

1968



საქართველოს სსრ
პეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ა ე ბ ე



СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК
ГРУЗИНСКОЙ ССР



BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ტომი 52 TOM

№ 2

სთამბუკი 1968 #0998

თბილისი • TBI LISI • 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

10.692.

ტომი 52 ტომ

№ 2

სტამბა 1968 НОЯБРЬ

თბილისი * ТБИЛИСИ * TBILISSI



ს ა რ ე დ ა კ ტ ო რ კ ო ლ ე გ ი ა

- ა. პოპორიშვილი, ბ. 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), ე. მამასახლისოვი, ე. მახალდიაი, გ. მელიქიშვილი, ნ. მუსხელიშვილი, მ. საბაშვილი, გ. ციციშვილი, გ. წერეთელი, ე. ხარაძე (მთავარი რედაქტორი), ა. ჯანელიძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

პასუხისმგებელი მდივანი ქ. აბქანდაძე

Ответственный секретарь К. З. Абжандадзе

ბელმოწერილია დასაბეჭდ.დ 4.12.1968; №კვ. № 2486; ანაწეობის ზომა 7×11; ქალაღის ზომა 70×108; ფიზიკური ფურცელი 18; საადრიტეზო-საგამომცემლო ფურცელი 19,5; ნაბეჭდი ფურცელი 24,5; უფ 01426; ტირაჟი 1500

* * *

Подписано к печати 4.12.1968; зак. № 2486; размер набора 7×11; размер бумаги 70×108; физический лист 18; уч.-издательский лист 19,5; печатный лист 24,5; УЭ 01426; тираж 1500

* * *

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

* * *

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

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

მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—MATHEMATICS

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 შეჯამებადობის შესახებ	292
А. И. Бუадзе. О свойстве сопряженных функций двух переменных	293
*ა. ბუაძე. ორი ცვლადის შეუღლებულ ფუნქციათა თვისების შესახებ	296

მეხანიკა—МЕХАНИКА—MECHANICS

Р. М. Цхведадзе. К теории круглых пластинок со скачкообразным изменением толщины	297
*რ. ცხვედაძე. წრიული ფირფიტების სისქის ნახტომისებური ცვლილებით	302

ჰიდროაეროდინამიკა—ГИДРОАЭРОДИНАМИКА— HYDROAERODINAMICS

Т. Л. Гвелеснани. Сейсмические сейши в рукавах и бухтах водохранилищ при вертикальном смещении части их ложа в результате землетрясения	303
*თ. გველესიანი. სეისმური სეიშები წყალსაცავების უბრუნებასა და უბევში მიწისძვრების დროს მათი ფსკერის ნაწილის ვარტიკალური გადაადგილებისას	307
В. В. Сакварелидзе. Гидравлический расчет неравномерных аэрированных потоков	309
*ვ. საყვარელიძე. არათანაბარი აირბრუნული ნაკადების ჰიდრაულიკური ანგარიში	314

სიბერნეტიკა—КИБЕРНЕТИКА—CYBERNETICS

А. Х. Гиоргадзе. Надежность логических схем с обратными связями	315
*ა. გიორგაძე. უკუკავშირებიანი ლოგიკური სქემების იმედიაზობა	317
О. К. Абурджания. Распределение ресурсов в сельскохозяйственном производстве табличным методом	319
*ო. აბურჯანია. სოფლის მეურნეობის წარმოებაში რესურსების განაწილების ცხრილური მეთოდი	323

ფიზიკა—ФИЗИКА—PHYSICS

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 волн на явления переноса	331
*ფ. ბაიმბეტოვი. დრეიფული ტალღების გავლენა გადატანით მოვლენებზე	334

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური გვეთვის 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.

ბიოფიზიკა—ГЕОФИЗИКА—GEOPHYSICS

- Д. И. Сихарулидзе, Р. К. Махарадзе. К вопросу использования поверхностных волн в сейсморазведке 335
 *დ. სიხარულიძე, რ. მახარაძე. ზედაპირული ტალღების გამოყენების საკითხებისათვის სეისმოობიკაში 340
 А. Г. Балабуев, Р. И. Герасимов. Опыт стереофотограмметрической съемки дымовых струй 341
 *ა. ბალაბუევო, რ. გერასიმოვი. ბოლის ნაკადის სტრუქტოვოტოპოგრაფიული გადაღების ცდა 344

 ორგანული ქიმია—ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ—
 ORGANIC CHEMISTRY

- X. И. Арешидзе (член-корреспондент АН ГССР), Е. М. Бенашвили, К. И. Чхеидзе. Каталитические превращения н-гексадекана на натриевой и кальциевой формах синтетических цеолитов типа Y 345
 *ქრ. არეშიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), ე. ბენაშვილი, ქ. ჩხეიძე. ნ-ჰექსადეკანის კატალიზურა ვარდაქმნა ნატრიუმისა და კალციუმის ფორმის Y-ტიპის სინთეზურ ცეოლაუზებზე 349
 З. М. Элашвили, Л. В. Девадзе, К. Г. Джапаридзе. Синтез и фотохромные свойства 3'-фенилазамещенных бензгiazоловых спириранов 351
 *ზ. ელაშვილი, ლ. დევაძე, კ. ჯაფარიძე. 3'-ფენილანაცვლებული ბენზოთიაზოლანი 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 ალკენილარება 1-ჰექსენ-3-ოლით ფოსფორმჟავას თანდასწრებით 361

 ფიზიკური ქიმია—ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ—
 PHYSICAL CHEMISTRY

- Ж. Ш. Кублашвили, А. В. Карякин, Е. Г. Давиашвили. О ИК-спектрах некоторых соединений самария 363
 *ჯ. კუბლაშვილი, ა. კარიაკინი, ე. დავითაშვილი. სამარუმის ზოვიერთი 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 бутылкаучука 367
 *ს. რაპჩინსკაია, გ. ბლოხი, გ. ციციშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ქ. ბეჯაშვილი. წყალბადის ფორმის ცეოლაი რეზინებში ბუთილ-კაუჩუკისა და ნაირიტის საფუძველზე 371

 ქიმიური ტექნოლოგია—ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ—
 CHEMICAL TECHNOLOGY

- В. Н. Шапакидзе, Т. П. Гелейшвили. Силикатные стеновые материалы из отходов обогащения медно-колчедановых руд 373
 *ვ. შაპაკიძე, თ. გვლეიშვილი. სილიკატური საკედლე მასალები 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 სულფატისა და კალციუმის ფოსფატების შორის ურთიერთქმედების რეაქცია ხუთკომპონენტის სისტემაში $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{SO}_3-\text{H}_2\text{O}$ 80° ტემპერატურისას 384

ფარმაცეუტიკა—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 388

ფიზიკურს გეოგრაფია—ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ—PHYSICAL GEOGRAPHY

Дж. И. Мамаладзе, А. П. Макацария. Корреляция и возраст морских и речных террас Колхидской низменности 389

*ჭ. მამალაძე, ა. მაკაცარია. კოლხეთის დაბლობის ზღვიური და მდინარეული ტერასების კორელაცია და ასაკი 394

Ч. П. Джанелидзе. К динамике ледников Южного склона Большого Кавказа в голоцене 395

*ჭ. ჯანელიძე. კავკასიონის სამხრეთი ფერდობების გეინვარია დინამიკისათვის პლეისტოცენში 400

პეტროგრაფია—ПЕТРОГРАФИЯ—PETROGRAPHY

С. А. Кекелия, А. И. Махарадзе. К вопросу о характере регионального метаморфизма верхних горизонтов порфиритовой свиты Ёайоса Грузии 401

*ს. კეკელია, ა. მახარაძე. საქართველოს ბაიოსის პორფირიტული წყების ზედა პორიფორიტების რეგიონალური მეტამორფიზმის ხასიათის საკითხისათვის 405

М. А. Беридзе. О нижнерском вулканизме Терсхвев рр. Авадхара и Пашинсе 407

*მ. ბერიძე. მდ. ავადხარისა და ლაშინის სათავეების ქვედაორული ვულკანიზმის შესახებ 411

И. Д. Шавишвили. О щелочных породах Мерисского массива 413

*ი. შავიშვილი. მერისის მისივის ტუტე ჯანების შესახებ 416

სამშენებლო მექანიკა—СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА—STRUCTURAL MECHANICS

А. Д. Надирадзе. Устойчивость сжатых железобетонных стержней при динамических нагрузках 417

*ა. ნადირაძე. რკინაბეტონის კოლონების მდგრადობა დინამიკური დატვირთვების დროს 421

Н. Г. Хомасуридзе. К преобразованию и решению уравнений велотей круговой сферической оболочки 423

*ნ. ხომასურიძე. მრგვალიკონტურის სფერული დამრეცი გარსის განტოლებათა გარდაქმნისა და ამოხსნისათვის 428

მეტალურგია—МЕТАЛЛУРГИЯ—METALLURGY

Дж. М. Ломсадзе, Х. Чандрашекарან, М. М. Микаутадзе. Исследование поперечной ковки цилиндрических заготовок методом фотоупругости 429

