наблюдается уменьшение количества РНП (+ + +), ДНП, SH- и COOH-групп белков и аминокислот.

Из приведенных выше данных явствует, что в процессе беременности в стенке матки и плаценте морских свинок происходят определенные гистохимические изменения — в слизистой и мышечной оболочках матки количество РНП, ДНП, SH и COOH-групп белков и аминокислот с наступлением беременности начинает увеличиваться, достигая максимума к периоду полного формирования плаценты. Во все последующие стадии беременности в миометрии и в слизистой оболочке области плацентарной площадки количество РНП и ДНП держится на высоком уровне, равно как и количество SH и COOH-групп белков и аминокислот. Однако количество последних начинает уменьшаться к концу беременности еще до наступления родов.

Во внеплацентарной части слизистой оболочки матки количество названных веществ также нарастает параллельно с развитием беременности, однако не так интенсивно, как в области плацентарной площадки.

ИЭТ выявления РНП в слизистой и мышечной оболочках матки грызунов с наступлением беременности переходит в кислую сторону и находится на таком уровне до полного формирования плаценты. В последующие стадии беременности в мышечной и слизистой оболочках области плацентарной площадки ИЭТ выявления РНП переходит в щелочную сторону и держится в слизистой оболочке на таком уровне до конца беременности, а в мышечной оболочке вновь переходит в кислую сторону к началу родов. В слизистой оболочке внеплацентарной части матки ИЭТ выявления РНП не меняется на всем протяжении беременности. Фетальная плацента морских свинок с ранних стадий ее формирования характеризуется содержанием большого количества РНП, ДНП, SH и COOH-групп белков и аминокислот с выявлением довольно большой части РНП в кислой среде. Наличие большого количества названных веществ наблюдается в течение почти всей беременности и уменьшается в ее последние дни во внелабиринтной части трофобласта. Кроме того, во всех периодах беременности названные выше вещества во внелабиринтной части трофобласта содержатся в большем количестве, чем в лабиринтной части. Характерны также низкие показатели ИЭТ выявления РНП в трофобласте морских свинок в периоде формирования плаценты и их повышение в последующих стадиях беременности.

Отмеченные выше явления свидетельствуют об усилении метаболических и пластических процессов в матке и трофобласте морских свинок в первые два критических периода (имплантации и плацентации) и об участии РНП, ДНП, SH- и COOH-групп белков и аминокислот в этих процессах, а уменьшение количества названных веществ в слизистой оболочке матки и плаценте в конце беременности — о сокращении в них этих процессов. Кроме того, смещение показателей ИЭТ выявления РНП в кислую сторону на фоне избыточного количества названных веществ к периоду наступления родов в миометрии говорит об усилении обменных и энергетических процессов в последнем, необходимых для интенсивной сократительной функции миометрия во время родов.

Наличие большого количества РНП, ДНП, SH- и COOH-групп белков и аминокислот в цитотрофобласте, по сравнению с плазмодитрофобластом, указывает о ведущей роли цитотрофобласта в генеративных процессах в плаценте, обеспечивающих ее рост и развитие.

Тбилисский государственный
 медицинский институт

ისტორიკონი

ბ. მანსაია

ბირთვული და ციტოკლაზმური ნუკლეოკროტიდების, ცილების
 ფუნქციური უზრუნველყოფისა და ამინომჟავების ჰისტოქიმიური
 თავისებურებანი

რეზიუმე

შრომში წარმოდგენილია მასალები ზღვის გოჭების პლაცენტასა და საშვილოსნოში რიბონუკლეოპროტიდებისა და დეზოქსირიბონუკლეოპროტიდების, ცილების სულფჰიდრილური და კარბოქსილური ჯგუფებისა და ამინომჟავების ჰისტოქიმიური გამოკვლევებისა, მაკრობის სხვადასხვა ვადებში.

ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე ირკვევა, რომ პლაცენტასა და საშვილოსნოში ადგილი აქვს მეტაბოლიზმური და პლასტიური პროცესების გაძლიერებას პირველ ორ კრიტიკულ პერიოდში, იმპლანტაციისა და პლაცენტაციის პერიოდში ბირთვული და ციტოპლაზმური ნუკლეოპროტიდებისა და ცილების ფუნქციური ჯგუფების რაოდენობრივი მატებით; ორსულობის დასასრულს კი ადგილი აქვს აღნიშნულ ნივთიერებათა დაკლებას ლორწოვან გარსსა და პლაცენტაში, რიბონუკლეოპროტიდების რაოდენობრივ მატებას ნოვლექტრული წერტილის მეავე არესკენ გადახრით კუნთოვან გარსში.

ამას გარდა, რიბონუკლეოპროტიდებისა და დეზოქსირიბონუკლეოპროტიდების, ცილების სულფჰიდრილური და კარბოქსილური ჯგუფებისა და ამინომჟავების რაოდენობა მაკრობის ყველა პერიოდში მეტა ციტოტროფობლასტში, ვიდრე პლაზმოდიტროფობლასტში, რაც მიუთითებს ციტოტროფობლასტის წამყვან როლზე პლაცენტაში მიმდინარე გენერაციულ პროცესებზე.

В. А. ХУБУТИЯ

СУПРАВИТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЛЬВЕОЛЯРНОГО ФАГОЦИТОЗА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЫЛИ МАРГАНЦА, КВАРЦА И СФАЛЕРИТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 11.5.1968)

Присуждение Нобелевской премии И. И. Мечникову в 1908 г. было поздним, но всемирным признанием его фагоцитарной теории, открывшей для естественных наук обширную главу. И. И. Мечников и В. К. Высоквич [1] еще в прошлом веке указали на значение этих процессов для защитной — иммунобиологической системы организма.

Процессы фагоцитоза в легких происходит как за счет тканевых — «сидячих» клеток, так и за счет свободных кониофагов. Микрофаги появляются в начале процесса в острой стадии, а макрофаги — при подострых и хронических стадиях как разновидность моноцитов [3]. Легочные фагоциты способны к активному поглощению разных бактерий, коллоидов металлов, частиц красок и, что самое важное, различной производственной пыли. По мнению А. Д. Адо [4], энергичное поглощение вышеуказанными клетками промышленной пыли послужило основанием для присвоения им функции и названия «пылевых клеток» еще в прошлом веке.

Активный фагоцитоз пыли в легких при вдыхании большого количества производственной пыли является проявлением высокой функциональной напряженности альвеолярных кониофагов, в результате которой они гибнут. Механизмом гибели кониофагов можно считать фиксацию кремнеземом дыхательных и других жизненно важных ферментов — комплемента или неспецифических астераз в цитоплазме кониофага. Б. Т. Величковский и Б. А. Кацнельсон [5] считают, что ответ на этот вопрос можно получить после глубокого исследования сорбционных свойств поверхности кремнезема. Авторы указывают, что именно активный фагоцитоз пыли и последующая массовая гибель кониофагов являются обязательным условием развития пневмокониоза у работающих на пылевых производствах.

Маркс, Джеймс [6, 7] и др. наблюдали явный параллелизм между степенью повреждающего действия фагоцитарной пыли кремнезема на биохимизм кониофагов и ее фиброгенностью. На вопрос, каким образом приводит гибель кониофагов к развитию силикотического про-

цесса, отвечает новая иммунобиологическая теория патогенеза силикоза, которую убедительно сформулировали итальянские авторы [8]. Что же касается гипотезы «фиброгенного фактора», образующегося в гибнущих кониофагах, то она была выдвинута Фоллони еще в 1937 г. Следовательно, фагоцитоз производственной пыли и последующее разрушение кониофагов имеют ведущее значение в той цепи патологического процесса, которая в конечном счете приводит к формированию силикотического фиброза в легких [9].

Исходя из вышеуказанного можно заключить, что всестороннее изучение альвеолярного фагоцитоза является одной из важнейших проблем пылевой патологии, вызывающей тяжелые заболевания шахтеров — силикоз и др.

Целью данной работы являлось изучение некоторых цитологических процессов альвеолярного фагоцитоза пыли марганца, кварца и сфалерита.

Эксперимент проводился на белых крысах путем одномоментного введения в легкие интратрахеальным путем стерильной суспензии 50 мг пыли марганца, кварца и сфалерита в 1 мл нормальной сыворотки, разведенной на дистиллированной воде (1:10). Кроме того, пыль максимально вводилась в сухом виде путем вдвухания. Суправитальное исследование легочных кониофагов осуществлялось с помощью универсального исследовательского микроскопа МБИ-12 фазово-контрастным методом. Животные забивались спустя 72 часа от начала опыта. Препараты готовились на специальных кассетах из свежесрезанных легочных тканей на уровне альвеол. Отпечатки тканей и прилипшие к предметному стеклу макрофаги заливались раствором Хенкса без предварительной фиксации и окраски. После микроскопических суправитальных исследований препараты сушились и готовились методом Романовского для проведения морфологических исследований цитофлоры.

Параллельно производилось изучение процессов фагоцитоза тех же видов пыли при их введении в брюшную полость. Стерильно приготовленная суспензия пыли марганца, кварца и сфалерита вводилась по 1,5 мл в брюшную полость и после 24 и 72 часов извлекался с помощью сместителей лейкоцитов из вскрытой брюшной полости экссудат. Мазки готовились методом Романовского. Оценка результатов производилась подсчетом фагоцитарного показателя (ФП), т. е. процента кониофагов, и вычислением фагоцитарного индекса (ФИ), т. е. среднего количества поглощенных пылевых частиц. Было уделено влияние цитоморфологическому исследованию кониофагов.

Читатурская окисная марганцевая руда и минерал обычного кварца заранее измельчались в шаровой мельнице. Затем просеивались че-

рез специальное сито (до 30 мк), в результате получалась пыль дисперсностью до 30 мк. Люминесцирующий порошок сфалерита был применен в виде реактива, кристаллы которого имели тетраэдную форму размером 8—10 мк. Пыль окисной марганцевой руды представляет собой аморфную микродисперсную контрастную пыль, а кварцевая пыль целиком состоит из бесцветных полиморфных кристаллических частиц (осколков). При приготовлении суспензии пыли окисной марганцевой руды и кварца наблюдалось резкое различие их устойчивости во взвешенном состоянии в жидкости. Здесь, по-видимому, играют роль в основном гидрофильность кварцевой пыли и сравнительная гидрофобность марганца. Результаты исследований ФП и ФИ приведены в таблице.

Альвеолярный фагоцитоз	Марганец	Кварц	Сфалерит
ФП ($M \pm m$)	$63,4 \pm 0,8$	$18,0 \pm 0,2$	0
ФИ ($M \pm m$)	$1,7 \pm 0,01$	$0,2 \pm 0,005$	0

Сравнение фагоцитарных показателей марганцевой, кварцевой и сфалеритовой пыли показало резкое различие между ними, а именно самый высокий показатель имеет пыль марганца, ФП которой равен 63,4, а ФИ — 1,7. Кварцевая пыль фагоцитируется в значительно меньшем количестве (соответственно ФП=18,0%, ФИ=0,2). Что же касается сфалерита, то тетраэдные кристаллы его пыли вовсе не фагоцитируются.

В литературе имеются противоречивые высказывания относительно интенсивности фагоцитоза кварцевой пыли. Одни авторы [10] указывают, что, по сравнению с другой производственной пылью, кварцевая пыль интенсивно поглощается кониофагами. Однако другая группа авторов [11, 12] на основании результатов исследования внутрибрюшного фагоцитоза кварцевой и других видов производственной пыли утверждает противоположное. По их данным, кварцевая пыль фагоцитируется значительно медленнее, чем другие производственные пыли. Как видно из приведенных данных исследования, фагоцитоз кремнезема легких происходит значительно слабее, чем пыли марганца. Полное отсутствие фагоцитарной реакции по отношению к сфалериту следует объяснить тем, что величина тетраэдных кристаллов (6—10 мк) неприемлема для поглощения кониофагами, хотя И. Ф. Леонтев [13] указывает, что лейкоциты крови свободно поглощают 5—10 и более зерен крахмала и что их поверхность при этом увеличивается почти в 7 раз, а объем в 20 раз.

В наших исследованиях количество и размеры поглощенных частиц марганцевой пыли были значительны. Например, некоторые макро-

фаги легких содержали в протоплазме по 3—4 и более частиц марганцевой пыли, величина каждой составляла около 4—5 мк каждой. В некоторых случаях частицы марганца сливались и как бы образовывали частицы больших размеров, но при более детальном рассмотрении мерцающих макрофагов, благодаря их нефиксированному состоянию в растворе Хенкса, в отдельности величина частиц пыли не превышала вышеуказанной. Величина поглощенных кварцевых частиц также не превышала 5—6 мк.

Морфологические исследования кониофагов легко показали, что так называемые «свободные» фагоциты в легких в основном состоят из макрофагов типа моноцита (78%), а остальная часть — полинуклеары. Указанное явление подтверждает мнение О. Г. Робертсона [3]. Не исключено, что количественное соотношение между макро- и микрофагами при экспериментальном запылении легких большим количеством производственной пыли может колебаться в соответствии со стадией развития пылевого патологического процесса в легких.

К сожалению, в доступной нам литературе нет цифровых данных, касающихся ФП и ФИ производственной пыли (кварца, марганца и пр.) в легких, поэтому для оценки интенсивности фагоцитоза производственной пыли марганца и кварца в легких животных мы имеем возможность сравнить их только с данными фагоцитоза (ФИ) кармина полинуклеарами крови человека. В частности, по данным Н. В. Пучкова и С. И. Титовой [14], у здоровых людей ФИ равен 0,5 — 0,75. По нашим же наблюдениям, при введении животным в легкие пыли марганца ФИ равен 1,7, т. е. почти в 2,5—3 раза превышает вышеуказанный показатель.

Описанная нами картина фагоцитоза марганца, кварца и сфалерита была получена введением пыли в легкие интратрахеальным методом в суспензии с нормальной сывороткой. При введении сухой пыли была получена значительно менее выраженная картина фагоцитоза, но в этом случае заслуживает внимания некоторая активность поглощения не марганца, а кварца. При введении в легкие сухого порошка кварцевой пыли выраженный фагоцитоз, по-видимому, обуславливается адсорбционным свойством кремнезема, который в дальнейшем ведет к активному связыванию клеточных белков кониофага. В результате эти белки изменяют свою обычную структуру, превращаясь в аутоантиген и в так называемый «фиброгенный фактор» [15].

Выводы

1. Исследование альвеолярного фагоцитоза представляется важным как с теоретической, так и особенно с практической точки зрения.

поскольку оно может пролить свет на некоторые вопросы патогенеза пневмоконйозов.

2. Процесс фагоцитоза частиц пыли окисной марганцевой руды в легких на уровне альвеол происходит активно (соответственно $ФП=63,4\%$, $ФИ=1,7$).

3. Альвеолярный фатоцитоз «свободными» кониофагами пыли обычного кварца выражен гораздо меньше и приблизительно в 3,5 раза уступает по интенсивности $ФП$ и $ФИ$ альвеолярному фагоцитозу марганцевой пыли.

4. Легочные «свободные» кониофаги состоят в основном (78%) из макрофагов типа моноцитов и частично (22%) из микрофагов — полинуклеаров, но их соотношение не является постоянным, что, по-видимому, зависит от реакции иммунобиологической системы.