*ჯ. ლომსაძე, ხ. ჩანდრაშეკარანი, მ. მიკაუტაძე. ცილინდრული ნაშაღის განვი ჰედის ვარკვლევა ფოტოდეგრადობის მეთოდით 434

საბადოთა დამუშავება—РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ—
 DEPOSIT EXPLOITATION

- M. H. Тевзадзе. Развитие шахтной полигонометрии полярным методом с применением гиротеодолита и светодальномера 435
- *მ. თევზაძე. პოლარული მეთოდით სამხტო პოლიგონომეტრიის განვითარება, გირო-თეოდოლიტისა და ელექტრობტეჟური (სინათლის) მანქალპზომის გამოყენებით 440

ენერგეტიკა—ЭНЕРГЕТИКА—POWER ENGINEERING

- 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 მიაზლოებითი თეორია 446

მანანათმფომდნობა—МАШИНОВЕДЕНИЕ—МЕCHANICAL ENGINEERING

- Д. Б. Мгалоблишвили. К вопросу о стабильной работе электровибрационных машин 447
- *ჯ. მგალობლიშვილი. ელექტრავიბრომანქანის სტაბილურ 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. ბარქიმოვი. მოხახუნე ზედაპირების ურთიერთგადახურვის კოეფიციენტი ფარდობითი ზრახნული მოძრაობის შემთხვევისათვის 457

ელემტროტექნიკა—ЭЛЕКТРОТЕХНИКА—ELECTROTECHNICS

- Н. И. Жгенти. Источник оворного напряжения на стабилизаторах с плавным регулированием выходного напряжения и нестабильностью порядка 0,001 % 459
- *ნ. ჯღენტი. საყრდენი ძაბვის წყარო სტაბილიტრონებზე ვაოსასეული ძაბვის მდორე რეგულირებითა და 0,001 % არახტაბილობით 462

 ავტომეტიკა და ტელემექანიკა—АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА—
 AUTOMATICS AND TELEMCHANICS

- А. Ш. Гугушвили, Г. Ш. Багагурия, Б. А. Арефьев. Определение постоянной времени нелинейных объектов при синусоидальных входных воздействиях 463
- *ა. გუგუშვილი, გ. ბალათურია, ბ. არეფიევი. არაურთიეო ობიექტების დროის მუდმივის ვანსაზღერა სინუსოიდალური შესასეული აღმუოთებების დროს 467

 მასალათა ტექნოლოგია—ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ—
 TECHNOLOGY OF MATERIALS

- В. К. Балавадзе, А. Д. Надирадзе. К вопросу адсорбционного понижения прочности бетона 469

*ვ. ბალაქაძე, ა. ნადირაძე. ბეტონის სიმტკიცის აღსორბეული შემცირების საკითხისათვის	472
--	-----

ნივთარბედილობა—ПОЧВОВЕДЕНИЕ—SOIL SCIENCE

რ. შარდალავიშვილი. ტყის ყვესფერი ნიადაგების გავლტურების შესახებ	473
*Р. К. Мардалейшвили. Об окультуренности коричневых лесных почв	478

**ავმნარბედილობა—ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ—
PHYSIOLOGY OF PLANTS**

Л. И. Джапаридзе (академик АН ГССР), Э. Г. Микеладзе. Состав аминокислот у некоторых дийкнистов	479
*ლ. ჯაფარიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) ეთ. შიქელიაძე. ამინომჟავების შემადგენლობა ზოგიერთ დიოიყისტში	481

ბიოქიმიკა—БИОХИМИЯ—BIOCHEMISTRY

Н. Н. Нуцубидзе, Д. Ф. Кинцурашвили. Динамика поступления азота в виноградную лозу	483
*ნ. ნუცუბიძე, დ. კინცურაშვილი. აზოტის შეთვისების დინამიკა ვახში	488

ფიტოპათოლოგია—ФИТОПАТОЛОГИЯ—PHYTOPATHOLOGY

ვ. იმერლიშვილი. საქართველოს კულტურულ მცენარეთა მიკოფლორისათვის უცნობი სახეობები	489
*В. И. Имерлишвили. Неизвестные для Грузии представители микрофлоры культурных растений	492

მიკრობიოლოგია—МИКРОБИОЛОГИЯ—MICROBIOLOGY

Г. Г. Беденашвили, О. А. Мегреладзе. Лабораторная диагностика чумы свиней реакцией сенсибилизации золя конгорота	493
*გ. ბედენაშვილი, ო. მეგრელაძე. ღორის ჭირის ლაბორატორიული დიაგნოსტიკა კონგოროთელის ზოლის სენსიბილიზაციის რეაქციით	497
მ. შაქავეარიანი, გ. შიტიჩაშვილი. ზოგიერთი არაპარკოსანი მცენარის ფესვური მიკროფლორა	499
*М. З. Мачавариани, Д. М. Митичашвили. Корневая микрофлора некоторых небобовых растений	501

პალეობიოლოგია—ПАЛЕОБИОЛОГИЯ—PALAEOBIOLOGY

Ц. И. Буачидзе. О находке остатков ископаемых полевок в Ширакской степи	503
*ც. ბუაჩიძე. შირაკის ველის ნაპარბი მემინდვრების პირველი მონაპოვრის შესახებ	508

ენტომოლოგია—ЭНТОМОЛОГИЯ—ENTOMOLOGY

А. М. Гегечкори. Материалы к изучению пищевого режима псиллид... —узко специализированных фитофагов	509
---	-----



*ა. გეგეჭკორი. ფსიქოლოგიის... ეიწროდ სპეციალიზებული ფიტოფაუნის კვებითი რე-
ვიმის შესწავლისათვის 513

**ზოოლოგია და პარაზიტოლოგია—ЗООЛОГИЯ И ПАРАЗИТОЛОГИЯ—
ZOOLOGY AND PARASITOLOGY**

Л. А. Гомеллаური. Три новых вида клещей... из южной части Грузии 515
*ლ. გომელაური. ტყიანების სამი ახალი სახეობა სამხრეთ საქართველოდან 520

**ანატომიის ანატომია—АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА—
HUMAN ANATOMY**

Л. А. Кушашвили. Структурные и гистохимические изменения некоторых же-
лез внутренней секреции при экспериментальном рахите 521
*ლ. ქუშაშვილი. ზოგადი შიდასეკრეტული ჯირკვლის სტრუქტურული და ჰისტო-
ქიმიური ცვლილებები ექსპერიმენტული რაქიტის დროს 526

**პათოლოგიური ანატომია—ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ—
PATHOLOGIC ANATOMY**

Л. К. Шарашидзе, Н. В. Гогобашвили. Влияние 6-меркаптопурина на
патоморфологию экспериментального туберкулеза 527
*ლ. შარაშიძე, ნ. გოგებაშვილი. 6-მერკაპტოპურინის გავლენა ექსპერიმენტულ
ტუბერკულოზის მიმდინარეობაზე 532
Н. Д. Бакрадзе, К. Н. Пагара. Гистохимическое изучение активности
кислой и щелочной фосфатаз в сердечной мышце при ранних сроках ише-
мии миокарда 533
*ნ. ბაკრაძე, კ. პატარაია. მეკე და ტუტე ფოსფატაზების აქტივობის ჰისტოქი-
მიური ცვლილებების შესახებ გულის კუნთში მიოკარდის ინფარქტის ადრეულ ეა-
დებში 538

**ნორმალური ფიზიოლოგია—НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ—
NORMAL PHYSIOLOGY**

Е. В. Абзианидзе. Влияние электрической стимуляции различных ядер ги-
поталамуса на пищевые и оборонительные реакции кошек 539
*ე. აბზიანიძე. ჰიპოთალამუსის სხვადასხვა ბირთვის ელექტრული ვალიზაციების გავ-
ლენა კატის კვებით და თავდაცვით რეაქციებზე 543
А. А. Унгиадзе. Эмоциональное поведение кошки и электрическая актив-
ность гиппокампа и гипоталамуса при их раздражении 545
*ა. უნგიაძე. ჰიპოკამპისა და ჰიპოთალამუსის ვალიზაციების გავლენა კატის თავის ტვი-
ნის ელექტრულ აქტივობასა და ემოციურ ქცევაზე 550

ჰისტოლოგია—ГИСТОЛОГИЯ—HISTOLOGY

М. И. Чичинадзе. Некоторые данные о морфологических изменениях в островковом аппарате регенерирующей поджелудочной железы	551
*მ. ჭიჭინაძე. ზოგიერთი მონაცემი რეგენერაციის პროცესში მყოფი პანკრეასის კუნძულოვანი აპარატის მორფოლოგიური ცვლილებების შესახებ	554
А. М. Гагуа. К изучению особенностей гистопатологических изменений в резанных ранах печени, селезенки и почек при применении различных гемостатических средств	555
*ა. გაგუა. ღვიძლის, ელენთისა და თირკმლების ჭრილობებში ჰისტოლოგიური ცვლილებების თავისებურებათა საკითხისათვის სხვადასხვა ქემოსტაზური საშუალებების გამოყენების დროს	559

Д. О. БАЛАДЗЕ

О К-ГРУППАХ ГОМОЛОГИИ

(Представлено академиком Г. С. Чогошвили 21.4.1968)

Пусть K — некоторый локально конечный комплекс, Φ — компактное матричное пространство, G — абелева группа и p — неотрицательное целое число.

Допустим, что каждой клетке $\tau \in K$ сопоставлена некоторая цепь остовов x_τ пространства Φ над группой коэффициентов G , причем $\dim x_\tau = p + \dim \tau$ и степени мелкости этих цепей неограниченно уменьшаются, когда τ „уходит в бесконечность“ в комплексе K . Это значит, что для любого $\varepsilon > 0$ найдется лишь конечное число клеток $\tau \in K$, для которых степени мелкости цепей x_τ будут $\geq \varepsilon$. Совокупность $\{x_\tau\}$ этих цепей остовов (взятых по одной для каждой клетки $\tau \in K$) обозначим через $x = \{x_\tau\}$ и будем называть p -мерной K -цепью пространства Φ над группой коэффициентов G . Множество всех p -мерных K -цепей пространства Φ , обозначаемое через $C_p^K(\Phi, G)$, относительно операции сложения $(x + y)_\tau = x_\tau + y_\tau$ является абелевой группой, которую будем называть p -мерной группой K -цепей пространства Φ над группой коэффициентов G . Оператор ∂ (K -граничный оператор) в группе $C_p^K(\Phi, G)$ определяется равенством (см. [1]).

$$(\partial x)_\tau = \partial(x_\tau) + (-1)^{\dim \tau} \cdot x_{\partial\tau}, \quad x \in C_p^K(\Phi, G)$$

Ясно, что ∂x является $(p - 1)$ -мерной K -цепью, т. е.

$$\partial x \in C_{p-1}^K(\Phi, G).$$

Ядро гомоморфизма

$$\partial : C_p^K(\Phi, G) \rightarrow C_{p-1}^K(\Phi, G)$$

обозначим через $Z_p^K(\Phi, G)$ и назовем группой K -циклов пространства Φ над группой коэффициентов G , а образ гомоморфизма $\partial : C_p^K(\Phi, G) \rightarrow C_{p-1}^K(\Phi, G)$ обозначим через $B_p^K(\Phi, G)$ и назовем группой K -ограничивающих K -циклов пространства Φ над G . Фактор-группу $Z_p^K(\Phi, G) / B_p^K(\Phi, G)$ обозначим через $\Delta_p^K(\Phi, G)$ и назовем K -группой гомологии пространства Φ над группой коэффициентов G .

В том частном случае, когда комплекс K есть луч, т. е. одномерный бесконечный комплекс, состоящий из нульмерных клеток $0, 1, 2, \dots$ и одномерных клеток $(0, 1), (1, 2), (2, 3), \dots$, K -группа гомологии $\Delta_p^K(\Phi, G)$ есть известная группа гомологии $\Delta_p(\Phi, G)$ пространства Φ над группой коэффициентов G (см. [2]).

Пусть теперь X — произвольное множество эвклидова пространства и $\{\Phi\}$ — направленное по включению множество всех компактов Φ



пространства X . Для каждого компакта Φ рассмотрим p -мерную K -группу гомологии $\Delta_p^K(\Phi, G)$ над группой коэффициентов G . Тождественное отображение $E_\Phi^{\Phi'}$ компакта Φ в компакте Φ' определяет т. н. гомоморфизм вложения $E_\Phi^{\Phi'}$ группы $\Delta_p^K(\Phi, G)$ в группу $\Delta_p^K(\Phi', G)$. Эти группы и гомоморфизмы образуют прямой спектр $\{\Delta_p^K(\Phi, G), E_\Phi^{\Phi'}\}$. Предельная группа этого спектра называется, по определению, K -группой гомологии (с компактными носителями) пространства X над группой коэффициентов G . Обозначим ее через $\Delta_p^K(X, G)$. Если комплекс K есть луч, то K -группа гомологии $\Delta_p^K(X, G)$ совпадает с известной группой гомологии (с компактными носителями) пространства X над группой коэффициентов G (см. [2]).

Нижеследующий пример показывает, что K -группы гомологии являются новыми инвариантами пространства, не сводящимися к комбинации известных гомологических инвариантов.

Пример. Пусть S_0 — некоторая двумерная сфера, расположенная в трехмерном подпространстве четырехмерного евклидова пространства E . Обозначим через V_0 некоторую ε_0 -окрестность сферы S_0 в пространстве E . На сфере S_0 выберем четыре различные точки a, a', b, b' (например, так, что a и a' диаметрально противоположны и b и b' также диаметрально противоположны). Обозначим через φ_0 отображение сферы S_0 на себя, имеющее степень 2, для которого a и a' являются точками ветвления, а в остальных точках отображение локально гомеоморфно. Например, в качестве φ_0 можно взять отображение, устроенное так же, как отображение $\varphi(z) = z^2$ сферы комплексного переменного z (в этом случае ветвление будет иметь место в точках 0 и ∞).

Так как тело V_0 четырехмерно, то легко построить отображение $\psi_0: S_0 \rightarrow V_0$, для которого $\rho(\varphi_0, \psi_0) < \varepsilon_0$ и при этом ψ_0 является гомеоморфным вложением сферы S_0 в V_0 . Образ $\psi_0(S_0)$ (также являющийся двумерной сферой) обозначим через S_1 .

Далее, мы выберем такое число $\varepsilon_1 = \frac{\varepsilon_0}{2}$, что ε_1 -окрестность V_1 сферы S_1 содержится вместе с замыканием в V_0 . Теперь мы выберем на S_1 точки c_1, c'_1 , отстоящие от b, b' соответственно менее чем на ε_0 , и построим отображение φ_1 сферы S_1 на себя, имеющее степень 2, для которого c_1 и c'_1 являются точками ветвления, а в остальных точках отображение локально гомеоморфно. Так как тело V_1 четырехмерно, то легко построить отображение $\psi_1: S_1 \rightarrow V_1$, для которого $\rho(\varphi_1, \psi_1) < \varepsilon_1$ и при этом ψ_1 является гомеоморфным вложением сферы S_1 в V_1 . Образ $\psi_1(S_1)$ (также являющийся двумерной сферой) обозначим через S_2 . Далее, мы выберем такое число $\varepsilon_2 < \frac{\varepsilon_1}{2}$, что ε_2 -окрестность V_2 сферы S_2 содержится вместе с замыканием в V_1 .

Это построение мы индуктивно продолжим далее. Именно, пусть уже построены сферы S_0, S_1, \dots, S_h и их окрестности (в четырехмерном пространстве E) V_1, V_2, \dots, V_h , причем V_i есть ε_i -окрестность сферы S_i в E (где $\varepsilon_i < \frac{\varepsilon_{i-1}}{2}$) и $V_i \subset V_{i-1}$.

Выберем на сфере S_h две точки c_h, c'_h , причем эти точки выберем так, что $\rho(c_h, c_{h-2}) < \varepsilon_{h-1} + \varepsilon_{h-2}$. Возможность выбора таких точек c_h, c'_h вытекает из того, что отображение $\psi_{h-1} \psi_{h-2} : S_{h-2} \rightarrow S_h$ отодвигает каждую точку от сферы S_{h-2} менее чем на $\varepsilon_{h-1} + \varepsilon_{h-2}$. Теперь мы построим отображение φ_h сферы S_h на себя, имеющее степень 2, для которого c_h и c'_h являются точками ветвления, а в остальных точках отображение локально гомеоморфно.

Так как тело V_h четырехмерно, то легко построить отображение $\psi_h : S_h \rightarrow V_h$, для которого $\rho(\varphi_h, \psi_h) < \varepsilon_h$ и при этом ψ_h является гомеоморфным вложением сферы S_h в V_h . Образ $\psi_h(S_h)$ (также являющийся двумерной сферой) обозначим через S_{h+1} . Далее, мы выберем такое число $\varepsilon_{h+1} < \frac{\varepsilon_h}{2}$, что ε_{h+1} -окрестность V_{h+1} сферы S_{h+1} содержится вместе с замыканием в V_h .