5. Кониофаги способны поглощать частицы пыли размером до 5—6 мк. Количество поглощенных частиц в некоторых случаях достигает 4—5 в одном кониофаге. Суммарный размер поглощенных частиц пыли порой может превышать естественный размер макрофага.

6. Тетраэдные кристаллы люминесцирующего сфалерита зовсе не фагоцитируются, что, по-видимому, связано с величиной тетраэдных кристаллов.

Академия наук Грузинской ССР
Институт экспериментальной
морфологии

(Поступило 14.5.1968)

ბიბლიოგრაფია

3. ხუმბოტი

მარგანეცის, კვარცის და სფალერიტის საწარმოო მტვერის
ალვეოლური ფაგოციტოზის სუბკამიტალური გამოკვლევა

რეზიუმე

ჩვენმა გამოკვლევებმა დაადასტურა, რომ მარგანეცის საწარმოო მტვერის ფაგოციტოზი ფილტვებში მიმდინარეობს აქტიურად: ფაგოციტოზის მაჩვენებელი (პროცენტი) უდრის საშუალოდ 63,4%-ს (ფპ). ხოლო ფაგოციტოზის ინდექსი (ფი) — 1,7. კვარცის ანუ კაქმიწის საწარმოო მტვერის ალვეოლური ფაგოციტოზი მარგანეცთან შედარებით გაცილებით ნაკლებადაა გამოხატული და მისი ინტენსივობა ფპ და ფი-ს მიხედვით 3,5-ჯერ ჩამორჩება მას. ლუმინესცენტური სფალერიტის ტეტრაედრული კრისტალები საერთოდ არ განიცდის ფაგოციტოზს ფილტვებსა და მუცლის ღრუში, რაც დამოკიდებულია მათი კრისტალების ზომაზე (8—10 მიკრონი). ფილტვის „თავისუფალი“ კონიოფაგები ძირითადად (78%) შედგება მონოციტის ტიპის მაკროფაგებისაგან და ნაწილობრივ (22%) — პოლინუკლეარული მიკროფაგებისგან. მათი რაოდენობა



არაა მუდმივი და დამოკიდებულია ორგანიზმის იმუნობიოლოგიური სისტემის რეაქციაზე. მარგანეცის და კვარცის საწარმოო მტვერის ალვეოლური ფაგოციტოზის დროს თითოეული ნაწილის ზომა არ აღემატება 5—6 მიკრონს; მათი რაოდენობა კი ხშირად 4—5-ს უდრის თითოეულ კონიოფაგში.

დასოფილური ლიბინატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Мечников. Избр. труды. М., 1961.
2. H. M. Carleton. Proc. Roy. Soc. London, series B, 1934, 513—523.
3. O. G. Robertson. Phys. Rev., 1941, 112—139.
4. А. Д. Адо. Патологическая фагоцитоз. М., 1961.
5. Б. Т. Величковский, Б. А. Кацнельсон. Этиология и патогенез силикоза. М., 1964.
6. J. Marks, D. M. James. J. Path. Bact., vol. 77, 1959, 401—407.
7. J. Marks. Brit. J. industr. Med. 16, 2, 1959, 166—169.
8. B. Pernis, R. Cepellini. Med. Lavoro, 48, 6—7, 1957, 380—386.
9. В. Е. Любомудров. Гигиена труда и профессиональные заболевания, № 7, 1955, 26—31.
10. R. Gersing, H. Schumacher. Beitr. Silikose-Forsch., 25, 1953, 31—36.
11. И. М. Пейсахович. Пыль и пылевая патология. Харьков, 1930, 111—121.
12. С. П. Кипиани и др. Труды НИИ гигиены труда и профзаболеваний МЗ ГССР, 1968, 45—51.
13. И. Ф. Леонтьев. Природа, 1949, № 4, 42—43.
14. Н. В. Пучков, С. М. Титова. Физиологический журнал АН СССР им. Сеченова, т. 37, № 6, 1952, 756—757.
15. L. D. Sheel. Arch. industr. Hlth, 12, 3, 1955, 262—265.

В. А. ШАПАТАВА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПЕРОКСИДАЗЫ И ГЛИКОГЕНА В КЛЕТКАХ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ АНЕМИИ

(Представлено академиком К. Д. Эристави 1.6.1968)

Цитохимические исследования дают возможность выяснить тонкие структурно-химические изменения клетки и тем самым объяснить механизм нарушений нормальной пролиферации и созревания клеток крови, которые имеют место при патологических состояниях организма.

Цитохимическим особенностям лейкоцитов крови и костного мозга посвящен ряд работ [1—5]. Эти исследования носят ограниченный характер в отношении различных цитохимических ингредIENTов при отдельных формах анемии, что и побудило нас приступить к более подробным исследованиям цитохимии клеток крови и костного мозга в зависимости от патогенетических особенностей анемии.

В данной работе анализируется материал по наличию в сегментоядерных нейтрофилах крови пероксидазы и гликогена. Пероксидаза является ферментом, активно участвующим в окислительно-восстановительных процессах. По уровню содержания ее в клетках можно судить об определенной функциональной активности данных клеток. Гликоген является основным энергетическим веществом, обеспечивающим процессы фагоцитоза лейкоцитов.

Нами обследовано 82 больных с различными видами анемии и 15 здоровых в качестве контроля. Больных с анемиями мы разбили на четыре группы. Первую группу составили 14 больных с гемолитической анемией, вторую группу — 11 больных с гипо-(а)пластической анемией, третью группу — 12 больных с витамином В₁₂ (фолиево)-дефицитной анемией и четвертую группу — 45 больных с железодефицитной анемией, среди них 12 больных с постгеморрагической анемией и 33 больных с гипохромной анемией различной этиологии.

Для определения пероксидазы мазки обрабатывались бензидиновым методом. Мазки фиксировались в смеси 40% формалина с 96° спиртом в соотношении 1:9 и окрашивались водным раствором бензидина с добавлением перекиси водорода.



Гликоген исследовался методом Шифф-йодной кислоты. Мазки фиксировались в абсолютном этиловом спирте с добавлением нескольких капель формалина. После обработки в 1% периодате калия мазки окрашивались реактивом Шиффа, обрабатывались сернистой водой и промывались дистиллированной водой. Пероксидаза выявлялась в виде золотисто-коричневых зернышек, гликоген — в виде мельчайших зернышек пурпурно-красного цвета.

Результаты реакций как на пероксидазу, так и на гликоген оценивались в зависимости от интенсивности окраски по пятибалльной системе. В мазках периферической крови сосчитывалось 100 сегментоядерных нейтрофилов, которые по количеству зерен и интенсивности окрашивания распределялись на пять групп: первая группа — отсутствие окраски (0), вторая группа — слабое окрашивание (+), третья группа — умеренное окрашивание (++) , четвертая группа — интенсивное окрашивание (+++) и пятая группа — окраска большой интенсивности (++++) .

Для сопоставления полученных данных выводили средний гистохимический коэффициент (СГК) по формуле Астальди и Верга: $\frac{4a+3b+2v+1r+0d}{100}$, где буквами обозначен процент клеток определенной интенсивности, а цифрами числителя — степень интенсивности окрашивания.

Результаты исследований, полученные при изучении крови здоровых, служили контролем, с которым мы сравнивали все последующие наблюдения у больных. В табл. 1 приводятся результаты исследования пероксидазы по СГК.

Таблица 1

Группы исследований	Число случаев	СГК*	Границы колебаний	
			мин.	макс.
Здоровые	15	3,44	2,97	3,91
Гемолитическая анемия	14	2,76	1,86	3,01
Гипо-(а)пластическая анемия	11	2,61	2,11	3,18
B_{12} (фолиево)-дефицитн. анемия	12	2,63	1,82	3,01
Fe-дефицитная анемия	45	2,52	1,7	3,32

* Среднее арифметическое

Как видно из табл. 1, содержание пероксидазы при всех видах анемии уменьшено. Максимальные показатели СГК больных с различными видами анемии стоят почти на уровне минимального СГК здоровых. Наибольший СГК — 3,32 в группе Fe-дефицитной анемии наблюдался лишь в одном случае, тогда как у остальных больных он не превышал 3,05.

СГК особенно низким оказался в группе Fe-дефицитной анемии. Однако следовало ожидать, что нарушения клеточного метаболизма



крови наиболее выраженными должны быть в группе с гипо-(а)пластической анемией. Исходя из данного предположения мы решили определить СГК пероксидазы в 1 мм³ крови. С этой целью СГК в каждом случае умножали на число сегментоядерных нейтрофилов в 1 мм³ крови, получая таким образом абсолютный средний гистохимический коэффициент (АСГК).

Таблица 2

Группы исследований	Число случаев	АСГК*	Границы колебаний	
			мин.	макс.
Здоровые	15	14350	10332,63	20976
Гемолитическая анемия	14	9734	2388	34440
Гипо-(а)пластическая анемия	11	3452	1255,45	9178,26
V ₁₂ (фолиево)-дефицитная анемия	12	5943	2052,96	10270
Fe-дефицитная анемия	45	7626	1339,2	1339

* Среднее арифметическое

Как видно из табл. 2, самые низкие цифры АСГК наблюдаются в группе с гипо-(а)пластической анемией. За ней следуют группы с V₁₂(фолиево)-дефицитной анемией, далее с Fe-дефицитной и гемолитической анемиями.

Наибольшие изменения АСГК наблюдаются при тех анемиях, которые сопровождаются резко выраженным снижением числа лейкоцитов, т. е. нарушением в лейкопоэзе.

В табл. 3 приводятся результаты исследования гликогена по СГК.

Таблица 3

Группы исследований	Число случаев	СГК	Границы колебаний	
			мин.	макс.
Здоровые	15	3,28	3,01	3,76
Гемолитическая анемия	14	2,81	2,16	3,18
Гипо-(а)пластическая анемия	11	2,86	2,02	3,37
V ₁₂ (фолиево)-дефицитная анемия	12	2,67	2,0	3,15
Fe-дефицитная анемия	45	2,56	1,91	3,69

По сравнению с нормой, уровень гликогена в сегментоядерных нейтрофилах при всех видах анемии снижен, что особенно выражено в случаях с Fe-дефицитной анемией. Как и в отношении пероксидазы, мы решили рассчитать АСГК для гликогена. В табл. 4 даны результаты этих подсчетов.

Как и с пероксидазой, АСГК гликогена наиболее низким оказался в группе с гипо-(а)пластической анемией, далее с V₁₂(фолиево)-дефицитной, Fe-дефицитной и гемолитической анемиями.

Пытаясь выявить возможную коррелятивную зависимость между степенью анемизации и содержанием в клетках крови пероксидазы и гликогена при различных видах анемии, мы составили коррелятивные

Таблица 4

Группы исследований	Число случаев	АСГК	Границы колебаний	
			мин.	макс.
Здоровые	15	12554	10508,2	18381,6
Гемолитическая анемия	14	9826	2769,24	37080
Гипо-(а)пластическая анемия	11	3563	1207,96	9227,68
B_{12} (фолиево)-дефицитная анемия	12	5827	2646,18	10173
Fe-дефицитная анемия	45	8354	2679,7	20114,6

кривые, в которых АСГК пероксидазы и гликогена сопоставлялись с количеством гемоглобина, числом эритроцитов и цветным показателем. Выявить при этом прямой коррелятивной связи нам не удалось.

Таким образом, наши исследования выявили наличие нарушения клеточного метаболизма в сегментоядерных нейтрофилах при различных видах анемии. Особенно резкие нарушения отмечены в группах с гипо-(а)пластической и витамин B_{12} (фолиево)-дефицитной анемией, что можно связать с большей степенью поражения лейкоцитов при данных видах анемии.

Институт экспериментальной и клинической
хирургии МЗ ГССР

(Поступило 5.6.1968)

ჰისტოლოგია

3. შავათავა

პეროქსიდაზისა და გლიკოგენის რაოდენობის განსაზღვრა
პერიფერიული სისხლის უჯრედებში სხვადასხვა სახის ანემიის
დროს

რეზუმე

პეროქსიდაზისა და გლიკოგენის რაოდენობა განსაზღვრულია 82 ანემიური ავადმყოფისა და 13 ჯანმრთელი ადამიანის სისხლის უჯრედებში. ყველა სახის ანემიის დროს აღინიშნება პეროქსიდაზის და გლიკოგენის ციტოქიმიური რეაქციის შესუსტება, განსაკუთრებით კი ჰიპო-(ა) პლასტური და ვიტამინი B_{12} დეფიციტური ანემიების დროს.

და მოწმობული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Зосимовская, Л. И. Казанова, Ф. Э. Файнштейн. Проблемы гематологии и переливания крови, № 5, 1958, 25—31.
2. В. А. Алмазов, Б. А. Павлов. Лабораторное дело, № 6, 1968, 3—7.
3. Э. И. Терентьева, Л. И. Казанова, Ф. Э. Файнштейн. Проблемы гематологии и переливания крови, № 2, 1960, 3—7.
4. Э. М. Эседов. Тезисы и рефераты докладов I Дагестанской конференции терапевтов. Махачкала, 1961, 81—83.
5. С. Б. Яес. Проблемы гематологии переливания крови, № 7, 1962, 43—49.

ბ. კარტოზია

მიცემითი ბრუნვის ნიშანი ზმნურ ფორმასთან ლაზურში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. წერეთელმა 30.9.1968)

ლიტერატურაში ([1], გვ. 79—80; [2], გვ. 63—64, 185—186) აღნიშნულია ქართველურ ენათაგან მხოლოდ ლაზურისათვის ნიშანდობლივი ფაქტი: ზმნის ფორმას შეიძლება დაერთოს ბრუნვის ნიშანი (უთანდებულოდ ან თანდებულოდ). ზმნის ნაბრუნები ფორმები გარემოებებს წარმოადგენს და სხვა ქართველურ ენათა დაქვემდებარებულ წინადადებებს შეესაბამება. გარკვეა [3], რომ ზმნური ფორმის ბრუნება ლაზურში თურქულის გავლენის შედეგია.

6. მარს ([1], გვ. 80) აღნიშნული აქვს, რომ ზმნის აორისტისა და კავშირებითის ფორმას შეიძლება დაერთოს შიცემითის ნიშანიც და რომ ამგვარი წარმოება დროის გარემოებითი წინადადების ბადალია. საილუსტრაციოდ მოყვანილია ასეთი მაგალითები: მოქთი-ს-ის „როცა მოვიდი“, მოჭას-ის „როცა მოთოვს“, ვუბირათ-ის „როცა ვუმღერებთ“, მოხთანე-ს [დაბეჭდილია: მოხთანე-ს]! „როცა მოვლენ“, ბაში ვარ გახენა-ის „რომ არ დაზავებოდი“. ამ მაგალითების მიხედვით, ზმნურ ფორმებზე დართული ჩანს -ის, -ის, -ს ნაწილაკები.

არნ. ჩიქობავამ ([2], გვ. 185) ამ ნაწილაკის ორი ვარიანტი აღნიშნა: -ის და -სი (იბგარუ-ის „როცა ტირა“, მოხთუ-სი „როცა მოვიდა“). მკვლევარს -ის||-სი მიცემითის ნიშნად არ მიუჩნევია. მანვე მიუთითა აგრეთვე, რომ ამავე ფუნქციით ლაზურის ყველა კილოკავში გამოყენებულია -ში ნაწილაკი (მოხთუ-ში „როცა მოვიდა“). მკვლევარს ეს -ში იმავე ოდენობად მიაჩნია, რაც გვაქვს სახელებში, ე. ი. ნათესაობითის ნიშნად.