Проведенная индукция дает последовательность сфер S_0, S_1, S_2, \dots , их окрестностей V_0, V_1, V_2, \dots в пространстве E и гомеоморфных отображений $\psi_k : S_k \rightarrow S_{k+1}$ $k=0, 1, 2, \dots$. Пересечение всех окрестностей V_i обозначим через Φ :

$$\Phi = \bigcap_{i=0}^{\infty} V_i.$$

Легко видеть, что Φ есть компактное пространство (т. е. замкнутое ограниченное подмножество пространства E), причем Φ можно иначе определить как предел (топологический) последовательности сфер S_0, S_1, S_2, \dots

$$\Phi = \lim_{k \rightarrow \infty} S_k.$$

Теперь допустим, что K есть прямое произведение $L \times L$, где L есть луч (рассматриваемый в том клеточном разбиении, которое указано в начале статьи). Можно показать, что известная целочисленная гомологическая группа нулевой размерности $\Delta_0(\Phi, I)$ (см. [2]) компакта Φ есть нулевая группа, т. е. $\Delta_0(\Phi, I) = 0$. То же самое можно сказать относительно стирновской группы гомологии $\Delta_{\text{oc}}(\Phi, I)$ (определение стирновских групп гомологии см. в статье [3]) нулевой размерности компакта Φ над I , т. е. $\Delta_{\text{oc}}(\Phi, I) = 0$. Тривиальной является и нульмерная сингулярная группа гомологии компакта Φ .

С другой стороны, K -группа гомологии нулевой размерности $\Delta_0^K(\Phi, I)$ компакта Φ над группой коэффициентов I (где $K = L \times L$) оказывается отличной от нуля, т. е. $\Delta_0^K(\Phi, I) \neq 0$. Этот пример показывает, что K -группы гомологии являются новыми инвариантами топологического пространства.

Пусть теперь K —локально конечный комплекс. Пусть, далее, G и H —двойственные группы в смысле теории характеров, т. е. $G|H$, причем предполагается, что G компактна или дискретна и, следовательно, H дискретна или компактна. Наконец, пусть R —топологическое пространство и

$\{U_\alpha\}$ — направленная система всех открытых звездно конечных покрытий пространства R . Через K_α будем обозначать нерв покрытия U_α .

Мы можем для каждого комплекса K_α определить группы K -гомологии и K -когомологии $H_p^{Kl}(K_\alpha, G)$ и $H_{K^\infty}^p(K_\alpha, H)$ над группами коэффициентов G и H соответственно (см. [1]).

Если $\alpha < \beta$, т. е. покрытие U_β вписано в покрытие U_α , и если как обычно, элементу u_β покрытия U_β поставим в соответствие какой-либо содержащий его элемент u_α покрытия U_α , то получим симплициальное отображение ρ_α^β комплекса K_β в комплекс K_α . Это симплициальное отображение индуцирует гомоморфизмы

$$\rho_\alpha^\beta : H_p^{Kl}(K_\beta, G) \rightarrow H_p^{Kl}(K_\alpha, G) \quad \text{и} \quad \pi_{\alpha\beta}^* : H_{K^\infty}^p(K_\alpha, H) \rightarrow H_{K^\infty}^p(K_\beta, H).$$

Несложно проверяется, что эти гомоморфизмы обладают свойствами транзитивности. Таким образом, получаем обратный спектр

$$\{H_p^{Kl}(K_\alpha, G); \rho_\alpha^\beta\} \quad \text{и} \quad \text{прямой спектр} \quad \{H_{K^\infty}^p(K_\alpha, H); \pi_{\alpha\beta}^*\}.$$

Предельные группы этих спектров назовем группами K -гомологии и K -когомологии пространства R над группами коэффициентов G и H соответственно и обозначим через $H_p^{Kl}(R, G)$ и $H_{K^\infty}^p(R, H)$. Имеет место следующая

Теорема. Если группы G и H двойственны, причем G компактна или дискретна и, следовательно, H дискретна или компактна, то группы K -гомологии и K -когомологии $H_p^{Kl}(R, G)$ и $H_{K^\infty}^p(R, H)$ пространства R над группами коэффициентов G и H соответственно двойственны:

$$H_p^{Kl}(R, G) \perp H_{K^\infty}^p(R, H).$$

Тбилисский государственный университет

(Поступило 23.4.1968)

მათემატიკა

დ. ბალაძე

ჰომოლოგიის K -ჯგუფების შესახებ

რეზიუმე

შრომში შემოტანილია Φ კომპაქტის ჰომოლოგიის K -ჯგუფების $\Delta_p^K(\Phi, G)$ განმარტება, რომლებშიც პარამეტრს წარმოადგენს ნებისმიერად ალბერტი ლოკალურად სასრულო K კომპლექსი. განმარტებულია ასევე ნებისმიერი მეტრიული X სივრცის კომპაქტური მატარებლიანი ჰომოლოგიის K -ჯგუფები $\Delta_p^K(X, G)$. იმ კერძო შემთხვევაში, როცა K კომპლექსი არის სხივი, ჰომოლოგიის K -ჯგუფები $\Delta_p^K(\Phi, G)$ და $\Delta_p^K(X, G)$ წარმოადგენენ Φ კომპაქტისა და ნებისმიერი მეტრიული X სივრცის ცნობილ ჰომოლოგიის ჯგუფებს. აგებულია მაგალითი, რომელიც ევიჩენებს შემოტანილი ჰომოლოგიის K -ჯგუფების განსხვავებას ცნობილ ჰომოლოგიის ჯგუფებისაგან. გარდა ამისა, შრომაში შემოტანილია ტოპოლოგიური R სივრცის ჰომოლოგიისა და კოჰომოლოგიის K -ჯგუფების $H_p^{Kl}(R, G)$ და $H_{K^\infty}^p(R, H)$ განმარტება, რომლებშიც პარამეტრს ისევ წარმოადგენს ნებისმიერად ალბერტი ლოკალურად სასრულო K კომპლექსი. მტკიცდება ორადობის თეორემა ჰომოლოგიისა და კოჰომოლოგიის K -ჯგუფებს შორის.

შეფუთვითი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Д. О. Баладзе. Сообщения АН ГССР, XLV, № 1, 1967.
2. К. А. Ситников. Матем. сб., 34 (76), № 1, 1954.
3. N. E. Steenrod. Ann. of Math., 41, 1940.



Л. Д. ГОГОЛАДЗЕ

О СИЛЬНОМ СУММИРОВАНИИ РЯДОВ ФУРЬЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. Г. Челидзе 14.5.1968)

Пусть функция $f(x) \in L[-\pi, \pi]$ и

$$\frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos kx + b_k \sin kx) \quad (1)$$

— ее ряд Фурье. Рассмотрим сопряженный тригонометрический ряд

$$\sum_{k=1}^{\infty} (-b_k \cos kx + a_k \sin kx). \quad (2)$$

Как обычно, символом $\overline{f(x)}$ будем обозначать сопряженную к $f(x)$ функцию, т. е. функцию

$$\overline{f(x)} = -\frac{1}{\pi} \lim_{\varepsilon \rightarrow 0+} \int_{\varepsilon}^{\pi} \frac{f(x+t) - f(x-t)}{2 \operatorname{tg} \frac{t}{2}} dt.$$

Говорят, что ряд (1) сильно суммируем к $f(x)$ в точке x_0 с показателем $p > 0$, если

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n+1} \sum_{k=0}^n |S_k(x_0, f) - f(x_0)|^p = 0, \quad (3)$$

где $S_k(x, f)$ — частная сумма ряда (1).

Если же соотношение (3) выполняется равномерно на некотором множестве $E \subset [-\pi, \pi]$, то тогда ряд (1) называется равномерно суммируемым к $f(x)$ на E с показателем $p > 0$.

Вопросами сильной суммируемости рядов Фурье занимались многие математики (см. [1], 488—508; [2], 270—280; [3—7]).

В частности, известно, что если $f(x)$ непрерывная 2π -периодическая функция, то соотношение (3) выполнено равномерно относительно $x \in [-\pi, \pi]$.

Грунвальдом (см. [6]) был поставлен следующий вопрос: можно ли найти такую функцию $p(n)$, что $p(n) \uparrow \infty$, но все же

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n+1} \sum_{k=0}^n |S_k(x, f) - f(x)|^{p(n)} = 0 \quad (4)$$

равномерно относительно $x \in [-\pi, \pi]$ для любой непрерывной функции $f(x)$.

Туран [6] показал, что если $p(n) \uparrow \infty$ как угодно медленно, то можно построить всюду непрерывную функцию $f(x)$ такую, что для некоторого $x_0 \in [-\pi, \pi]$ соотношение (4) уже не имеет места.

Кралеж [8] для заданного $p(n) = o(\ln n)$ нашел подкласс функций $f(x)$, для которых в отдельных точках или равномерно на некотором множестве $E \subset [-\pi, \pi]$ выполняется следующее соотношение:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left\{ \frac{1}{n+1} \sum_{k=0}^n |S_k(x, f) - f(x)|^{p(n)} \right\}^{1/p(n)}.$$

Можно ли для каждой непрерывной 2π -периодической функции $f(x)$ найти $p(n) \uparrow \infty$, зависящее от $f(x)$, для которого соотношение (4) выполняется равномерно относительно $x \in [-\pi, \pi]$. Этот вопрос оставался открытым.