ს. ჯიქია [3] ლაზურის -ში და -ის||-სი ნაწილაკიან ზმნურ ფორმებს პარალელს უძებნის თურქულში. ესაა ადგილობით ბრუნვაში დასმული ე. წ. -dik ფორმები. თურქულის Ali eve geldik-te „როცა ალი შინ მოვიდა“ შინაარსობრივად უღრის ლაზურის გამოთქმას: ალი ოხორიშა მოხთუ-ში (||მოხთუ-ის|| მოხთუ-სი).

თურქულში დროის გარემოებას ადგილობითი ბრუნვა გამოხატავს, ლაზურში კი ეს ფუნქცია სწორედ მიცემითსა და ნათესაობითს ეკისრება. დროის გამოხატვა ერთ-ერთი უძველესი ფუნქციაა მიცემითისა და ნათესაობითისათვის სხვა ქართველურ ენებშიც. ასე რომ, ზმნის ფორმაზე დართული -ში ნაწილაკის ნათესაობითის ნიშნად მიჩნევას და -ის||-სი ნაწილაკში მიცემითის ფორმანტის დანახვას შინაარსობრივად არა უშლის რა. ოღონდ გასარკვევია

-ის||-სი ნაწილაკში **ი** ხმოვნის რაობა და მრჩობლთანხმოვნიათი -სის ნაწილაკის შედგენილობა. ნ. მარს ამის შესახებ არა უთქვამს რა; ნ. ნათაძე ([4], გვ. 31) ამ **ი**-ს ძნელად ასახსნელად თვლის; გ. კლიმოვი ([5], გვ. 24) ფიქრობს, რომ -სი ნაწილაკში გვაქვს ემფატიკური **ი** ხმოვით გართულებული მიცემითის ნიშანი. მაგრამ მკვლევარი არას ამბობს ამ ნაწილაკის სხვა ვარიანტების (-ის, -სის) შესახებ, რომლებშიც **ი** ხმოვნის ამგვარი კვალიფიკაცია გვიკრდება.

ჩვენი წერილის მიზანია **ს** თანხმოვნიათი ნაწილაკების ურთიერთმიმართებისა და შედგენილობის გარკვევა, ლაზურ კილოვებებში მათი ხმარების კანონზომიერების დადგენა.

ს თანხმოვნიათი ნაწილაკი ათინურსა და ვიწურში იხმარება, არქაბულში სპორადულად თუ შეგვხვდება. ვიწურში იხმარება ამ ნაწილაკის მხოლოდ ერთი ვარიანტი -ის: ოწყედლუ-ის ([6], 57,5) „როცა შეხედა“, დოდვა-ის ([6], 60, 13) „როცა დადებ“, გოცუტხეს-ის ([7], 16, 8) „როცა გაიღვიძეს“. ვიწურის დღევანდელი ჩვენება ამოსავალ ვითარებას არ უნდა ასახავდეს. ვფიქრობთ, ადრინდელი ვითარების გარკვევას ათინურის მონაცემები შეუწყობენ ხელს.

ათინურში იხმარება ამ ნაწილაკის ყველა დასახელებული სახეობა: -ს, -სის, -ის, -სი. მათი ხმარების არე ასეა განაწილებული: ოდენტანხმოვნიათი და თანხმოვნით დაწყებული -ს, -სის, -სი ნაწილაკები ერთის ზმნის ბოლოხმოვნთან ფორმას, ხმოვნით დაწყებული -ის ნაწილაკი კი ბოლოთანხმოვნიან ზმნის ემატება: მოხთუ-ს, მოხთუ-სის, მოხთუ-სი—მოხთეს-ის.

თავის მხრივ ბოლოხმოვნიან ზმნებთან -ს, -სის, -სი ნაწილაკების ხმარება ვარკვეულ კანონზომიერებას ამჟღავნებს. კერძოდ, -სი ნაწილაკი იხმარება მხოლოდ იმ თქმებში, სადაც სიტყვის ბოლოკიდური **ს** მოკვეცილია ან იოტადაა დასუსტებული. ასეთია, მაგალითად, ს. ჭიქიას ინფორმატორების —სტამბოლელი ლაზების მეტყველება.

ამიტომ ვფიქრობთ, რომ ამ ტექსტებში დადასტურებული -სი ნაწილაკიანი ფორმები მიღებულ უნდა იყოს -სის ნაწილაკიანი ფორმებიდან ბოლოკიდური ხანის დაკარგვით. ვვარაუდობთ, რომ მოხთუ-სი— მოხთეს-სის.

ეს რომ მართლაც ასეა, ამას ის მოწმობს, რომ თანხმოვნით დაბოლოებულ ზმნურ ფორმებს ამ თქმაში (თუ თქმებში) -ის კი არ ერთვის, არამედ მხოლოდ -ი: იას-ი ([7], 112, 29)—იას-ის „როცა იქნება“, ოწყედეს-ი ([7], 117, 19)—ოწყედეს-ის „როცა შეხედეს“, იბგარას-ი ([7], 124, 12)—იბგარას-ის „როცა იტირებს“...

ასევე სახეცვლილია ამგვარ თქმებში ოდენტანხმოვნური -ს ნაწილაკი. ართაშენელი მუსა გულაბერ-ოღლი, რომლის მეტყველებაში მკვეთრად იჩენს თავს ბოლოკიდური ხანის დაკარგვა-დასუსტება ([2], გვ. 28—30), ზმნის ბოლოხმოვნიან ფორმებს **მ**-ს ურთავს: ხორცი დოტაღანაჲ, კაურმა დიენ ([7], 114, 12) „ხორცს როცა შეწვაჲ, ყაურმა იქნება“, ოწყედუჲ—ჩხომი ტაღანერი'ნ ([7], 117, 29) „რომ შეხედა, თევზი შემწვარია“. დოტაღანაჲ, ოწყედუჲ მიღებული ჩანს დოტაღანა-ს, ოწყედუ-ს ფორმებისაგან.

ამგვარად, ჩვენთვის საინტერესო ნაწილაკი კიდევ ორი ვარიანტით (-ი, -ა) წარმოგვიდგა ათინურში. -ს, -სის, -ის, -სი, -ი, -ა სახეობათაგან ძირითადად, მაშასადამე, სამი გვრჩება: -ს, -სის, -ის. ამათგან პირველი ორი ბოლოხმოვნის ზმნებს ერთვის, უკანასკნელი კი—ბოლოთანხმოვნიანებს. სხვანაირად რომ ვთქვათ, -ის ნაწილაკს უპირისპირდება -ს და -სის ნაწილაკები.

ბოლოხმოვნიან ზმნებთან -ს და -სის ნაწილაკები ზოგიერთი პირის მეტყველებაში დღეს პარალელურად გვხვდება. მაგალითად, არნ. ჩიქობავას ინფორმატორი — ტალვათელი ალი კანთარ-ოღლი ზმნის ბოლოხმოვნიან ფორმებს -სის ნაწილაკს გვერდით -ს-საც ურთავს. ართაშენელი მუსა გულაბერი-ოღლი, არნ. ჩიქობავას ჩანაწერების მიხედვით, ბოლოხმოვნიან ზმნებთან ოდენტანხმოვნურ -ა (—ს) ნაწილაკს ხმარობს, მაგრამ, როგორც ირკვევა, ეს სახეობა ერთადერთი როდია მის მეტყველებაში. 1966 წელს მუსა გულაბერიძისაგან ჩვენც ჩავიწერეთ ტექსტები და აქ ხმოვანფუძიან ზმნებთან ყველგან -სი ნაწილაკი დავადასტურეთ.

ერთი და იმავე პირის მიერ -ს და -სის ნაწილაკთა პარალელური ხმარება ძველი ვითარების ამსახველი არ უნდა იყოს. ამ შემთხვევაში დიალექტურად (resp. ქრონოლოგიურად) განსხვავებულ ენობრივ წარმონაქმნთა აღრევის, თქმათა ურთიერთზეგავლენის შედეგთან უნდა გვექონდეს საქმე. ამის სასარგებლოდ უნდა მეტყველებდეს ის ფაქტი, რომ ბევრი მთქმელის მეტყველებაში ზმნის ბოლოთანხმოვნიანი ფორმების -ის ნაწილაკის საპირისპიროდ ბოლოხმოვნიანებში მხოლოდ ერთი ნაწილაკი გვხვდება: ან -ს, ან -სის. ასე მაგ., ს. ჭიქიას მიერ სტამბოლში ჩაწერილ ტექსტებში ბოლოხმოვნიან ზმნებთან მხოლოდ -სი (—სის) ნაწილაკი დასტურდება, მაშინ როცა ამავე პოეტიკაში ი. ყიფშიძის ინფორმატორები (ათინელები, ჯაჭივათელები, შილერითელები), როგორც წესი, -ს ნაწილაკს ხმარობენ. გამონაკლისი მეტად უმნიშვნელოა: -ს ნაწილაკის დართვის 19 შემთხვევაზე მხოლოდ ერთი შემთხვევა მოდის -სი ნაწილაკის დართვისა: ოკიხ-სი (16, 73, 28) „როცა დაეცა, როცა დაირღვა“.

ვფიქრობთ, ამ ნაწილაკის ხმარების ძველი წესი დაცულია იმ თქმებში: სადაც -ის ნაწილაკი (ბოლოთანხმოვნიან ზმნებში) უპირისპირდება -ს ნაწილაკი (ბოლოხმოვნიანებში). ვეარაუდობთ, რომ მიცემითის -ს ნიშანი უშუალოდ ერთოდა ზმნის ბოლოხმოვნიან ფორმას (მოხთუ-ს), ხოლო იმ შემთხვევაში, როცა ზმნა თანხმოვნით ბოლოვდებოდა, ზმნის ბოლოკიდურ თანხმოვანსა და მიცემითის -ს ნიშანს შორის ჩაერთოდა ი (მოხთეს-ი-ს), რომელიც იგივე ხმოვანი უნდა იყოს, რაც გვაქვს მიცემითის -ს ნიშნის წინ ლაზურის თანხმოვანფუძიან სახელებში: კოჩ-ის „კაც“.

ლიტერატურაში გარკვეული ამ ი-ს წარმომავლობა: იგი სახელობითის ნიშანია, რომელიც ირიბ ბრუნვებში მიჰყვება სახელის ბოლოთანხმოვნიან ფუძეს. ოდენტანხმოვნიანი ბრუნვის ნიშნები (-ს, -ქ) ლაზურში უშუალოდ არ ერთვის ბოლოთანხმოვნიან ფუძეს. მიცემითის (და მოთხრობითის) ნიშნის წინ ყოველთვის არის ხმოვანი. ეს ხმოვანი ან ისტორიულადაც ფუძის ბოლოკიდური ხმოვანია, ანდა სახელობითის -ი ნიშანია, რომელიც შეეზარდა ოდინ-

დელ ბოლოთანხმოვნიან ფუძეებს. ბრუნების ამ წესს დამორჩილებიან ზმნური ფორმებიც, რომლებიც სახელთა მსგავსად იბრუნვიან ლაზურში. შდრ. ამ ხმოვნის წარმოჩენა მოთხრობითის -ქ ნიშნის წინაც ბოლოთანხმოვნიან ზმნებთან: მეკტასი-ნა ულუნ-იქ [დაბეჭდილია: ულუნ,—იქ] ელუდგამს, ვარ ულუნ-იქ, ვარ ელუდგამს (16, 85, 32—33) „ვისაც აბრეშუმი აქვს, მიუდგამს, ვისაც არა აქვს, არ მიუდგამს“.

რაც შეეხება -სის ნაწილაც, იგი გვიანდელი წარმოშობისა ჩანს და მეტაანალიზის შედეგად უნდა იყოს წარმოქმნილი: -ის ნაწილადართულ ს თანხმოვნით დაბოლოებულ ზმნურ ფორმებში (მოხთეს-ის „როცა მოვიდნენ“, მოხთას-ის „როცა მოვა“) ზმნის სუფიქსისეული -ს ზოგიერთ თქმაში, როგორც ჩანს, გავებულ იქნა ნაწილაკისეულ ელემენტად: მოხთეს-ის — მოხთე-ის. ამგვარი მეტაანალიზისათვის ხელი უნდა შეეწყოს სხვა ნაწილადართულ ფორმათა ანალოგიას. ლაზურში ზმნის ფორმებს, როგორც აღინიშნა, სხვა ბრუნვის ნიშნები და თანდებულებიც ერთვის: თითქმის ყველა შ თანხმოვნით იწყება, რომლის წინ ზმნის სუფიქსისეული ს ჩვეულებრივ იკარგება:

მოხთეს-ში—მოხთე-ში „როცა მოვიდნენ“.

მოხთეს-შკულე—მოხთე-შკულე „მას შემდეგ, რაც მოვიდნენ“.

მოხთეს-შა—მოხთე-შა

მოხთეს-შაქის—მოხთე-შაქის „სანამ მოვიდნენ“.

მოხთეს-შენი—მოხთე-შენი „რადგან მოვიდნენ“

ამ ს-მოკვეცილ ფორმათა ანალოგიით, ზოგიერთ თქმაში მოხთეს-ის, მოხთას-ის ფორმებშიც იგივე პროცესი (ზმნის სუფიქსის დაკარგვა ნაწილაკის წინ) იქნა დანახული და ნაწილაკად -სის იქნა მიჩნეული.

დასასრულ, ვიწერის შესახებ. ვიწურში, როგორც აღნიშნულია, მხოლოდ -ის ნაწილაკი იხმარება. იგი ერთვის როგორც ბოლოთანხმოვნიან, ისე ბოლოხმოვნიან ფორმებსაც. ვფიქრობთ, ეს ვითარება მეორეულია. მოხთეს-ის, მოფთი-ის და მსგავს ფორმათათვის (ე. ი. ბოლოხმოვნიან ზმნებისათვის) ამოსავლად მოხთეს-ის, მოფთი-ის რიგის ფორმები (ე. ო. ფორმები მეორეული მრჩობლსანიანი ნაწილაკით) უნდა ვივარაუდოთ. ვფიქრობთ, მოხთეს-ის—მოხთეს-ის, მოფთი-ის—მოფთი-ის. -სის ნაწილაკში წინამავალი ს დაკარგულია მომდევნო ხანის მადისიმილირებელი გავლენის შედეგად (შდრ. 18, გვ. 135).

ვიწურში რომ ნამდვილად ჰქონია ადგილი ამ ფონეტიკურ პროცესს, ამას ხანზე დამთავრებული ზმნური ფორმები მოწმობენ. -ის ნაწილაკის დართვის შედეგად ამ ფორმებში ზმნის სუფიქსისეული ს თითქმის ყოველთვის დაკარგულია. მაგ., იჩოდა-ის (16, 62,6)—იჩოდას-ის „როცა გათავდება“.