Далее, пусть $\varphi(t)$ — возрастающая функция и $\varphi(1) > 0$. Как обычно, обозначим через $E_n(f)$ наилучшее приближение функции $f(x)$ в пространстве $C[-\pi, \pi]$ тригонометрическими полиномами порядка $\leq n$. Спрашивается, какие наименьшие условия, наложенные на $E_n(f)$, гарантируют равномерную сходимость ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{|S_n(x, f) - f(x)|^p}{\varphi(n)},$$

где $p > 0$ — некоторое фиксированное число.

В настоящей статье приводятся результаты, которые, в частности, дают ответы на только что поставленные вопросы; формулируются и другие утверждения, относящиеся к этому же кругу вопросов. Результаты, полученные для простых рядов, обобщаются на случай двойных рядов Фурье.

Сначала приведем утверждения, относящиеся к простым рядам Фурье.

Теорема 1. Пусть $\varepsilon_n \downarrow 0$ — произвольная последовательность. Обозначим через C_{ε_n} класс всех непрерывных 2π -периодических функций $f(x)$, для которых $E_n(f) \leq \varepsilon_n$. Тогда для всего класса C_{ε_n} существует $p(n) \uparrow \infty$, для которого соотношение (4) выполняется равномерно относительно $x \in [-\pi, \pi]$.

Заметим, что в качестве $p(n)$ можно предполагать $p(n) =$
 $= \left\{ \left| \ln \frac{1}{\mu_n} \right| \right\}^\alpha$, где

$$\mu_n = \frac{1}{n+1} \sum_{k=0}^n \epsilon_k,$$

а α — любое число из $(0, 1)$.

Теорема 2. а) Пусть $f(x) \in C[-\pi, \pi]$. Если при некотором $p > 0$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{|E_n(f)|^p}{\varphi(n)} < +\infty, \quad (5)$$

то для любого натурального $k \geq 1$ имеет место неравенство

$$\sum_{n=k}^{\infty} \frac{|S_n(x, f) - f(x)|^p}{\varphi(n)} \leq C(p) \sum_{n=k}^{\infty} \frac{|E_n(f)|^p}{\varphi(n)},$$

где $C(p)$ — положительная константа, зависящая лишь от p .

б) Если

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{|E_n(f)|^p}{\varphi(n)} = +\infty,$$

то существует непрерывная 2π -периодическая функция $f_0(x)$, для которой $E_n(f_0) \leq E_n(f)$, однако при некотором $x_0 \in [-\pi, \pi]$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{|S_n(x_0, f_0) - f_0(x_0)|^p}{\varphi(n)} = +\infty.$$

Показано, что если $f(x)$ и $\bar{f}(x)$ непрерывны и соблюдается условие (5), то сходимость ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{|\bar{S}_n(x, f) - \bar{f}(x)|^p}{\varphi(n)},$$

где $\bar{S}_n(x, f)$ — частная сумма ряда (2), можно гарантировать лишь почти всюду на $[-\pi, \pi]$.

Справедливая и такая

Теорема 3. Пусть $f(x) \in L[-\pi, \pi]$ и $E_n(f)_L$ — наилучшее приближение функции $f(x)$ в пространстве $L[-\pi, \pi]$ тригонометрическими полиномами порядка $\leq n$. Если

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{E_n(f)_L}{\varphi(n)} < +\infty,$$

10.6.99



то ряд

$$\sum_{n=0}^{\infty} \left| \sum_{k=2^n}^{2^{n+1}-1} \frac{S_k(x, f) - f(x)}{\varphi(k)} \right|$$

почти всюду сходится.

Рассмотрим теперь функцию $f(x, y) \in C_R$, где $R = [-\pi, \pi, -\pi, \pi]$. Предположим, что двойной ряд

$$\sum_{m, n=0}^{\infty} \lambda_{mn} A_{mn}(x, y) \quad (6)$$

является рядом Фурье функции $f(x, y)$, где

$$\lambda_{mn} = \begin{cases} \frac{1}{4} & \text{при } m = n = 0, \\ \frac{1}{2} & \text{при } m = 0 \ n > 0, \ m > 0 \ n = 0, \\ 1 & \text{при } m > 0 \ n > 0, \end{cases}$$

$$A_{mn}(x, y) = a_{mn} \cos mx \cos ny + b_{mn} \sin mx \cos ny + \\ + C_{mn} \cos mx \sin ny + d_{mn} \sin mx \sin ny,$$

а a_{mn} , b_{mn} , C_{mn} и d_{mn} — коэффициенты Фурье функции $f(x, y)$.

Обозначим через $S_{mn}(x, y, f)$ частную сумму ряда (6), т. е.

$$S_{mn}(x, y, f) = \sum_{i=0}^m \sum_{k=0}^n \lambda_{ik} A_{ik}(x, y).$$

Имеет место

Теорема 4. Если $f(x, y)$ — непрерывная 2π -периодическая функция и $p > 0$ — некоторое число, то

$$\frac{1}{(m+1)(n+1)} \sum_{i=0}^m \sum_{k=0}^n |S_{ik}(x, y, f) - f(x, y)|^p \leq \\ \leq \frac{B(p)}{(m+1)(n+1)} \sum_{i=0}^m \sum_{k=0}^n [E_{ik}(f)]^p,$$

где $E_{ik}(f)$ — наилучшее приближение функции $f(x, y)$ тригонометрическими полиномами порядка $\leq i$ относительно x и $\leq k$ относительно y в пространстве C_R , а $B(p)$ — некоторая положительная константа, зависящая только от p .

Из теоремы 4, в частности, следует, что для всякой непрерывной 2π -периодической функции $f(x, y)$ при всех $\rho > 0$

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} \frac{1}{(m+1)(n+1)} \sum_{i=0}^m \sum_{k=0}^n |S_{ih}(x, y, f) - f(x, y)|^\rho = 0,$$

равномерно относительно $(x, y) \in R$.

Справедлива и такая

Теорема 5. Если $f(x, y)$ — непрерывная 2π -периодическая функция, то существует последовательность $\rho(m, n) \rightarrow \infty$ при $m, n \rightarrow \infty$, для которой

$$\lim_{(m, n)_\lambda} \frac{1}{(m+1)(n+1)} \sum_{i=0}^m \sum_{k=0}^n |S_{ih}(x, y, f) - f(x, y)|^{\rho(m, n)} = 0 \quad (7)$$

равномерно относительно $(x, y) \in R$, где символ $(m, n)_\lambda$ означает, что

$m \rightarrow \infty$, $n \rightarrow \infty$ и $\frac{1}{\lambda} \leq \frac{m+1}{n+1} \leq \lambda$, а $\lambda \in [1, +\infty)$; $m, n = 0, 1, 2, \dots$

Отметим, что соотношение (7), вообще говоря, не имеет места, если m и n стремятся к $+\infty$ любым способом.

Теорема 6. Пусть $f(x, y) \in L^p(R)$ $1 < p < \infty$. Если в точке $(x_0, y_0) \in R$ при некотором $\rho' \in (1, p)$ выполняются соотношения

$$a) \lim_{h, \eta \rightarrow 0} \frac{1}{h\eta} \int_0^h \int_0^\eta |\varphi_{x_0 y_0}(u, v)|^{\rho'} du dv = 0,$$

$$b) \sup_{0 < h < \pi} \frac{1}{h} \int_0^h \int_0^\pi |\varphi_{x_0 y_0}(u, v)|^{\rho'} du dv = M_1(x_0, y_0) < +\infty,$$

$$c) \sup_{0 < \eta < \pi} \frac{1}{\eta} \int_0^\eta \int_0^\pi |\varphi_{x_0 y_0}(u, v)|^{\rho'} du dv = M_2(x_0, y_0) < +\infty,$$

где

$$\varphi_{x_0 y_0}(u, v) = f(x_0 + u, y_0 + v) + f(x_0 + u, y_0 - v) + \\ + f(x_0 - u, y_0 + v) + f(x_0 - u, y_0 - v) - 4f(x_0, y_0),$$

то при любом $q > 0$ имеет место равенство

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} \frac{1}{(m+1)(n+1)} \sum_{i=0}^m \sum_{k=0}^n |S_{ih}(x_0, y_0, f) - f(x_0, y_0)|^q = 0. \quad (8)$$

В частности, соотношение (8) выполнено почти всюду, ибо нетрудно показать, что условия $a)$, $b)$ и $c)$ выполнены почти для всех $(x, y) \in R$, когда $f(x, y) \in L^p(R)$ при $1 < p < \infty$.

Отметим, что подобная теорема доказана в работе [9] (см. теорему 2), но лемма 2, на которую опирается доказательство теоремы 2 в работе [9], ошибочна.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 14.5.1968)

მათემატიკა

ლ. გოგოლაძე

ფუნქციის მწკრივების ძლიერი შეჯამებადობის შესახებ

რეზიუმე

შრომაში მიღებულია მარტივი და ორჯერადი ფურიეს მწკრივების ძლიერად შეჯამებადობის შესაბამისი გადახრის შეფასებები საუკეთესო მიახლოებების საშუალებით.

დავოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. К. Бари. Тригонометрические ряды. М., 1961.
2. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды, II. М., 1965.
3. G. Alexits, L. Leindler. ACTA Math. Acad. Scien. Hungaricae, m. XVI, 1965.
4. G. Alexits, D. Kralik. ACTA Math. Acad. Scien. Hungaricae, m. XVI, 1965.
5. L. Leindler. ACTA Math. Acad. Scien. Hungaricae, m. XVI, 1965, 255—262.
6. P. Turan. J. Ind. Math. Soc. N. S., 12, 1948, 8—12.
7. А. И. Шмукаер. Мат. сб., т. 56 (98):2, 1962.
8. D. Kralik. Acta Math. Acad. Scien. Hungaricae, m. XVII, 1966, 303—312.
9. H. T. Hsü. American Math. Soc., 10, 1945, 700—714.



А. И. БУАДЗЕ

О СВОЙСТВЕ СОПРЯЖЕННЫХ ФУНКЦИЙ ДВУХ ПЕРЕМЕННЫХ

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

Пусть $f(x, y)$ — непрерывная периодическая функция с периодом 2π относительно каждой переменной в отдельности и

$$f(x, y) \sim \sum_{m, n=0}^{\infty} \lambda_{mn} A_{mn}(x, y) -$$

ее ряд Фурье. Введем обозначения

$$\tilde{f}^{(1)}(x, y) = -\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x+t, y) \operatorname{ctg} \frac{t}{2} dt,$$

$$\tilde{f}^{(2)}(x, y) = -\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x, y+\tau) \operatorname{ctg} \frac{\tau}{2} d\tau,$$

$$\tilde{f}(x, y) = \frac{1}{4\pi^2} \int_{-\pi}^{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x+t, y+\tau) \operatorname{ctg} \frac{t}{2} \operatorname{ctg} \frac{\tau}{2} dt d\tau,$$

$$\sigma_{mn}(f; x, y) = \sum_{k=0}^m \sum_{i=0}^n \left(1 - \frac{k}{m+1}\right) \left(1 - \frac{i}{n+1}\right) \lambda_{k+i} A_{k+i}(x, y).$$

$$\omega_h(f; \delta, 0) = \sup_y \sup_{|h| \leq \delta} \left| \sum_{\nu=0}^k (-1)^{k-\nu} \binom{k}{\nu} f(x+h\nu, y) \right|,$$

$$\omega_h(f; 0, \delta) = \sup_x \sup_{|h| \leq \delta} \left| \sum_{\nu=0}^k (-1)^{k-\nu} \binom{k}{\nu} f(x, y+h\nu) \right|,$$

$$\omega_{h_1 h_2}(f; \delta_1, \delta_2) = \sup_{\substack{|h| \leq \delta_1 \\ |\eta| \leq \delta_2}} \left| \sum_{\nu=0}^{k_1} \sum_{\mu=0}^{k_2} (-1)^{k_1+k_2-\nu-\mu} \binom{k_1}{\nu} \times \right. \\ \left. \times \binom{k_2}{\mu} f(x+\nu h, y+\mu \eta) \right|.$$

Для функции одной переменной известна следующая Теорема А. Для того чтобы $\sigma_n[f] - f = 0 (n^{-1})$, необходимо и достаточно, чтобы $\tilde{f}(x) \in \operatorname{Lip} 1$.

Отметим, что часть этой теоремы, относящаяся к достаточности, была доказана Алексичем [1] (см. также [2]), необходимость — Заманским [3]. Рассмотрим аналогичные вопросы для функции двух переменных. Справедлива



Теорема 1. Если

$$f(x, y) - \sigma_{mn}(f; x, y) = 0 \left(\frac{1}{m+1} + \frac{1}{n+1} \right) \quad (1)$$

равномерно относительно x и y , то ⁽¹⁾

$$a) \omega(\bar{f}^{(1)}; \delta, 0) = (\delta), \quad b) \omega(\bar{f}^{(2)}; 0; \delta) = 0(\delta).$$

Доказательство. Для доказательства этой теоремы нам понадобится

Теорема В. Если для непрерывной 2π периодической функции $f(x, y)$ последовательность наилучших приближений $E_{mn}(f)$ удовлетворяет условию

$$\sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m} E_{mm}(f) < +\infty,$$

то

$$E_{mm}(\bar{f}^{(1)}) + E_{mm}(\bar{f}^{(2)}) + E_{mm}(\bar{f}) = 0 \left\{ E_{mm}(f) + \sum_{v=m+1}^{\infty} \frac{1}{v} E_{vv}(f) \right\},$$

$$\omega_k \left(\bar{f}^{(1)}; \frac{1}{m}, 0 \right) + \omega_k \left(\bar{f}^{(2)}; \frac{1}{m}, 0 \right) + \omega_k \left(\bar{f}; \frac{1}{m}, 0 \right) =$$

$$= 0 \left\{ m^{-k} \sum_{v=1}^m v^{k-1} E_{v-1, v-1}(f) + \sum_{v=m+1}^{\infty} \frac{1}{v} E_{vv}(f) \right\},$$

$$\omega_{k_1, k_2} \left(\bar{f}^{(1)}; \frac{1}{m}, \frac{1}{n} \right) + \omega_{k_1, k_2} \left(\bar{f}^{(2)}; \frac{1}{m}, \frac{1}{n} \right) + \omega_{k_1, k_2} \left(\bar{f}; \frac{1}{m}, \frac{1}{n} \right) =$$

$$= 0 \left\{ m^{-k_1} n^{-k_2} \sum_{v=1}^{\gamma} v^{k_1+k_2-1} E_{v-1, v-1}(f) + \sum_{v=\gamma+1}^{\infty} v^{-1} E_{vv}(f) \right\},$$

где

$$\gamma = \left[\frac{k_1+k_2}{\sqrt{m^{k_1} n^{k_2}}} \right].$$

Эта теорема в более общем виде нами доказана и отмечена в работе [4] (см. также [5]). Из теоремы В получим

$$\omega(\bar{f}^{(1)}; \delta; 0) = 0 \left(\delta \lg \frac{1}{\delta} \right), \quad (2)$$

$$\omega(\bar{f}^{(2)}; \delta; 0) = 0 \left(\delta \lg \frac{1}{\delta} \right), \quad (3)$$

$$\omega(\bar{f}; \delta_1, \delta_2) = 0 \left(\sqrt{\delta_1 \delta_2} \right). \quad (4)$$

Положим

$$g_{mn}(x, y) = f(x, y) - T_{mn}(x, y),$$

где

$$T_{mn}(x, y) = \sigma_{mn}(f; x, y).$$

(¹ Здесь и в дальнейшем 0 подразумевается равномерным по x и y .)

Тогда получим

$$T_{mn}(x, y) - \sigma_{mn}(T_{mn}; x, y) = 0 \left(\frac{1}{m+1} + \frac{1}{n+1} \right).$$

С другой стороны,

$$T_{mn}(x, y) - \sigma_{mn}(T_{mn}; x, y) = \frac{1}{m+1} \cdot \frac{\partial \bar{T}_{mn}^{(1)}(x, y)}{\partial x} + \frac{1}{n+1} \cdot \frac{\partial \bar{T}_{mn}^{(2)}(x, y)}{\partial y} - \frac{1}{(m+1)(n+1)} \cdot \frac{\partial^2 \bar{T}_{mn}(x, y)}{\partial x \partial y}.$$

Следовательно,

$$\frac{1}{m+1} \cdot \frac{\partial \bar{\sigma}_{mn}^{(1)}(f; x, y)}{\partial x} + \frac{1}{n+1} \cdot \frac{\partial \bar{\sigma}_{mn}^{(2)}(f; x, y)}{\partial y} - \frac{1}{(m+1)(n+1)} \times \times \frac{\partial^2 \bar{\sigma}_{mn}(f; x, y)}{\partial x \partial y} = 0 \left(\frac{1}{m+1} + \frac{1}{n+1} \right). \quad (5)$$

Далее, как известно, если $T_{mn}(x, y)$ — тригонометрический полином порядка $\leq m$ относительно x и порядка $\leq n$ относительно y , то при любом $0 < h < \frac{\pi}{m}$, $0 < \delta < \frac{\pi}{n}$ имеет место (см. [6, 7])

$$\left\| \frac{\partial^{i+j} T_{mn}(x, y)}{\partial x^i \partial y^j} \right\| \leq \left(\frac{m}{2 \sin mh} \right)^i \left(\frac{n}{2 \sin \delta n} \right)^j \cdot \|\Delta_h^{(i)} \Delta_\delta^{(j)} T_{mn}(x, y)\|.$$