სის—ის პროცესი, როგორც ჩანს, არც ათინურისთვის უნდა იყოს უცხო. ართაშენელი მუსა გულბაერ-ოღლი, როგორც ზემოთ ვნახეთ, ბოლოთანხმოვნიან ზმნებთან -ი (-ის) ნაწილაკს ხმარობს, ბოლოხმოვნიანებთან კი -ა

(—ს) და -სი (—სის) ნაწილაკებს. მაგრამ ორ შემთხვევაში ბოლოხმოვნთან ზმნებთანაც -ი ნაწილაკს ურთავს: გოქთუ-ი (17, 116,31) „როცა მობრუნდა“, იდუ-ი (17, 117,2) „როცა წავიდა“. ვვარაუდობთ, რომ იდუ-ი—იდუ-ის—იდუ-სის, ე. ი. ჯერ დაიკარგა -სის ნაწილაკის წინა ს (თანხმოვნის დისიმილაციური დაკარგვა) და შემდეგ მოიკვეცა მეორე, ბოლოკიდური ს (ხანის დაკარგვა სიტყვის აბსოლუტურ ბოლოში).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
„ვეფხისტყაოსნის“ აკადემიური ტექსტის დამდგენი კომისია

(შემოვიდა 9.10.1968)

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Г. А. КАРТОЗИА

ПОКАЗАТЕЛЬ ДАТЕЛЬНОГО ПАДЕЖА С ГЛАГОЛЬНЫМИ ФОРМАМИ
В ЛАЗСКОМ ДИАЛЕКТЕ

Р е з ю м е

В литературе отмечена синтаксическая особенность лазского диалекта: глагольные формы, осложненные падежными окончаниями, выступают в качестве обстоятельств и соответствуют придаточным предложениям других картвельских языков.

Наряду с другими падежными окончаниями глагольные формы осложняются и частицами, содержащими показатель дательного падежа.

Первоначальный порядок распределения этих частиц сохранен в тех подговорах, где глагольным формам с исходом на гласный непосредственно добавляется показатель дательного падежа -ს -s (მოხტუ-ს moxtu-s „когда он пришел“), а глаголам с исходом на согласный—частица -ის -is (მოხტეს-ის moxtes-is „когда они пришли“), содержащая кроме окончания дательного падежа и показатель именительного падежа -ი -i, который появляется и в косвенных падежах при склонении имен с исходом на согласный (კობი-ის koḇ-i-s „человеку“).

Частица -ის -sis, добавляемая в некоторых подговорах глагольным формам с исходом на гласный (მოხტუ-სის moxtu-sis „когда он пришел“),—результат метаанализа: в глагольных формах с исходом на ს s исходный согласный, очевидно, был воспринят как элемент частицы (მოხტეს-ის moxtes-is→მოხტე-სის moxte-sis „когда они пришли“). Такому переосмыслению, повидимому, способствовало то, что перед другими падежными окончаниями исходный -ს -s глаголов часто утерян; напр., მოხტეს-ში moxtes-ši→მოხტე-ში moxte-ši „когда они пришли“, მოხტეს-შა moxtes-ša→მოხტე-შა moxte-ša „пока они пришли“.

Частицы -s, -is, -sis в лазских говорах претерпели фонетические изменения. В атинском говоре -s → -j, -is → -i, -sis → -si; в вицском -sis → -is.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Марр. Грамматика чанского (лазского) языка, СПб, 1910.
2. არნ. ჩიქობავა, ჭანურის გრამატიკული ანალიზი, თბილისი, 1936.
3. ს. ჭიქია, თურქულ-ლაზური ენობრივი ურთიერთობიდან. 2. თურქული სინტაქსური კალკები ლაზურში. აკ. შანიძისადმი მიძღვნილი საიუბ. კრებ. „ორიონი“ თბილისი, 1967.
4. ნ. ნათაძე, მყოფადისათვის ქართველურ ენებში. ქართველურ ენათა სტრუქტურის საკითხები, II, თბილისი, 1961.
5. Г. А. Климов. Склонение в картвельских языках в сравнительно-историческом аспекте, М., 1962.
6. ი. ყიფშიძე, ჭანური ტექსტები, თბილისი, 1939.
7. არნ. ჩიქობავა, ჭანურის გრამატიკული ანალიზი, ნაწ. II, ტექსტები.
8. გ. კარტოზია, მასალები ლაზური ზემორსიტყვიერებისათვის. კრებ. ქართული ლიტერატურის საკითხები, თბილისი, 1968.

52-ე ტომის სისტემატიკური საძიებელი
СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ 52-ГО ТОМА
SYSTEMATIC INDEX OF THE 52-ST VOLUME

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის 50 წლისთავი	13
50-ЛЕТИЕ ТВИЛИССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА	15

მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—MATHEMATICS

Н. П. Векуа (академик АН ГССР). Об одном новом способе решения граничной задачи Гильберта для нескольких неизвестных функций	17
*ნ. ვეკუა (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის ჰილბერტის ამოცანის ამოხსნის ერთი ახალი წესის შესახებ	20
Ш. Е. Микеладзе (академик АН ГССР). О численном решении нелинейных дифференциальных уравнений, зависящих от параметра	21
*შ. მიქელაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). პარამეტრზე დამოკიდებული არაწრფივი დიფერენციალური განტოლებების რიცხვითი ამოხსნა	26
Г. М. Мания. Квадратическая погрешность оценки плотности многомерного нормального распределения по данным выборки	27
*გ. მანია. მოცემული შერჩევით მრავალგანზომილებიანი ნორმალური განაწილების სიმკვრივის შეფასების კვადრატული ცდომილება	30
А. И. Пилатовская. Теория свободных разложений в категориях	31
*ა. პილატოვსკაია. კატეგორიებში თავისუფლად დაშლათა თეორია	34
Д. О. Баладзе. О K -группах гомотопии	283
*დ. ბალაძე. ჰომოლოგიის K -ჯგუფების შესახებ	286
Л. Д. Гоголадзе. О сильном суммировании рядов Фурье	287
*ლ. გოგოლაძე. ფურიეს მწკრივების ძლიერი შეკამბადობის შესახებ	292
А. И. Буадзе. О свойстве сопряженных функций двух переменных	293
*ა. ბუაძე. ორი ცვლადის შეუღლებულ ფუნქციათა თვისების შესახებ	296
Т. А. Чантурия. Некоторые замечания об одномерных сингулярных дифференциальных операторах	571
*თ. ჭანტურია. ზოგიერთი შენიშვნა ერთგანზომილებიანი სინგულარული დიფერენციალური ოპერატორების შესახებ	576
Дж. Г. Саникидзе. О сходимости некоторых квадратурных процессов	577
*ჯ. სანიკიძე. ზოგიერთი კვადრატული პროცესის კრებადობის შესახებ	581
Д. П. Зерагия. О точках бифуркации одного класса нелинейных уравнений	583
*დ. ზერაგია. ერთი კლასის არაწრფივი განტოლებათა ბიფურკაციის წერტილების შესახებ	587
О. А. Глойти. Интерполяция компонент марковской цепи	589
*ო. ღლონტი. მარკოვის ჯაჭვის კომპონენტთა ინტერპოლაცია	592

მექანიკა—МЕХАНИКА—MECHANICS

Р. М. Цхведадзе. К теории круглых пластинок со скачкообразным изменением толщины	297
*რ. ცხვედაძე. წრიული ფირფიტები სისქის ნახტომისებური ცვლილებით	302

* უარსკვლავეთი აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წინა წერილის რეზიუმეს.
 * Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме предшествующей статьи.
 * A title marked with an asterisk refers to the summary of the preceding article.



რ. ცხევედაძე. დამრეკი ბრუნვითი გარსები სისქის ნახტომისებური ცვლილებით 593
 *Р. М. Цхведадзе. Пологие оболочки вращения со скачкообразным изменением толщины 598

ჰიდროაეროდინამიკა—ГИДРОАЭРОДИНАМИКА—
 HYDROAERODINAMICS

Т. Л. Гвелесиани. Сейсмические сейши в рукавах и бухтах водохранилищ при вертикальном смещении части их ложа в результате землетрясения 303
 *თ. გველესიანი. სეისმური სეიშები წყალსაცავების ყურეებსა და უბუბში მიწისძვრების დროს მათი ფსკერის ნაწილის ვერტიკალური გადაადგილებისას 307
 В. В. Сакварелидзе. Гидравлический расчет неравномерных азрированных потоков 309
 *ვ. საყვარელიძე. არათანაბარი აირბრებული ნაკადების ჰიდრაულიკური ანგარიში 314
 В. В. Сакварелидзе. Профиль концентрации воздушной взвеси и определение средней концентрации водовоздушного слоя азрированного потока 599
 *ვ. საყვარელიძე. ჰაერის ბუმტულაჟების კონცენტრაციის პროფილი და აერირებული ნაკადის წყალაირიანი შრის საშუალო კონცენტრაციის განსაზღვრა 603

ტიბერნეტიკა—КИБЕРНЕТИКА—CYBERNETICS

В. В. Чавчанидзе (член-корреспондент АН ГССР). Применение индуцирующего эвристического программирования к задаче планирования и прогнозирования научных исследований 35
 *ვ. ჭავჭავანიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ინდუცირებული ევრიტიკული პროგრამირების გამოყენება მეცნიერულ გამოკვლევათა პლანირებისა და პროგნოზირების ამოცანებთან 40
 А. Х. Гиоргадзе. Надежность логических схем с обратными связями 315
 *ა. გიორგაძე. უწყვეტირებადი ლოგიკური სქემების იმედინობა 317
 О. К. Абурджания. Распределение ресурсов в сельскохозяйственном производстве табличным методом 319
 *ო. აბურჯანია. სოფლის მეურნეობის წარმოებაში რესურსების განაწილების ცხრილური მეთოდი 323
 Г. А. Твалაдейшвили. Об одном методе преобразования информации в больших системах 605
 *გ. თვალაბეიშვილი. დიდ სისტემებში ინფორმაციის გარდაქმნის ერთი მეთოდის შესახებ 608
 О. В. Купатадзе. Решение задач выпуклого программирования методом «штрафных функций» на аналоговых вычислительных машинах 611
 *ო. კუპატაძე. ამონეტიკული პროგრამირების ამოცანების ამოხსნა «ჭარბების ფუნქციების» მეთოდის ანალოგიურ გამოთვლულ მანქანებზე 615
 В. В. Чавчанидзе (член-корреспондент АН Грузинской ССР). Психоввристическое программирование интеллектуальной деятельности человека в больших системах 617
 *ვ. ჭავჭავანიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). დიდ სისტემებში ადამიანის ინტელექტუალური მოლვაწობის ფსიქოევრიტიკული პროგრამირება 621

ფიზიკა—ФИЗИКА—PHYSICS

Р. И. Джибути, Н. Б. Крупеникова, В. И. Мамасахлисов (академик АН ГССР). К теории фоторасщепления дейтрона при больших энергиях 41
 *რ. ჯიბუტი, ნ. კრუპენიკოვა, ვ. მამასახლისოვი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). მაღალ ენერგიებზე დეიტრონის ფოტოგაშლენის თეორიისათვის 46

М. М. Мирианашвили (член-корреспондент АН ГССР), Т. И. Какушадзе. Замещение ионов Fe^{2+} в никелевых ферритах шпинельной структуры ионами In^{3+} и Ga^{3+}	47
*მ. მირიანაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ტ. კაკუშაძე. შპინელის სტრუქტურის ნიკელის ფერიტში Fe^{2+} იონების შეცვლა In^{3+} და Ga^{3+} იონებით	50
М. М. Мирианашвили (член-корреспондент АН ГССР), Т. И. Какушадзе. Магнитные свойства ферритов со структурой граната	325
*მ. მირიანაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ტ. კაკუშაძე. გრანატის სტრუქტურის მქონე ფერიტების მაგნიტური თვისებები	330
*Ф. Баимбетов. Влияние дрейфовых воли на явления переноса	331
*თ. ბაიმბეტოვი. დრეიდული ტალღების ველენა ვადატანით მოვლენებზე	334
А. Г. Хаитадзе, Р. А. Гогуа. О нестационарном обобщенном законе Ома для слабо ионизированного газа	623
*ა. ხაითაძე, რ. გოგუა. არასტაციონარული ომის განზოგადებული კანონი სუსტად იონიზებული გაზისათვის	626
Дж. С. Цакадзе, Л. В. Черемисина. Кинетика закручивания жидкого гелия в кольцевом зазоре	627
*ჯ. ცაქაძე, ლ. ჩერემისინა. რკოლურ ღრწოში მოთავსებული თხევადი ჰელიუმის დაბრუნების კინეტიკა	628
М. М. Мирианашвили (член-корреспондент АН ГССР), Т. И. Какушадзе. Магнитные свойства ферритов иттрия при замещении ионов Y^{3+} ионами Tb^{3+} и Nd^{3+}	629
*მ. მირიანაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ტ. კაკუშაძე. იტრიუმის ფერიტის მაგნიტური თვისებები Y^{3+} იონების Tb^{3+} და Nd^{3+} იონებით ჩანაცვლების შემთხვევაში	634

ბიოფიზიკა—ГЕОФИЗИКА—GЕOPHYSICS

Б. К. Балавадзе (член-корреспондент АН ГССР), В. Г. Абашидзе, Г. В. Мумладзе. К изучению локальных деформаций земной коры наклономерным методом	51
*ბ. ბალავაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ვ. აბაშიძე, გ. მუმლაძე. დაბრისმომის მეთოდით დეფორმაციის ქერტის ლოკალური დეფორმაციის შესწავლისათვის	55
Т. И. Торшелидзе. Результаты спектрографических наблюдений гидроксильного свечения в области 10600—11200 Å в сумерках	57
*თ. ტოროშელიძე. ბინდში ჰიდროქსილის ნათების სპექტროგრაფიული დაკვირვებების შედეგები 10600—11200 Å უბანში	62
Д. И. Сихарулидзе, Р. К. Махарадзе. К вопросу использования поверхностных воли в сейсморазведке	335
*დ. სიხარულიძე, რ. მახარაძე. ზედაპირული ტალღების გამოყენების საკითხებისათვის სისმობობაში	340
А. Г. Балабуев, Р. И. Герасимов. Опыт стереофотограмметрической съемки дымовых струй	341
*ა. ბალაბუევი, რ. გერასიმოვი. ბოლის ნაკადის სტერეოფოტოგრაფიკული გადღების ცდა	344

Б. И. Стыро, Г. Г. Окроашвили, Л. В. Гамхиташвили, Т. Г. Хунджа. О связи распределения радиоактивности на различных высотах атмосферы	635
*ბ. სტირო, გ. ოქროაშვილი, ლ. გამხიტაშვილი, თ. ხუნჯუა. რადიოაქტივობის განაწილების კავშირების შესახებ ატმოსფეროს სხვადასხვა სიმაღლეზე	638
А. Г. Балабуев, А. З. Махарашвили. К вопросу об исследовании аэрозолей в свободной атмосфере с помощью самолета	639
*ა. ბალაბუევი, ა. მახარაშვილი. თავისუფალ ატმოსფეროში თვითმფრინავის საშუალებით აეროზოლებზე დაკვირვებათა შესახებ	644
Г. П. Есадзе. Об эффективности применения промышленно-геофизических методов разведки на Шворском каменноугольном месторождении	645
*გ. ესაძე. შორის ქვანახშირის საბადოზე სარწაო გეოფიზიკური მეთოდების გამოყენების ეფექტურობის შესახებ	650
А. М. Окуджава. Затвердевание полуграниченной составной среды	651
*ა. ოკუჯავა. ნახევრადმზღუდული შედგენილი გარემოს გამყარება	656