Отсюда следует, что

$$\frac{1}{n+1} \left\| \frac{\partial \bar{\sigma}_{mn}^{(2)}(f; x, y)}{\partial y} \right\| \leq \omega \left(\bar{\sigma}_{mn}^{(2)}(f); 0, \frac{1}{n+1} \right),$$

$$\frac{1}{(m+1)(n+1)} \left\| \frac{\partial^2 \bar{\sigma}_{mn}(f; x, y)}{\partial x \partial y} \right\| \leq \omega \left(\frac{1}{m+1}, \frac{1}{n+1}; \bar{\sigma}_{mn}(f) \right).$$

Используя оценки (3) и (4), получаем

$$\frac{1}{n+1} \left\| \frac{\partial \bar{\sigma}_{mn}^{(2)}(f; x, y)}{\partial y} \right\| = 0 \left(\frac{1}{n+1} \lg(n+2) \right), \quad (6)$$

$$\frac{1}{(m+1)(n+1)} \left\| \frac{\partial^2 \bar{\sigma}_{mn}(f; x, y)}{\partial x \partial y} \right\| = 0 \left(\frac{1}{\sqrt{(m+1)(n+1)}} \right). \quad (7)$$

Предположим теперь, что

$$m \leq \frac{n+1}{\lg(n+2)}. \quad (8)$$

тогда

$$\frac{1}{n+1} \left\| \frac{\partial \bar{\sigma}_{mn}^{(2)}(f; x, y)}{\partial y} \right\| = 0 \left(\frac{1}{m+1} \right), \quad (9)$$

$$\frac{1}{(m+1)(n+1)} \left\| \frac{\partial^2 \bar{\sigma}_{mn}(f; x, y)}{\partial x \partial y} \right\| = 0 \left(\frac{1}{m+1} \right). \quad (10)$$

Следовательно, сопоставляя (5), (8), (9), (10), получаем

$$\left\| \frac{\partial \bar{\sigma}_{mn}^{(1)}(f; x, y)}{\partial x} \right\| = O(1) \text{ при } m \leq \frac{n+1}{\lg(n+2)}. \quad (11)$$

Далее, имеем

$$\bar{\sigma}_{mn}^{(1)}(f; x+h, y) - \bar{\sigma}_{mn}^{(1)}(f; x, y) = \frac{\partial \bar{\sigma}_{mn}^{(1)}(\xi, y)}{\partial x} \cdot h \quad (12)$$

С другой стороны, $\bar{\sigma}_{mn}^{(1)}(f; x, y)$ равномерно сходится к $\bar{f}^{(1)}(x, y)$ и поэтому из (11) и (12) вытекает

$$\| \bar{f}^{(1)}(x+h, y) - \bar{f}^{(1)}(x, y) \| = O(h).$$

Аналогично доказываются остальные части теоремы. Теорема доказана.

Как видно из доказательства, достаточно выполнение условия (1) для таких m и n , для которых имеет место неравенство

$$\frac{1}{\lg(m+2) \lg(n+2)} \leq \frac{m+1}{n+1} \leq \lg(m+2) \cdot \lg(n+2).$$

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 4.6.1968)

მათემატიკა

ა. ბუაძე

ორი ცვლადის შეუღლებულ ფუნქციათა თვისების შესახებ

რეზიუმე

ორი ცვლადის ფუნქციიდან მისი ფურცეს მწკრივის ფეიერის საშუალო გადახრის რიგის მიხედვით შესწავლილია ცალ-ცალკე ცვლადების მიმართ შეუღლებულ ფუნქციათა უწყვეტობის მოღულებების ასიმპტოტური ყოფაქცევა.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. G. Alexits. Mat. Fir. Lapok, 48, 1941, 410—422.
2. А. Зигмунд. Тригонометрические ряды, I; М., 1965.
3. М. Zamansky. A. E. N. S., 66, 1949, 19—93.
4. А. И. Буадзе. Труды I и II республиканских конференций математиков высших учебных заведений Грузинской ССР, 1964, 133—140.
5. А. И. Буадзе. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 8 (93), 1963, 1—15.
6. С. М. Никольский. ДАН СССР, 60, № 9, 1948, 1507—1510.
7. С. Б. Стечкин. ДАН СССР, 60, № 9, 1948, 1511—1514.



Р. М. ЦХВЕДАДZE

К ТЕОРИИ КРУГЛЫХ ПЛАСТИНОК СО СКАЧКООБРАЗНЫМ ИЗМЕНЕНИЕМ ТОЛЩИНЫ

(Представлено академиком Ш. Е. Микеладзе 20.4.1968)

Пусть круглая (кольцевая) пластинка ($a \leq r \leq b$) переменной толщины h с разрывами первого рода подвергается действию осесимметричной распределенной нагрузки и перерезывающих сил Q_r , приложенных к внутреннему контуру ($r = a$) (последние могут быть и неизвестными силами реакций).

Исследование таких пластинок сводится к интегрированию следующего дифференциального уравнения второго порядка с разрывными коэффициентами (с разрывами первого рода)

$$\frac{d^2 \varphi}{dr^2} + \left(\frac{1}{r} + \frac{d \ln h^3}{dr} \right) \frac{d\varphi}{dr} - \left(\frac{1}{r^2} - \frac{\nu}{r} \cdot \frac{d \ln h^3}{dr} \right) \varphi = - \frac{Q_r}{D}, \quad (1)$$

где

$$Q_r = \frac{a}{r} Q_0 + \frac{\lambda}{r} \int_a^r q(r) r dr, \quad D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)},$$

φ обозначает угол поворота цилиндрического сечения пластинки, E —модуль упругости, ν —коэффициент Пуассона, $h = h(r)$ —переменную толщину, имеющую конечное число точек разрыва в замкнутом промежутке $a \leq r \leq b$, а $q(r)$ —некоторую „единичную“ интенсивность распределенной нагрузки, λ -кратное увеличение которой вызывает появление пластической деформации.

С целью упрощения решения задачи введем новую переменную V и следующие обозначения:

$$\varphi = V \cdot \exp \left\{ -0,5 \int_a^r \left(\frac{1}{r} + \frac{d \ln h^3}{dr} \right) dr \right\}, \quad \frac{h}{h_0} = y, \quad \frac{r}{a} = x,$$

где h_0 —значения h при некотором фиксированном r ($h_0 \neq 0$).

В случае необходимости можно рассматривать h_0 в качестве неизвестного параметра, определяемого из дополнительных условий прочности или жесткости, предъявляемых пластинке.

В результате преобразования уравнение (1) принимает следующий вид:

$$\frac{d^2V}{dx^2} - \Psi(x)V = A \cdot F_1(x) + p \cdot F_2(x), \quad (2)$$

где

$$\Psi(x) = \frac{0,75}{x^2} + \frac{1,5-3\nu}{xy} \cdot \frac{dy}{dx} + \frac{1,5}{y} \cdot \frac{d^2y}{dx^2} + \frac{0,75}{y^2} \left(\frac{dy}{dx} \right)^2,$$

$$F_1(x) = \frac{1}{xy^3} \cdot \exp \left\{ \frac{1}{2} \int_1^x \left(\frac{1}{x} + \frac{d \ln y^3}{dx} \right) dx \right\},$$

$$F_2(x) = -\frac{2}{xy^3} \cdot \exp \left\{ \frac{1}{2} \int_1^x \left(\frac{1}{x} + \frac{d \ln y^3}{dx} \right) dx \right\} \cdot \int_1^x q(ax) x dx,$$

$$A = -\frac{12(1-\nu^2)a^2Q_\alpha}{Eh_0^3}, \quad p = \frac{6(1-\nu^2)a^3\lambda}{Eh_0^3}.$$

Для радиального и кольцевого изгибающих моментов будем иметь соответственно выражения

$$M_r = y^3 \cdot \exp \left\{ -\frac{1}{2} \int_1^x \left(\frac{1}{x} + \frac{d \ln y^3}{dx} \right) dx \right\} \left[\frac{dV}{dx} - \left(\frac{0,5-\nu}{x} + \frac{1,5}{y} \cdot \frac{dy}{dx} \right) V \right] \frac{a^2\lambda}{2p},$$

$$M^\theta = \nu y^3 \exp \left\{ -\frac{1}{2} \int_1^x \left(\frac{1}{x} + \frac{d \ln y^3}{dx} \right) dx \right\} \left[\frac{dV}{dx} + \left(\frac{2-\nu}{2\nu x} - \frac{1,5}{y} \cdot \frac{dy}{dx} \right) V \right] \frac{a^2\lambda}{2p}. \quad (3)$$

Что касается прогиба, то он вычисляется по формуле

$$w = -a \int \exp \left\{ -0,5 \int_1^x \left(\frac{1}{x} + \frac{d \ln y^3}{dx} \right) dx \right\} \cdot V(x) dx + C,$$

где произвольная постоянная C определяется в соответствии с условиями закрепления пластинки.