ორგანული ქიმია—ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ—
ORGANIC CHEMISTRY

ქრ. არეშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ე. თავართქილაძე. ნორმალური ჰექსილის სპირტის ამინირება გუმბრინის მონაწილეობით	63
*X. И. Арешидзе (член-корреспондент АН ГССР), Е. К. Таварткиладзе. Аминирование n-гексилового спирта в присутствии гумрина	68
И. М. Гвердцители (член-корреспондент АН ГССР), Е. С. Гелашвили. Действие триэтилгермания на некоторые метокси-γ-ацетиленовые гликоли	69
*ი. გვერდული (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ი. გველაშვილი. ტრიეთილგერმანიუმის ჰიდრიდის მოქმედება ზოგიერთ მეთოქსი-γ-აციტილენურ გლიკოლებზე	73
X. И. Арешидзе (член-корреспондент АН ГССР), Е. М. Бенашвили, К. И. Чхеидзе. Каталитические превращения n-гексадекана на натриевой и кальциевой формах синтетических цеолитов типа Y	345
*ქრ. არეშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ე. ბენაშვილი, კ. ჩხეიძე. ნ-ჰექსადეკანის კატალიზური გარდაქმნა ნატრიუმისა და კალციუმის ფორმის Y-ტიპის სინთეზურ ცეოლიტებზე	349
З. М. Элашвили, Л. В. Девадзе, К. Г. Джапаридзе. Синтез и фотохромные свойства 3'-фенилазамещенных бензгиазоловых спиропиранов	351
*ზ. ელაშვილი, ლ. დევაძე, კ. ჯაფარიძე. 3'-ფენილნაჩააცვლებული ბენზოთიაზოლიანი სპიროპირანების სინთეზი და ფოტოქრომული თვისებები	356
А. И. Кахнашвили, Э. Н. Чиковани. Алкилирование фенолов 1-гексен-3-олом в присутствии фосфорной кислоты	357
*ა. კახნაშვილი, ე. ჩიქოვანი. ფენოლების ალკენილირება 1-ჰექსენ-3-ოლით ფოსფორმჟავის თანდასწრებით	361
Е. М. Бенашвили, X. И. Арешидзе (член-корреспондент АН ГССР), К. И. Чхеидзе. Исследование каталитических свойств водородной и декатионированной форм синтетических цеолитов типа X в реакциях превращения n-гексадекана	657
*ე. ბენაშვილი, ქრ. არეშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), კ. ჩხეიძე. წყალბადისა და დეკათიონირებული ფორმის X ტიპის სინთეზური ცეოლიტების კატალიზური თვისებების გამოკვლევა ნ-ჰექსადეკანის გარდაქმნის რეაქციებში	661

- Т. Н. Лебсадзе, Л. Т. Чхaidze, Б. А. Табидзе, И. Я. Павленишвили, И. А. Елигулашвили. Синтез и электрофизические свойства полихалидона, полученного поликонденсацией 4,4'-диацилбензола с терефталевым альдегидом 663
- *თ. ლეხსაძე, ლ. ჩხაიძე, ბ. ტაბიძე, ი. ფავლენიშვილი, ი. ელიგულაშვილი. 4,4'-დიაციტილბენზოლის ტერეფტალდილდგობიდან პოლიკონდენსაციით მიღებული პოლიხალიდონის სინთეზი და მისი ელექტროფიზიკური თვისებები 668
- Д. А. Палаваидишвили, А. И. Двалишвили, Р. М. Тагидзе. Синтез четвертичных аммониевых соединений на основе 3-бром-1-оксипутана 669
- *დ. ფალავანიძე, ა. დვალისვილი, რ. ლაღიძე. მეოთხეული ამონიუმის მარილების სინთეზი 3-ბრომ-1-ოქსიპუტანის საფუძველზე 672

ფიზიკური ქიმია—ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ—PHYSICAL CHEMISTRY

- Р. И. Агладзе (академик АН ГССР), Д. Е. Қарчава, Р. К. Қварацхелия. Об электрохимическом восстановлении азотной кислоты в уксуснокислой среде 75
- *რ. აგლაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ჯ. ქარჩავა, რ. კვარაცხელია. მზარმევა ვარშოში აზოტმევაას ელექტროქიმიური აღდგენის შესახებ 80
- Э. З. Гомеллаури, А. В. Шабля, К. Г. Джапаридзе. К вопросу об определении квантовых выходов фотохромных превращений и экстинкций фотониндуцированных форм 81
- *ე. გომელაური, ა. შაბლია, კ. ჯაფარიძე. ფოტოქრომული გარდაქმნების კვანტური გამოსავლებისა და ფოტონინდუცირებული ფორმების ექსტინქციების განსაზღვრის საკითხისათვის 86
- Ж. Ш. Кублашвили, А. В. Қарякин, Е. Г. Давиташвили. О ИК-спектрах некоторых соединений самария 363
- *ჯ. კუბლაშვილი, ა. კარიაკინი, ე. დავითაშვილი. სამარიუმის ზოგიერთი ნერთის ინფრაწითელი სპექტრების შესახებ 366
- С. Б. Рапчинская, Г. А. Блох, Г. В. Цицишвили (академик АН ГССР), К. А. Бежашвили. Водородная форма цеолитов в резинах на основе наирита и бутилкаучука 367
- *ს. რაპჩინსკაია, გ. ბლოხი, გ. ციციშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), კ. ბეჯაშვილი. წყალბადის ფორმის ცეოლითი რეზინებში ბუთილ-კაუჩუკისა და ნაირიტის საფუძველზე 371

ქიმიური ტექნოლოგია—ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ—CHEMICAL TECHNOLOGY

- К. С. Кутателадзе (член-корреспондент АН ГССР), И. Г. Хизанишвили, Р. А. Мамаладзе. Исследование фазового состава и структуры перлитсодержащего фарфора 87
- *კ. ქუთათელაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ი. ხიზანიშვილი, რ. მამალაძე. პერლიტის შემცველი ფაიფურის ფაზური შედგენილობისა და სტრუქტურის გამოკვლევა 92
- Д. С. Иосебидзе, Л. Д. Меликадзе (член-корреспондент АН ГССР). Противопиттнговые свойства минеральных масел с присадкой высокодисперсного углерода, получаемого электрокарбонизацией бензола (УЭКБ) 93
- *დ. იოსებიძე, ლ. მელიქაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ბენზოლის ელექტროკარბონიზაციით მიღებული ნახშირბადის დანამატთან (УЭКБ) მინერალური ზეთების პიტინგსაწინააღმდეგო თვისებები 97



- Н. Т. Гофман, Ш. И. Чалагандзе. О влиянии аниона на электролитическое осаждение железа 99
- *ნ. გოფმანი, შ. ჭალაგანძე. ანიონის გავლენა რკინის ელექტროლიტურ გამოლქვაზე 104
- В. Н. Шапакидзе, Т. П. Гелейшвили. Силикатные стеновые материалы из отходов обогащения медно-колчедановых руд 373
- *ვ. შაუაკიძე, თ. გელეიშვილი. სილიკატური საკედლე მასალების წარმოების ნარჩენებიდან 378
- Э. И. Абашидзе, С. Я. Шпунт. О взаимодействии сульфата магния с фосфатами кальция в пятикомпонентной системе $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{SO}_3-\text{H}_2\text{O}$ при 80°C 379
- *ე. აბაშიძე, ს. შპუნტი. მაგნიუმის სულფატსა და კალციუმის ფოსფატებს შორის ურთიერთქმედების რეაქცია ზუთკომპონენტის სისტემაში $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{SO}_3-\text{H}_2\text{O}$ 80° ტემპერატურისას 384
- Л. К. Сванидзе, В. Г. Гегеле. Ионообменные смолы на базе фенолов Русского коксохимического завода 672
- *ლ. სვანიძე, ვ. გეგელე. იონგაცვლითი ფისები, მიღებული რუსეთის კოქსოქიმიური სააპკროს ფენოლების ბაზაზე 677
- К. С. Кутателадзе (член-корреспондент АН СССР), Р. Д. Верулашвили, Г. М. Какабадзе. О некоторых свойствах андезитовых, базальтовых и идентичных им по составу синтезированных стекол 679
- *კ. ქუთათელაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), რ. ვერულაშვილი, გ. კაკაბაძე. ანდეზიტის, ბაზალტისა და მათი ანალოგიური ქიმიური შემადგენლობის სინთეზური მიწების ზოგიერთი თვისებების შესახებ 682

ფარმაკოქიმია—ФАРМАКОХИМИЯ—PHARMACEUTICAL CHEMISTRY

- Р. М. Микеладзе, Г. Е. Деканосидзе. Анатомо-гистохимическое исследование листа плюща колхидского на содержание сапонинов 385
- *რ. მიქელაძე, გ. დეკანოსიძე. კოლხური სუროს ფოთლის ანატომიურ-ჰისტოქიმიური გამოკვლევა საპონინების შემცველობაზე 386
- А. Я. Штромберг, А. М. Джорбенадзе. Культивирование барвинка травянистого в окрестностях Тбилиси 683
- *ა. შტრომბერგი, ა. ჯორბენაძე. გველის სუროს მოშენება თბილისის მიდამოებში 688

ფიზიკური გეოგრაფია—ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ—PHYSICAL GEOGRAPHY

- შ. ცხოვრებაშვილი. ზღვის ნაწევრები ტბის წარმოშობის საკითხისათვის 105
- *შ. ა. Цховребашвили. К вопросу о происхождении озера Згвиснацквети 108
- Дж. И. Мамаладзе, А. П. Макацария. Корреляция и возраст морских и речных террас Колхидской низменности 389
- *ჯ. მამალაძე, ა. მაკაცარია. კოლხეთის დაბლობის ზღვიური და მდინარეული ტერასების კორელაცია და ასაკი 394
- Ч. П. Джanelidze. К динамике ледников Южного склона Большого Кавказа в голоцене 395
- *ჭ. ჯანელიძე. კავკასიონის სამხრეთი ფერდობების შეინარაღა დინამიკისათვის პოლოცენში 400
- Г. С. Метрели. Объем и характер заиления-зачесения Сионского водохранилища 689
- *გ. მეტრელი. სიონის წყალსაცავის მოსიღვა-მოღამვის მოცულობა და ხასიათი 694

ეკონომიური გეოგრაფია—ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ—
 ECONOMIC GEOGRAPHY

- Р. Г. Гаччиладзе. К вопросу о производственных типах и зонах специализации сельского хозяйства Турции 109
- *რ. გაჩეჩილაძე. თურქეთის სოფლის მეურნეობის საწარმოო ტიპებისა და სპეციალიზაციის ზონების საკითხისათვის 114

გეოლოგია—ГЕОЛОГИЯ—GEOLOGY

- Р. А. Ахвледиани, З. А. Кокрашвили, А. Л. Цагарели (член-корреспондент АН ГССР). «Альпийские» жилы хрустала Большого Кавказа и связанные с ними вопросы тектоники 115
- *რ. ახვლედიანი, ზ. ქოქრაშვილი, ა. ცაგარელი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). კავკასიონის მთის ბროლის „ალპური“ ძარღვები და მასთან დაკავშირებული ტექტონიკის საკითხები 120
- დ. პაპავა, ვ. ვოდვარძიშვილი. ხოსტის ქვიშაქვების ასაკის შესახებ 695
- *Д. Ю. Папав, Г. С. Годердзишвили. О возрасте хостинских песчаников 698

პეტროგრაფია—ПЕТРОГРАФИЯ—PETROGRAPHY

- Г. С. Кикодзе. К литологии верхнеюрских отложений бассейна р. Псоу (северо-западная Абхазия) 127
- *გ. კიკოძე. მდ. ფსოუს აუზის (ჩრდილო-დასავლეთი აფხაზეთი) ზედაიურული ნალექების ლითოლოგიისათვის 132
- С. А. Кекелия, А. И. Махарадзе. К вопросу о характере регионального метаморфизма верхних горизонтов порфировой свиты байоса Грузии 401
- *ს. კეკელია, ა. მახარაძე. საქართველოს ბაიოსის პორფირიტული წყების ზედა პორიზონტების რეგიონალური მეტამორფიზმის ხასიათის საკითხისათვის 405
- М. А. Беридзе. О нижнеюрском вулканизме верховьев рр. Авадхара и Лашинсе
- *მ. ბერიძე. მდ. ავადხარისა და ლაშინსის სათავეების ქვედაიურული ვულკანიზმის შესახებ 411
- И. Д. Шавишвили. О щелочных породах Мерисского массива 413
- *ი. შავიშვილი. მერისის მასივის ტუტე ქანების შესახებ 416
- მ. ტატიშვილი. მასალები სამხრეთ მესხეთის შუაეოცენურ ლავების პეტროგრაფიისათვის 699
- *М. Г. Татишвили. Материалы для петрографии среднеэоценовых лав южной Месхетич 704
- Г. С. Закариадзе, М. Б. Лордкипанидзе. О сопоставлении эффузивных и интрузивных пород палеогенового магматического комплекса юго-западной Аджарии 705
- *გ. ზაკარიაძე, მ. ლორთქიფანიძე. სამხრეთ-დასავლეთი აჭარის პალეოგენური მაგმური კომპლექსის ეფუზიური და ინტრუზიული ქანების შედარებისათვის 710

პალეონტოლოგია—ПАЛЕОНТОЛОГИЯ—PALAEONTOLOGY

- Х. Н. Пурцеладзе. Меоическая флора бассейнов рр. Натанеби и Супса по данным палинологического анализа 121
- *ხ. ფურცელაძე. მდინარეების—ნატანებისა და სუფსის—აუზის მეოტური ნალექების ფლორა პალინოლოგიური მონაცემების მიხედვით 125

სამშენებლო მეხანიკა—СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА—
 STRUCTURAL MECHANICS

Н. Г. Хомасуридзе. К решению уравнений пологой сферической оболочки	133
*Б. ხომასურიძე. დამრეცი სფერული გარსის განტოლებათა ამოხსნისათვის	138
ა. კაკუშაძე, ი. ესაძე. სამშენებლო მექანიკის ძალთა მეთოდის ანალოგიური მეთოდის გამოყენება ფილების გასაანგარიშებლად	139
*А. М. Какушадзе, Ю. С. Эсадзе. Использование метода, аналогичного методу сил строительной механики для расчета плит	144
А. Д. Надирадзе. Устойчивость сжатых железобетонных стержней при динамических нагрузках	417
*ა. ნადირაძე. რკინაბეტონის კოლონების მდგრადობა დინამიკური დატვირთვის დროს	421
Н. Г. Хомасуридзе. К преобразованию и решению уравнений пологой круговой сферической оболочки	423
*Б. ხომასურიძე. მრგვალი კონტურის სფერული დამრეცი გარსის განტოლებათა გარდაქმნისა და ამოხსნისათვის	428
Г. Г. Цанава. Форма Треффца решения некоторых пространственных задач и ее применение для определения напряженного состояния обратно симметрично нагруженных безграничных и граничных в плане толстых плит	711
*გ. ცანავა. ზოგიერთი სფერული ამოცანის ამოხსნის ტრუფცის ფორმა და მისი გამოყენება ირიბსიმეტრიულად დატვირთულ, ვეგმაში უსასრულო და სასრულო ზომის, სქელი ფილების დაძაბული მდგომარეობის განსაზღვრავად	716
ა. ხაბეიშვილი. კონტურით სახსროვნად დაყრდნობილი ორმაგი სიბრტყის დამრეცი გარსის თავისუფალი რბევის სიხშირის განსაზღვრა	717
*А. Д. Хабейшвили. Определение частоты свободных колебаний шарнирно опертой пологой оболочки двойкой кривизны	720
მეტალურგია—МЕТАЛЛУРГИЯ—METALLURGY	
М. Я. Бровман. Приближенный метод решения задач теории пластичности	145
*მ. ბროვმანი. პლასტიკურობის თეორიის ამოცანების მიახლოებითი გადაწყვეტის მეთოდი	150
Дж. М. Ломсадзе, Х. Чандрашекарან, М. М. Микаутадзе. Исследование поперечной ковки цилиндрических заготовок методом фотоупругости	429
*ჯ. ლომსაძე, ხ. ჩანდრაშეკარანი, მ. მიქაუტაძე. ცილინდრული ნაშაღის განივი ჰერდის გამოკვლევა ფოტოდრეკადობის მეთოდით	434
А. А. Надирадзе, Н. П. Мглоблишвили, Б. Н. Бокерия. Термодинамика алюмотермического восстановления алюминатов цезия и рубидия	721
*ა. ნადირაძე, ნ. მგალობლიშვილი, ბ. ბოკერია. ცეზიუმისა და რუბიდიუმის ალუმინატების ალუმოთერმული აღდგენის თერმოდინამიკა	723
А. Д. Нозадзе, Р. В. Бединейшвили. Исследование напряженного состояния металла при прокатке в разрезном калибре со свободным уширением	725
*ა. ნოზაძე, რ. ბედინეიშვილი. ლითონის დაძაბული მდგომარეობის გამოკვლევა გამკვეთ კალიბრში თავისუფალი გაფართოებით გლინვისას	730

საბადოთა დამუშავება—РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ—
 DEPOSIT EXPLOITATION

Б. И. Есьман, Г. И. Лобжанидзе. Определение гидравлических потерь в кольцевом пространстве при эксцентричном расположении труб	151
*ბ. ესმანი, გ. ლობჯანიძე. რგოლურ სივრცეში მილების ექსცენტრული განლაგებისას ჰიდრავლიკური დანაკარგების განსაზღვრა	154
М. Н. Тевзадзе. Развитие шахтной полигонометрии полярным методом с применением гиреодолита и светодальномера	435
*მ. თევზაძე. პოლარული მეთოდით სამახტო პოლიგონომეტრიის განვითარება, გიროდოლიტისა და ელექტროპოტაქტური (სინათლის) მანძილზომის გამოყენებით	440
Ш. И. Ониани. Нестационарный теплообмен между гидравлической закладкой и средой при последовательной выемке наклонных слоев угольной толщи Ткибули-Шорского каменноугольного месторождения снизу вверх	731
*შ. თნიანი. ჰიდრავლიკურ ესებასა და გარემოს შორის სითბოს არასტაციონარული მიმოცემა ტყიბულ-შაორის ქვანახშირის საბადოს ნახშირადანი სიზრქის დახრილი შრეების ქვევიდან ზევით თანმიმდევრობით გამოღების დროს	736

ენერგეტიკა—ЭНЕРГЕТИКА—POWER ENGINEERING

А. Г. Жоржоллиани. Анализ механизма воздействия электростатического поля на процесс кипения	155
*ა. ჯორჯოლიანი. დუღილის პროცესზე ელექტროსტატკური ველის ზეგავლენის მექანიზმის ანალიზი	158
И. Г. Шекриладзе, Ш. А. Мествиришвили. Приближенная теория процесса пленочной конденсации движущегося пара внутри вертикального цилиндра	441
*ი. შეკრილაძე, შ. მესტვირიშვილი. ვერტიკალურ ცილინდრში მოძრავი ორთქლის აფსკოვანი კონდენსაციის პროცესის მიხედვითი თეორია	446
Н. Д. Кодуа. Влияние степени раздробленности свободнопадающих потоков на силовое воздействие потока на дно нижнего бьефа	737
*ნ. კოდუა. თავისუფლად ვარდნილი ნაკადის ქვემო ბიფეზე დინამური ზემოქმედების საკითხის შესწავლისათვის	741

 მანქანათმშობვეობა—МАШИНОВЕДЕНИЕ—
 MECHANICAL ENGINEERING

დ. თავხელიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ჯ. უფლისაშვილი, ზ. ნაცვლიშვილი. ერთ-ერთი მოდიფიკაციის სივრცითი ობზრგოლა მექანიზმის რკოლების მდებარეობების აგება	159
*დ. ს. თავხელიძე (ჩენ-კორესპონდენტი АН ГССР), დ. მ. უფლისაშვილი, ზ. ს. ნაცვლიშვილი. Построение положения звеньев пространственного четырехзвенного механизма	162
И. И. Бакрадзе, Э. В. Куцер. Методика теплового расчета металло-полимерных зубчатых передач	163
*ი. ბაკრაძე, ე. კუცერი. ლიონ-პოლიმერული კბილაგადაცემების თბური გაანგარიშების მეთოდი	168
Д. Б. Мгалоблишвили. К вопросу о стабильной работе электровибрационных машин	447
*ჯ. მგალობლიშვილი. ელექტროვიბრომანქანის სტაბილური მუშაობის შესახებ	452

- О. С. Езикашвили, В. А. Циклаური, Н. Г. Бардзимов. О коэффициенте взаимного перекрытия для случая относительного винтового движения трущихся поверхностей 453
- *ო. ეზიკაშვილი, ვ. წიკლაური, ნ. ბარძიშვილი. მოხაზუნე ზედაპირების ურთიერთგადახურვის კოეფიციენტი ფარდობითი ხრახნული მოძრაობის შემთხვევისათვის 457
- М. В. Хвингия, В. Н. Гогилашвили. Оптимальная посадка и конструкция демпфирования в цилиндрических соединениях 743
- *მ. ხვინგია, ვ. გოგილაშვილი. ოპტიმალური ჩასმა და კონსტრუქციული დემპფირება ცილინდრულ შეერთებებში 748

ელემენტარული—ЭЛЕКТРОТЕХНИКА—ELECTROTECHNICS

- Л. С. Харатишвили, Д. Л. Беридзе, Н. Г. Харатишвили. Об использовании особых функций для исследования частотного спектра нелинейных реактивных сопротивлений 169
- *ლ. ხარატიშვილი, დ. ლ. ბერიძე, ნ. ხარატიშვილი. ერთი კლასის ფუნქციების გამოყენება არახაზური რეაქტიული წინაღობების სინფორული სპექტრის განსაზღვრისათვის 173
- Н. И. Жгенти. Источник опорного напряжения на стабилитронах с плавным регулированием выходного напряжения и нестабильностью порядка 0,001 % 459
- *ნ. ჯგენტი. საყრდენი ძაბვის წყარო სტაბილიტრონებზე გამოსასვლელი ძაბვის მდორე რეგულირება და 0,001% არასტაბილობით 462
- В. Я. Кикачейшвили. Влияние ускорения ротора на момент синхронной машины без демпферной обмотки 749
- *ვ. კიკაჩეიშვილი. როტორის აჩქარების გავლენა უდემპფერო სინქრონული მანქანის მომენტზე 753

ავტომატიკა და ტელემექანიკა—АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА—AUTOMATICS AND TELEMCHANICS

- Э. Г. Джимшелеишвили. Оптимальное управление некоторыми двухмерными тепловыми объектами с распределенными параметрами 175
- *ე. ჯიმშელიშვილი. განაწილებული პარამეტრებიანი ზოგიერთი თბური ობიექტების ოპტიმალური მართვა 180
- Н. В. Габашвили (член-корреспондент АН ГССР), Т. А. Кирия, Н. Р. Момцелидзе, А. Г. Чачашвили, Л. Л. Чхаидзе, А. Г. Эдиберидзе. Некоторые задачи оптимального управления процессами глубокого бурения 181
- *ნ. გაბაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ტ. კირია, ნ. მომცელიძე, ა. ჩაჩაშვილი, ლ. ჩხაიძე, ა. ედიბერიძე. ღრმა ბურღვის პროცესებს ოპტიმალური მართვის ზოგიერთი ამოცანა 186
- А. Ш. Гугушвили, Г. Ш. Багатурия, Б. А. Арефьев. Определение постоянной времени нелинейных объектов при синусоидальных входных воздействиях 463
- *ა. გუგუშვილი, გ. ბაღათურია, ბ. არეფიევი. არაწრფივი ობიექტების დროის მუდმივად განსაზღვრა სინუსოიდალური შესასვლელი აღშვითებების დროს 467
- Ю. В. Киладзе. О дискретном отображении кодированных сигналов 755
- *ი. კილაძე. კოდირებული სიგნალების დისკრეტული გადასაზვის შესახებ 758

მასალათა ტექნოლოგია—ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ—
TECHNOLOGY OF MATERIALS

К. С. Захриев (академик АН ГССР), Ю. Я. Штаерман, Об одном замечении в области проектирования состава бетона	197
*ე. ზაგრაძე (საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ი. შტაერმანი, ბეტონის შემადგენლობის პროექტირების სფეროში ერთ-ერთი ცდომილების შესახებ	197
В. К. Егладзе, А. Д. Надирадзе, К вопросу адсорбционного усиления прочности бетона	467
*ვ. ბაღაძე, ა. ნადირაძე, ბეტონის სიმტკიცის ადსორბციული უმჯობესების საკითხისათვის	472
В. К. Егладзе, О механизме деформирования бетона при ползучести	759
*ვ. ბაღაძე, ცოცხლობის ბეტონის დეფორმირების მექანიზმის შესახებ	764

ენათმეცნიერება—ПОЧВЕВЕДЕНИЕ—SOIL SCIENCE

რ. მარდალაიშვილი ტუის ყვიისფერი ნიადაგების, ვაკუტურების შესახებ	473
*Р. К. Мардалейшвили, Об окультуренности коричневых лесных почв	478

ბოტანიკა—БОТАНИКА—BOTANY

ლ. აღიშვა, ვერ გელერძის შის ოლისათვის	191
*Л. М. Алоева, К изучению рода	196
პ. გორჯაძე, ძილის მდარის ნახვრადმოჭრავი ჩაშლების მკენარულობა	195
*П. Г. Гюргадзе, Растительность полуподвижных осыпей в окрестностях Тбилиси	708

ცენტრალური ფიციოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ—
PHYSIOLOGY OF PLANTS

ლ. ჯაფარიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერ. აკადემიის აკადემიკოსი), ფოთლის ფიციოლოგიის ასპიზობრივი შემოკრება	197
*Л. И. Джапаридзе (академик АН ГССР), Возрастное сокращение листовой пластинки	198
Л. И. Джапаридзе (академик АН ГССР), Э. Г. Микеладзе, Состав аминокислот у некоторых дикорастущих	479
*ლ. ჯაფარიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) ერთ-ერთი მინიშნავების შემადგენლობა ზოგიერთ დიკორისტში	481

ბიოქიმია—БИОХИМИЯ—BIOCHEMISTRY

С. В. Дурмишидзе (академик АН ГССР), Угнетение растениями некоторых органических кислот и спиртов из воздуха	201
*ს. დურმიშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ზოგიერთი ორგანიზმის მიერ წარმოქმნილი სპირტების და პეროქსიდების შეკრებილი მდგომარეობის შესახებ	205
М. А. Бокучава (член-корреспондент АН ГССР), Г. Н. Прундзе, Исследование глицерофосфатиды и пероксидазы при хроматографии суммарного сока листьев чайного растения	207
*მ. ბოკუჩავა (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), გ. ნ. პრუნძე, პოლიფოსფორილისა და პეროქსიდის გამოვლენა ჩაის მცენარის ფოთლის საერთო ცილის ქრომატოგრაფიის დროს	210



- Э. Г. Киргадзе, Н. А. Каличава, Включение 1,2C¹⁴-ацетальдегида, 1C¹⁴-этилового спирта и 1 и 2C¹⁴-глицерина в биомассу дрожжей при вторичном спиртовом брожении 213
- *ე. კირთაძე, ნ. ყალიჩავა, 1,2 C¹⁴-აკეტალდეჰიდას, 1 C¹⁴-ეთილის სპირტისა და 1 C¹⁴- და 2 C¹⁴-გლიცერინის ჩართვა საფუძვრის ბიომასაში მეორეული სპირტული დედილის დროს 261
- Н. Н. Нуцубидзе, Д. Ф. Кинцурашвили, Динамика поступления азота в виноградную лозу 480
- *ნ. ნუცუბიძე, დ. კინცურაშვილი, აზოტის შეთვისების დინამიკა ვაშაში 488
- Н. Н. Нуцубидзе, Д. Ф. Кинцурашвили, Аминирование пировиноградной кислоты в томогенатах корней и листьев виноградной лозы при участии различных источников азота 775
- *ნ. ნუცუბიძე, დ. კინცურაშვილი, პიროფორმის მეტყვას ამინობა ვაშის ფესვის და ფოთლის პომოცენტებში ზოტის სხვადასხვა წყაროს დამატებისას 780
- Т. С. Ломкаци, Использование лицина дрожевыми организмами 781
- *ტ. ლომკაცი, საფუძვრების მიერ გლ. ცინის გამოყენება 785
- А. А. Калаидаршвили, Изменение ацетилхлинэстеразной и Na⁺, K⁺-АТФ-азной активностей в процессе инкубации мросомальной фракции головного мозга крыс 787
- *ა. კალაიდარშვილი, ვირთავის თავის ტვინის მიკროსოჟულა ფრაქციის აცეტალ-ქოლანესტერაზისა და Na⁺, K⁺-ატფ-აზის აქტიუ ბას ცვლილება ინკუბაციის სხვა-დასხვა პირობებში 792

ბიოფიზიკა—БИОФИЗИКА—BIOPHYSICS

- В. Б. Акопян, А. П. Закарая, Действие ультразвука низких интенсивностей на некоторые физико-химические свойства актомиозина 769
- *ვ. აკოფიანი, ა. ზაქარაია, დაბალა ინტენსივობის ულტრაბერის მოქმედება აქ-ტომიოზინის ზოგიერთ ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებაზე 774

ბენეტიკა და სელექცია—ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ— GENETICS AND SELECTION

- ა. გორგიძე, მაონიზებელი გამოსხივების მუტაგენური ეფექტი 793
- *А. Д. Горгидзе, Мутагенный эффект ионизирующих излучений 797

ფიტოპათოლოგია—ФИТОПАТОЛОГИЯ—PHYTOPATHOLOGY

- ე. იმერლიშვილი, საქართველოს კულტურულ მცენარეთა მკოვლორისათვის ფენობი სახეობები 489
- *В. И. Имерлишвили, Неизвестные для Грузии представители микрофлоры культурных растений 492
- Н. Н. Чантурия, К биохимической характеристике листа шелковицы, пораженного мучнистой росой 799
- *ნ. ქანტურია, ნაკრით დაავადებელი თეთის ფოთლის ბიოქიმიური დახასიათებისათვის 804

მიკრობიოლოგია—МИКРОБИОЛОГИЯ—MICROBIOLOGY

- Г. Г. Беденашвили, О. А. Мегреладзе, Лабораторная диагностика чумы свиней реакцией сенсибилизации золя конгорога 493
- *გ. ბედენაშვილი, ო. მეგრელაძე, ღორის ჭირის ლაბორატორიული დიაგნოსტიკა კონგოწითელის ზოლის სენსიბილიზაციის რეაქციით 497

მ. მაჭავარიანი, ჯ. მიტიჩაშვილი. ზოგიერთი არაპარკოსანი მცენარის ფესვების მიკროფლორა	499
*მ. ზ. მაცავერიანი, დ. მ. მითიჩაშვილი. Кривая микрофлора некоторых небобовых растений	501
Г. В. Квициანი, Е. М. Барабадзе, О. Г. Анджапаридзе, В. И. Бахуташиვილი, М. У. Моисеишვილი, М. Д. Кладяшвили, М. Ш. Кереселидзе, А. К. Алексеева. Аденовирусная флора при некоторых заболеваниях населения г. Тбилиси	805
*ბ. კვიციანი, ე. ბარაბაძე, თ. ანჯაფარიძე, ი. ბახუტაშვილი, მ. მოისრაფიშვილი, მ. კლდიაშვილი, მ. კერესელიძე, ა. ალექსეევა. აღწერილობითი ფლორა თბილისის მოსახლეობის ზოგიერთი დაავადების დროს	810
Э. Ш. Вардосанидзе. Зависимость биологических свойств вируса полиоми от состава питательной среды	811
*ე. ვარდოსანიძე. პოლიომის ვირუსის ბიოლოგიური თვისებების დამოკიდებულება საკვები ნივთიერების შემადგენლობაზე	813

პალეობიოლოგია—ПАЛЕОБИОЛОГИЯ—PALAEOBIOLOGIA

К. И. Чочиева. Новые данные о позднеплиоценовой-постплиоценовой растительности Западной Грузии	219
*კ. ჩოჩიევა. ახალი მონაცემები დასავლეთ საქართველოს ზედა პლიოცენური-პოსტპლიოცენური დროის მცენარეული საფარის შესახებ	221
В. А. Шарашидзе. К истории формирования современной ихтиофауны внутренних водоемов Грузии	223
*ვ. შარაშიძე. საქართველოს შიდა წყალსატევების იხთიოფაუნის ჩამოყალიბების ისტორიისათვის	227
Ц. И. Буачидзе. О находке остатков ископаемых полевок в Ширакской степи	503
*ც. ბუაჩიძე. შირაქის ველის ნამარხი მშენებლების პირველი მონაპოვრის შესახებ	508

ენტომოლოგია—ЭНТОМОЛОГИЯ—ENTOMOLOGIA

А. М. Гегечкори. Материалы к изучению ишчерского режима псиллид... — узко специализированных фитофагов	509
*ა. გეგეჭკორი. ფსილიდების... ვიროდ სპეციალიზებული ფიტოფაგების კვებითი რეჟიმის შესწავლისათვის	513

ზოოლოგია და პარაზიტოლოგია—ЗООЛОГИЯ И ПАРАЗИТОЛОГИЯ—ZOOLOGY AND PARASITOLOGY

ბ. ყურაშვილი, კ. გურჩიანი. ცხვრის ექსიკოკოზის გამოვლინება აღერტიული რეპეკით	229
*ბ. ე. კურაშვილი, კ. რ. გურჩიანი. Выявление эхинококкоза овец аллергическими реакциями	231
Л. А. Гомелаури. Три новых вида клещей... из южной части Грузии	515
*ლ. გომელაური. ტყეების სამი ახალი სახეობა სამხრეთ საქართველოდან	520
М. К. Цкитишвили. Изменения пластичности и состава популяции паутинового клеща на платане в Тбилиси	815
*მ. ცკიტიშვილი. აბლაქუდა ტყის პოპულაციის სიმჭიდროვისა და შედგენილობის ცვლადობა ზღვარზე თბილისის პარკებში	819

ადამიანის ანატომია—АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА—
HUMAN ANATOMY

Л. А. Кушашвили. Структурные и гистохимические изменения некоторых желез вугренией секреции при экспериментальном рахите 521

*ლ. ქუშაშვილი. ზოგერთი შიდასეკრეტული ჭირკელის სტრუქტურული და ჰისტოქიმიური ცვლილებები ექსპერიმენტული რაქიტის დროს 525

პათოლოგიური ანატომია—ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ—
PATHOLOGIC ANATOMY

Т. Е. Микеладзе. Структурные и некоторые гистохимические изменения почек кроликов в динамике экспериментального лигогенеза 233

*თ. მიქელაძე. თირკმლის სტრუქტურული და ჰისტოქიმიური ცვლილებები ექსპერიმენტული ლიგოგენეზის დინამიკაში 238

Н. К. Шарашидзе, Н. В. Гогобашвили. Влияние 6-меркаптопурина на патоморфологию экспериментального туберкулеза 527

*ლ. შარაშიძე, ნ. გოგებაშვილი. 6-მერკაპტოპურინის გავლენა ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის მიმდინარეობაზე 532

И. Д. Бакрадзе, К. Н. Патарая. Гистохимическое изучение активности кислой и щелочной фосфатаз в сердечной мышце при ранних сроках ишемии миокарда 533

*ი. ბაკრაძე, კ. პატარაია. მკაეე და ტუტუ ფოსფატაზების აქტიუობის ჰისტოქიმიური ცვლილებების შესახებ გულის კენთში მიოკარდის ინფარქტის აღრულ ვადებში 538

ი. ბაკრაძე. გულს გამტარი სისტემის ჰისტოციმოქიმიკა მიოკარდის მკაეე იშემიის დროს 821

*И. Д. Бакрадзе. Гистохимия проводящей системы сердца при острой ишемии миокарда 826

Т. Г. Барамидзе, М. Б. Джanelидзе. К вопросу о состоянии периферической крови при рентгенотерапии рака молочной железы 827

*თ. ბარამიძე, მ. ჯანელიძე. სარქვეე ჭირკელის კიბოთი დაავადებულთა პერიფერიული სისხლის ცვლილებებუ რენტგენოთერაპიის ფონზე 831

Н. А. Георгобияни. Структурные и некоторые гистохимические изменения аутовенозного аорто-бедренного шунта 833

*ნ. გორგობიანი. აუტოვენოზური აორტოაბრაკეის შენტას სტრუქტურული და ზოგერთი ჰისტოქიმიური ცვლილება 837

ნორმალური ფიზიოლოგია—НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ—
NORMAL PHYSIOLOGY

С. П. Нарикашвили (член-корреспондент АН ГССР), В. С. Арутюнов, В. И. Малолетнев. Влияние электрического раздражения перичной сенсорной зоны на ассоциативную область коры больших полушарий головного мозга кошки 239

*ს. ნარიკაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ვ. არუთიუნოვი, ვ. მალოლეტნევი. კატის დიდი ტენის ქერქის პირველადი სენსორული ზონის ელემენტური გალიზანების გავლენა ასოციაციურ უბანზე 242

E. B. Абзианидзе. Влияние электрической стимуляции различных ядер гипоталамуса на пищевые и оборонительные реакции кошек	539
*ე. აბზიანიძე. ჰიპოთალამუსის სხვადასხვა ბირთვის ელექტრული ვალიზიანების გავლენა კატის კვებით და თავდაცვით რეაქციებზე	543
A. A. Унгиадзе. Эмоциональное поведение кошки и электрическая активность гиппокампа и гипоталамуса при их раздражении	545
*ა. უნგიაძე. ჰიპოკამპისა და ჰიპოთალამუსის ვალიზიანების გავლენა კატის თავის ტვინის ელექტრულ აქტივობასა და ემოციურ ქცევაზე	550
K. Ш. Надарейшвили, А. Р. Кезели. Методика определения локального кровообращения в различных отделах мозга в хроническом эксперименте	839
*კ. ნადარეიშვილი, ა. რეველი. თავის ტვინის სხვადასხვა უბნებში ლოკალური სისხლის მიმოქცევის განსაზღვრის მეთოდია	844
A. A. Унгиадзе. О вызванных потенциалах гиппокампа кролика	845
*ა. უნგიაძე. შინაური კურდღლის ჰიპოკამპში გამოწვეული პასუხების შესახებ	850

მისტოლოგია—ИСТОЛОГИЯ—HISTOLOGY

M. И. Чичинадзе. Некоторые данные о морфологических изменениях в островковом аппарате регенерирующей поджелудочной железы	551
*მ. ჭიჭინაძე. ზოგიერთი მონაცემი რევენერაკის პროცესში მყოფი პანკრეასის კუნძულოვანი აპარატის მორფოლოგიური ცვლილებების შესახებ	554
A. M. Гагуа. К изучению особенностей гистопатологических изменений в резаных ранах печени, селезенки и почек при применении различных гемостатических средств	555
*ა. გაგუა. ლეიქმის, ელენოსისა და თირკმლების ქროიობებში მისტოლოგიური ცვლილებების თავისებურებათა საკითხისათვის სხვადასხვა ქემოსტაზური საშუალებების გამოყენების დროს	559
G. И. Маисая. Гистохимические особенности ядерных и цитоплазматических нуклеопротеидов, функциональных групп белков и аминокислот	851
*გ. მაისაია. ბირთვული და ციტოპლაზმური ნუკლეოპროტეიდების, ცილების ფუნქციური ჯგუფებისა და ამინომჟავების მისტოქიმიური თავისებურებანი	856
V. A. Хубутია. Суправитальное исследование альвеолярного фагоцитоза производственной пыли марганца, кварца и сфалерита	857
*ვ. ხუბუტია. მარვანჯის, კვარცის და სფალერიტის საწარმოო მტვერის ალვეოლური ფაგოციტოზის სუბრავიტალური გამოკვლევა	861
V. A. Шапатава. Определение содержания пероксидазы и гликогена в клетках периферической крови при различных видах анемии	863
*ვ. შაპათავა. პეროქსიდაზისა და გლიკოგენის რაოდენობის განსაზღვრა პერიფერიული სისხლის უჯრედებში სხვადასხვა სახის ანემიის დროს	866

ფილოსოფია—ФИЛОСОФИЯ—PHILOSOPHY

L. И. Мчедlishvili. Об одном свойстве адекватных матриц для исчислений строгой импликации Аккермана и следования Андерсона и Белнапа	243
*ლ. მჭედლიშვილი. აკერმანის მკაცრი იმპლიკაციისა და ანდერსონისა და ბელნაპის გამომდინარეობის არჩევანისთვის ადეკვატური მატრიცების ერთი თვისების შესახებ	246

ფსიქოლოგია—ПСИХОЛОГИЯ—PSYCHOLOGY

Z. И. Ходжава. „После-эффект перемещения“ в опытах Келера и Волаха как контрастная иллюзия угасовки	247
---	-----

- *ზ. ხოჯაევა. «გადაადგილების მომდევნო ეუექტი» კელერისა და ვოლახის ცდებში რო-
 ვორკ ვანწყობის კონტრასტული ილუზია 252

ენათმეცნიერება—ЯЗЫКОЗНАНИЕ—LINGUISTICS

- არნ. ჩიკობავა (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). ზოვადი
 ენათმეცნიერების საკვანძო საკითხები და იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერება 253
- *Ари. Чикобава (академик АН ГССР). Узловые вопросы современной общей
 лингвистики и иберийско-кавказское языкознание 257
- გ. კარტოზია. შიგემითი ბრუნვის ნიშანი ზმნურ ფორმასთან ლაზურში 867
- *Г. А. Картозия. Показатель дательного падежа с глагольными формами в
 Лазском диалекте 871

ფილოლოგია—ФИЛОЛОГИЯ—PHILOLOGY

- ზ. სარჯველაძე. ჰემეტობის გადმონაშთები X საუკუნის სინურ ხელნაწერებში 259
- *З. А. Сарджвеладзе. Пережитки наэмэтных форм в синайских рукописях
 X века 261
- ე. ხინთიბიძე. «ვეფხისტყაოსნის» ორთი ეთიკური ცნება 263
- *Э. Г. Хинтибидзе. Одно этическое понятие „Вепхисткаосани“ 268

ხელოვნების ისტორია—ИСТОРИЯ ИСКУССТВА—HISTORY OF ART

- Б. А. Гулисашвили. Лиды грузинских народных песен с инструментальным
 сопровождением и инструментальной музыки 269
- *ბ. ვულისაშვილი. კილოები ქართულ ხალხურ სიმღერებში საკრედიტო თანხლებით
 და საკრედიტო მუსიკაში 274

ავტორთა საიხმელი—УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ—AUTHOR INDEX

ბბაშიძე ე. 384
 აბაშიძე ე. 55
 აბზიანიძე ე. 543
 აბურჯანია თ. 323
 ავლაძე რ. 80
 აკოფიანი ე. 774
 ალექსეევა ა. 810
 ალოევა ლ. 191
 ანჯაფარიძე თ. 810
 არეფიევი ბ. 467
 არეშიძე ქრ. 63, 349, 661
 არუთინოვი ე. 242
 ასვლედინი რ. 120

ბაიმბეტოვი თ. 334
 ბალაბუევი ა. 344, 644
 ბალაყაძე ბ. 55
 ბალაყაძე ე. 472, 764
 ბალაძე დ. 286
 ბარაბაძე ე. 810
 ბარამიძე თ. 831
 ბარბიშოვი ნ. 457
 ბაქრაძე ი. 168
 ბაქრაძე ნ. 538, 821
 ბალათურია გ. 467
 ბახუტაშვილი ე. 810
 ბედენაშვილი გ. 497
 ბედინიეშვილი რ. 730
 ბენაშვილი ე. 349, 661
 ბეჯაშვილი ქ. 371
 ბერიძე შ. 411
 ბერიძე ჯ. 173
 ბლოხი გ. 371
 ბოკერია ბ. 723
 ბოკუჩავა შ. 210
 ბროვმანი შ. 150
 ბუაჩიძე ც. 508
 ბუაძე ა. 296

ბაბაშვილი ნ. 186
 გაგუა ა. 559
 გამბიტაშვილი ლ. 638
 გაჩეჩილაძე რ. 114

ბაბილე ე. 677
 გეგეჭკორი ა. 513
 გულაშვილი ე. 73
 გელეიშვილი თ. 378
 გერასიმოვი რ. 344
 გველესიანი თ. 307
 გვერდწითელი ი. 73
 გიორგაძე ა. 317
 გიორგაძე პ. 765
 გიორგობიანი ნ. 837
 გოგებაშვილი ნ. 532
 გოგილაშვილი ე. 748
 გოგოლაძე ლ. 292
 გოგუა რ. 626
 გოდერძიშვილი ე. 695
 გომელაური ე. 86
 გომელაური ლ. 520
 გორგიძე ა. 793
 გოფმანი ნ. 104
 ვუბუშვილი ა. 467
 გელისაშვილი ბ. 274
 გურჩიანი ე. 229

ღავითაშვილი ე. 366
 დევაძე ლ. 356
 დეკანოსიძე გ. 388
 დვალისშვილი ა. 672
 დურმიშიძე ს. 205

ედიბერიძე ა. 186
 ეზიკაშვილი თ. 457
 ელაშვილი ზ. 356
 ელიგულაშვილი ი. 668
 ესაძე გ. 650
 ესაძე ი. 139
 ესმანი ბ. 154

შარდოსანიძე ე. 813
 ვეკუა ნ. 20
 კერულაშვილი რ. 682

ზაერიევი ე. 190
 ზაქარაია ა. 774

ზაქარიაძე გ. 710

ზერავია ჯ. 587

თავართქილაძე ე. 63

თავხელიძე დ. 159

თევზაძე მ. 440

თვალაბეიშვილი გ. 608

თმერლიშვილი ვ. 439

თოსეზიძე ჯ. 97

ტაკაბაძე გ. 682

ტაყუშაძე ა. 139

ტაყუშაძე ტ. 50, 330, 634

ტალანდარიშვილი ა. 792

ტარიაციანი ა. 366

ტარტოზია გ. 867

ტახნიაშვილი ა. 361

ტეზელი ა. 844

ტეკელია ს. 405

ტერეხელიძე მ. 810

ტვარაცხელია რ. 80

ტვიტაშვილი გ. 810

ტიქაქიშვილი გ. 753

ტილაძე ი. 758

ტიწურაშვილი დ. 488, 780

ტირთაძე ე. 217

ტიღიაშვილი მ. 810

ტიღუა ნ. 741

ტირუბენიკოვა ნ. 46

ტიშლაშვილი ე. 366

ტიშატაძე თ. 615

ტიციერი ე. 168

ლალიძე რ. 672

ლაბსაძე თ. 668

ლაბუჯანიძე გ. 154

ლომკაცი ტ. 785

ლომსაძე ჯ. 434

ლორთქიფანიძე მ. 710

მაისია გ. 856

მალოლეტნევი ვ. 242

მამალაძე რ. 92

მამალაძე ჯ. 394

მამასახლისოვი ე. 46

მანია გ. 30

მარდაღეიშვილი რ. 473

მაჭეცარია ა. 394

მაკუჯარიანი მ. 499

მახარაშვილი ა. 644

მახარაძე ა. 405

მახარაძე რ. 340

მგალობლიშვილი ნ. 723

მგალობლიშვილი ჯ. 452

მეგრელაძე თ. 497

მელიქაძე ლ. 97

მესტიერიშვილი შ. 446

მეტრეველი გ. 694

მირიანაშვილი მ. 50, 330, 634

მიტიჩაშვილი ჯ. 499

მიქაუტაძე მ. 434

მიჭელაძე ეთ. 481

მიქელაძე თ. 238

მიქელაძე რ. 386

მიჭელაძე შ. 26

მოისწრაფიშვილი მ. 810

მომცელიძე ნ. 186

მუმლაძე გ. 55

მჭედლიშვილი ლ. 246

ნადარეიშვილი კ. 844

ნადირაძე ა. 421, 472,

ნადირაძე ა. 723

ნარიაშვილი ს. 242

ნაცელიშვილი ზ. 159

ნოზაძე ა. 730

ნუცუბიძე ნ. 488, 780

ოკუჯავა ა. 656

ონიანი შ. 736

ოქროაშვილი გ. 633

პაპავა დ. 695

პატარაია კ. 553

პილატოვსკაია ა. 34

შორეოლიანი ა. 153

ელენტი ნ. 462

რაპინსკაია ს. 371

სანიციძე ჯ. 581

სარჯველაძე ზ. 259

საყვარელიძე ვ. 314, 603

სვანიძე ლ. 677

სიხარულიძე დ. 340

სტირობ ზ. 638

ბაბიძე ბ. 668
ტატიშვილი მ. 699
ტორიშვილი თ. 62

შენგიაძე ა. 550, 850
უფლისაშვილი ჯ. 159

შველენიშვილი ი. 668
ფალავანიშვილი დ. 672
ფრუიძე გ. 210
ფურცელაძე ხ. 125

ძარჩავა ჯ. 80
ჭირია ტ. 186
ტიქოძე გ. 132
ტიქარაშვილი ზ. 120
ქუთათელაძე კ. 92, 682
ქუშაშვილი ლ. 526

ღვლონტი თ. 592

ღვალჩავა ნ. 217
ღვურაშვილი ბ. 229

შაბლია ა. 86
შავეიშვილი ი. 416
შარაბიძე ე. 227
შარაშიძე ლ. 532
შაფათაძე ვ. 866
შაფაქიძე ე. 378
შეყრილაძე ი. 446
შპუნტი ს. 384
შტაერმანი ი. 190
შტრომბერგი ა. 688

ჩანდრაშეკარანი ხ. 434
ჩაჩაშვილი ა. 186
ჩერემისინა ლ. 628
ჩიქობავა არნ. 253
ჩიქოვანი ე. 361

Абашидзе В. Г. 51
Абашидзе Э. И. 379
Абзанидзе Е. В. 539
Абурджания О. К. 315
Агладзе Р. И. 75
Акопян В. Б. 769
Алексеева А. К. 805
Алоева Л. М. 196

ჩოჩიყვა კ. 221
ჩხაიძე ლ. 186, 668
ჩხეიძე კ. 349, 661

ცაგარელი ა. 120
ცანავა გ. 716
ციციშვილი გ. 371
ციტიშვილი მ. 819
ცხეველაძე რ. 302, 593
ცხოვრებაშვილი შ. 105.

წაქაძე ჯ. 628
წიკლაური კ. 457

შავეკანიძე ე. 49, 621
პალავანიძე შ. 104
პანტურია თ. 576
პანტურია ნ. 804
პიკინაძე მ. 554

ხაბეიკელი ა. 717
ხანთაძე ა. 626
ხარატიშვილი ლ. 173
ხარატიშვილი ნ. 173
ხენგია მ. 748
ხოხანიშვილი ი. 92
ხინთიბიძე ე. 265
ხომალურიძე ნ. 138, 428
ხოჯაძე ზ. 252
ხუბურტია ვ. 861
ხუნჭუა თ. 638

ჯანელიძე მ. 831
ჯანელიძე კ. 400
ჯაფარიძე კ. 86, 356
ჯაფარიძე ლ. 197, 481
ჯიბუტი რ. 46
ჯიმშელეიშვილი ე. 180
ჯორბენაძე ა. 688

Анджапаридзе О. Г. 805
Арефьев Б. А. 463
Арешидзе Х. И. 68, 345, 657
Арутюнов В. С. 239
Ахвледиани Р. А. 115

Багатурян Г. Ш. 463
Баимбетов Ф. 331

- Бакрадзе И. И. 163
 Бакрадзе Н. Д. 533, 826
 Балабуев А. Г. 341, 639
 Балавадзе Б. К. 51
 Балавадзе В. К. 469, 759
 Балაძე Д. О. 283
 Барабадзе Е. М. 805
 Барамидзе Т. Г. 827
 Бардзимов Н. Г. 453
 Бахуთашვილ ბ. ი. 805
 Беденашвили Г. Г. 493
 Бедინეიშვილი Г. В. 725
 Бежашვილი К. А. 367
 Бенашვილი Е. М. 345, 657
 Беридзе Д. Л. 169
 Беридзе М. А. 407
 Блох Г. А. 36
 Бокерия Б. Н. 721
 Бокучава М. А. 207
 Бровман М. Я. 145
 Буадзе А. И. 293
 Буачидзе Ц. И. 503
- Вадოსანიძე Э. Ш. 811
 Векуа Н. П. 17
 Верулашвили Р. Д. 679
- გაბაშვილი ნ. ვ. 181
 Гага А. М. 555
 გამხატავიანი ა. ვ. 635
 Гачечиладзе Р. Г. 109
 Гвелესიანი Т. А. 303
 Гвердцители И. М. 69
 Гегеле В. Г. 673
 Гегეჩორი А. М. 507
 Гелашვილი Е. С. 69
 Гелейшвили Т. П. 373
 Георгობიანი П. А. 833
 Герасимов Р. И. 341
 Гиორგაძე А. Х. 315
 Гиორგაძე П. Г. 768
 Глonti O. A. 589
 Гогоბაშვილი ნ. ვ. 527
 Гоглашვილი В. Н. 743
 Гогоლაძე ლ. დ. 287
 Гогуа Р. А. 623
 Гოდერძიშვილი Г. С. 698
 Гомელაური ლ. ა. 515
 Гомელაური Э. З. 81
 Горგიძე А. Д. 797
 Гофман Н. Т. 99
- Гугუшვილი А. Ш. 463
 Гулисაშვილი Б. А. 269
 Гурчანი К. Р. 231
- Дავითაშვილი Е. Г. 363
 Двалишვილი А. И. 669
 Дევაძე ლ. ვ. 351
 Деканоილзе Г. Е. 385
 Джanelიძე М. Б. 827
 Джanelიძე Ч. П. 395
 Джапаридзе К. Г. 81, 351
 Джапаридзе Л. И. 198, 479
 Джибути Р. И. 41
 Джимшелеიშვილი Э. Г. 175
 Джорбенаძე А. М. 683
 Дурმიშიძე С. В. 201
- Езикашვილი О. С. 553
 Елигулашვილი И. А. 663
 Есадзе Г. П. 645
 Есьман Б. И. 151
- Жгенгი Н. И. 459
 Жоржодияნი А. Г. 155
- Завриев К. С. 187
 Закарая А. П. 769
 Закариძე Г. С. 705
 Зеგაგია Д. П. 583
- იმერლიშვილი ვ. ი. 492
 Иосебидзе Д. С. 93
- Какабаძე Г. М. 679
 Какушაძე А. М. 144.
 Какушაძე Т. И. 47, 325, 629
 Каландаришვილი А. А. 787
 Каличава Н. А. 213
 Картозия Г. А. 871
 Карчава Д. Е. 75
 Қарякин А. В. 363
 Калциაშვილი А. И. 357
 Квარაცხელი Р. К. 75
 Квитაშვილი Г. В. 805
 Кезели А. Р. 839
 Кекელიя С. А. 401
 Кереселиძე М. Ш. 805
 Кикаჩейшვილი В. Я. 749
 Кილაძე Ю. В. 755
 Кинциурашვილი Д. Ф. 483, 775

ნიკოდზე გ. ს. 127
 კილაძე იუ. ვ. 755
 კირია თ. ა. 181
 კირთაძე ზ. გ. 213
 კლდიაშვილი მ. დ. 805
 კოკრაშვილი ზ. ა. 115
 კოლაუ ნ. დ. 737
 კრუპენნიკოვა ნ. ბ. 41
 კუბლაშვილი ჯ. შ. 363
 კუპატაძე ო. ვ. 611
 კუთათელაძე კ. ს. 87, 679
 კურაშვილი ბ. ე. 231
 კუცერ ზ. ვ. 163
 კუციშვილი ლ. ა. 521

 ლაგიძე რ. მ. 669
 ლეხაძე თ. ნ. 663
 ლობჯანიძე გ. ი. 151
 ლომკაცი თ. ს. 781
 ლომსაძე დ. ი. 429
 ლორდკიპანიძე მ. ბ. 705

 მაისაია გ. ი. 851
 მაკაცარია ა. პ. 389
 მალაქიძე ვ. ი. 239
 მამალაძე დ. ი. 389
 მამალაძე რ. ა. 87
 მამასახლიძე ვ. ი. 41
 მანია გ. მ. 27
 მარდალაშვილი რ. კ. 478
 მახარაძე ა. ი. 401
 მახარაძე რ. კ. 335
 მახარაშვილი ა. ზ. 639
 მაცაქარიანი მ. ზ. 501
 მგალობლიშვილი დ. ბ. 447
 მგალობლიშვილი ნ. პ. 721
 მეგრელაძე ო. ა. 493
 მესტირიშვილი შ. ა. 441
 მესტრელი გ. ს. 689
 მიქაუტაძე მ. მ. 429
 მიქელაძე ლ. დ. 93
 მიქელაძე რ. მ. 385
 მიქელაძე შ. ე. 21, 223
 მიქელაძე ზ. გ. 479
 მირიანაშვილი მ. მ. 47, 325, 629
 მიტეჩაშვილი დ. მ. 501
 მოიცილაშვილი მ. უ. 805
 მომცილიძე ნ. რ. 181
 მუმლაძე გ. ვ. 51
 მუხლიშვილი ლ. ი. 234

ნადარეიშვილი კ. შ. 839
 ნადირაძე ა. ა. 721
 ნადირაძე ა. დ. 417, 469
 ნარიკაშვილი ს. პ. 239
 ნაწვლიშვილი ზ. ს. 162
 ნოზაძე ა. დ. 725
 ნუცუბიძე ნ. ნ. 483, 775

 ოკროაშვილი გ. გ. 635
 ოკუჯავა ა. მ. 651
 ონიანი შ. ი. 731

 პაპავა დ. ი. 698
 პაველიშვილი ი. ა. 663
 პალავალიშვილი დ. ა. 669
 პატარაია კ. ნ. 533
 პილატოვსკაია ა. ი. 31
 პრუიძე გ. ნ. 207
 პურცელაძე ხ. ნ. 121

 რაქჩინსკაია ს. ბ. 367

 საკვარელიძე ვ. ვ. 309, 599
 სანიკიძე დ. გ. 577
 სარჯველაძე ზ. ა. 261
 სვანაძე ლ. კ. 673
 სიხარულაძე დ. ი. 335
 სტურო ბ. ი. 635

 ტაბიძე ბ. ა. 663
 ტავარკილაძე ე. კ. 68
 ტახელიძე დ. ს. 162
 ტატიშვილი მ. გ. 704
 ტვალაბეიშვილი გ. ა. 605
 ტევზაძე მ. ნ. 435
 ტოროშელიძე თ. ი. 57

 უჩიუაძე ა. ა. 545, 845
 უჩიუაშვილი დ. მ. 162

 ხაბეიშვილი ა. დ. 720
 ხატილაძე ა. გ. 623
 ხარატიშვილი ლ. ს. 169
 ხარატიშვილი ნ. გ. 169
 ხვინგია მ. ვ. 743
 ხიჯაშიშვილი ი. გ. 87
 ხინტიბიძე ზ. გ. 268
 ხოჯავა ზ. ი. 247
 ხომასურიძე ნ. გ. 133, 423
 ხუბუტია ვ. ა. 857
 ხუნიძე თ. გ. 635

Цагарели А. Л. 115
 Цакадзе Дж. С. 627
 Цанава Г. Г. 711
 Циклаური В. А. 453
 Цицишвили Г. В. 367
 Цкитишвили М. К. 815
 Цхвеდაძე Р. М. 297, 598
 Цховребашვილი Ш. А. 108

Чавчანიძე В. В. 35, 617
 Чалаგანიძე Ш. И. 99
 Чандрашекარი Х. 429
 Чантурия Н. Н. 799
 Чантурия Т. А. 571
 Чачашვილი А. Г. 181
 Черемисина А. В. 627
 Чикобава Ар. 257
 Чиковани Э. Н. 357
 Чичинадзе М. И. 551

Чочиева К. И. 219
 Чхандзе Л. Т. 663
 Чхеიძე К. И. 345, 657
 Чхеიძე А. Л. 181

Шабля А. В. 81
 Шавишвили И. Д. 413
 Шарабидзе В. А. 223
 Шарашидзе Л. К. 527
 Шапакидзе В. Н. 373
 Шапатава В. А. 863
 Шекриладзе И. Г. 441
 Шпунт С. Я. 379
 Штаерман Ю. Я. 187
 Штрэмберг А. Я. 683

Эдиберидзе А. Г. 181
 Элашвили З. М. 351
 Эсадзе Ю. С. 144

0601836.
ЦЕНА 1 РУБ.

ИНДЕКС 76181