Заменим дифференциальное уравнение (2) эквивалентным интегральным уравнением типа Вольтерра второго рода при помощи обобщенной

формулы Тейлора, предложенной Ш. Е. Микеладзе [1, 2]. Последняя применительно к данной задаче имеет вид

$$V(x) = V(1) + (x-1)V'(1) + \sum_m \eta_m + \sum_n (x-\zeta_n) R_n + \int_1^x (x-t)V''(t) dt, \quad (4)$$

где через η_m , R_n обозначены скачки функций $V(x)$ и $V'(x)$ в соответствующих точках разрыва ζ_m и ζ_n . Согласно первой формуле (3) вдоль внутреннего контура пластинки ($r=a$, $x=1$) имеем

$$V'(1) = \alpha(1)V(1) + m(1), \quad (5)$$

где

$$\alpha(1) = \left[\frac{0,5-y}{x} + \frac{1,5}{y} \cdot \frac{dy}{dx} \right]_{x=1} = \alpha,$$

$$m(1) = \left[\exp \left\{ \frac{1}{2} \int_1^x \left(\frac{1}{x} + \frac{d \ln y^3}{dx} \right) dx \right\} \cdot \frac{1}{y^3} \cdot \frac{2p}{a^2 \lambda} M_r \right]_{x=1}.$$

С учетом (5) формула (4) принимает следующий вид:

$$V(x) = (\alpha x - \alpha + 1)V(1) + (x-1)m(1) + \sum_m \eta_m + \sum_n (x-\zeta_n) R_n + \int_1^x (x-t)V''(t) dt.$$

Из этой формулы и уравнения (2) следует

$$V''(x) = A \cdot F_1(x) + p F_2(x) + W(x) \left[(\alpha x - \alpha + 1)V(1) + (x-1)m(1) + \sum_m \eta_m + \sum_n (x-\zeta_n) R_n + \int_1^x (x-t)V''(t) dt \right], \quad (6)$$

где $V(1)$ и $m(1)$ — неизвестные параметры, определяемые в соответствии с граничными условиями.

Интегральное уравнение (6) решаем численно при помощи известных рекуррентных формул, предложенных М. Ш. Микеладзе [3, 4].

Соответственно $V(x_h)$ и $V'(x_h)$ определяются согласно формулам

$$V(x_h) = (1 + \alpha k \delta) V(1) + k \delta m(1) + \sum_m \eta_m + \sum_n (1 + k \delta - \zeta_n) R_n + \delta^2 \left[\frac{k}{2} V_0'' + (k-1) V_1'' + \dots + V_{k-1}'' \right],$$



$$V'(x_k) = \alpha V(1) + m(1) + \sum_n R_n + \delta \left[\frac{1}{2} V_0'' + V_1'' + \dots + \frac{1}{2} V_k'' \right],$$

где δ обозначает шаг интегрирования, а k —номер точки деления. Что же касается величин скачков η_m и R_n , то они определяются из условий неразрывности радиального изгибающего момента M_r и угла поворота φ в точках разрыва $x = \zeta_n$.

Использованный способ позволяет учесть влияние граничных условий, с одной стороны, на жесткость пластинки, а с другой—на величину той нагрузки, при которой возникает пластическая деформация. При этом вдоль максимально напряженных волокон пластинки радиальные и кольцевые нормальные напряжения (σ_r и σ_θ) удовлетворяют условию текучести

$$\sigma_r^2 - \sigma_r \sigma_\theta + \sigma_\theta^2 = \sigma_s^2, \quad (7)$$

где σ_s —предел текучести материала.

В качестве примера рассмотрим равномерно нагруженную [$q(ax) = 1$] кольцевую пластинку при $a = 10$ см, $b = 50$ см, $\nu = 0,3$ $E = 2,1 \cdot 10^6$ кг/см², $\sigma_s = 2500$ кг/см². Что касается параметра λ , то его будем пока считать неизвестным. Пусть закон изменения толщины пластинки на отрезке $1 \leq x \leq 5$ ($10 \leq r \leq 50$) имеет вид

$$h = h_0 (e^{-0,16x} - \Delta),$$

где Δ определена формулами

$$\Delta = \begin{cases} 0 & (1 \leq x \leq 3), \\ 0,2 & (3 < x \leq 5). \end{cases}$$

Шаг интегрирования δ примем равным 0,5.

В результате вычислений получим

$$M_r(1,0) = [0,30939 m(1)] \frac{\lambda a^2}{\rho},$$

$$M_r(1,5) = [0,18238 A - 0,20833 \rho + 0,07601 V(1) + 0,24236 m(1)] \frac{\lambda a^2}{\rho},$$

$$M_r(2,0) = [0,29252 A - 0,36561 \rho + 0,09370 V(1) + 0,22006 m(1)] \frac{\lambda a^2}{\rho},$$

$$M_r(2,5) = [0,37020 A - 0,75252 \rho + 0,09751 V(1) + 0,20509 m(1)] \frac{\lambda a^2}{\rho},$$

$$M_r(3,0) = [0,42840 A - 1,25179 \rho + 0,09687 V(1) + 0,19403 m(1)] \frac{\lambda a^2}{\rho},$$

$$M_r(3,5) = [0,44185 A - 1,65522 \rho + 0,08968 V(1) + 0,17830 m(1)] \frac{\lambda a^2}{\rho}.$$

$$M_r(4,0) = [0,47580 A - 2,37219 p + 0,08419 V(1) + 0,16673 m(1)] \frac{\lambda a^2}{p},$$

$$M_r(4,5) = [0,50404 A - 3,18853 p + 0,07965 V(1) + 0,15740 m(1)] \frac{\lambda a^2}{p},$$

$$M_r(5,0) = [0,52770 A - 4,10225 p + 0,07569 V(1) + 0,14943 m(1)] \frac{\lambda a^2}{p},$$

$$M_0(1,0) = [0,28155 V(1) + 0,09282 m(1)] \frac{\lambda a^2}{p},$$

$$M_0(1,5) = [0,08216 A - 0,06249 p + 0,16809 V(1) + 0,07270 m(1)] \frac{\lambda a^2}{p},$$

$$M_0(2,0) = [0,12370 A - 0,12063 p + 0,10243 V(1) + 0,12181 m(1)] \frac{\lambda a^2}{p},$$

$$M_0(2,5) = [0,20003 A - 0,32808 p + 0,10090 V(1) + 0,14266 m(1)] \frac{\lambda a^2}{p},$$

$$M_0^-(3,0) = [0,23642 A - 0,56496 p + 0,08635 V(1) + 0,13473 m(1)] \frac{\lambda a^2}{p},$$

$$M_0^+(3,0) = [0,16198 A - 0,43428 p + 0,04682 V(1) + 0,08193 m(1)] \frac{\lambda a^2}{p},$$

$$M_0(3,5) = [0,19648 A - 0,66876 p + 0,04690 V(1) + 0,08660 m(1)] \frac{\lambda a^2}{p},$$

$$M_0(4,0) = [0,22192 A - 0,99249 p + 0,04476 V(1) + 0,08499 m(1)] \frac{\lambda a^2}{p},$$

$$M_0(4,5) = [0,23710 A - 1,34296 p + 0,04186 V(1) + 0,08067 m(1)] \frac{\lambda a^2}{p},$$

$$M_0(5,0) = [0,24516 A - 1,71475 p + 0,03866 V(1) + 0,07517 m(1)] \frac{\lambda a^2}{p},$$

где $M_0^-(3,0)$ и $M_0^+(3,0)$ —величины момента M_0 в точке разрыва с правой и левой стороны соответственно.

Если внутренний контур пластинки свободен, а внешний оперт, то $A = 0$, $m(1) = 0$, $V(1) = 54,1980 p$.

Из условия (7), которое записывается для крайних по толщине пластинки волокон, при $x = 1$ ($r = a$) получим $\lambda = 0,19841 h_0^2$. Это равенство позволяет находить λ при заданном h_0 или наоборот. Значение λ можно подобрать и другим путем, именно, предполагая, что максимальный прогиб на внутреннем крае пластинки равняется некоторой допускаемой величине f .

Соответственно имеем $\gamma = 0,019 f \cdot h_0^2$.

В целях проверки задача решалась также путем сопряжения двух решений, построенных в промежутках $1 \leq x \leq 3$, $3 < x \leq 5$.

Как и следовало ожидать, результаты практически совпали.

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

(Поступило 8.5.1968)

შეჯამება

რ. ცხვედაძე

წრიული ფირფიტები სისქის ნახტომისებური ცვლილებით

რეზიუმე

შრომაში განხილულია ისეთი ცვლადი სისქის რგოლური ფირფიტების განგარიშება, რომელთა სისქეც იცვლება ნახტომისებურად. ფირფიტის ღუნვის დიფერენციალური განტოლება დაიყვანება ვოლტერას ტიპის ინტეგრალურ განტოლებაზე შ. მიქელაძის მიერ განზოგადებული ტელიორის ფორმულის დახმარებით [1, 2]. ინტეგრალური განტოლების ამოსახსნელად გამოყენებულია შ. მიქელაძის რეკურენტული ფორმულები [3, 4].

დაწვრილებით განხილულია ისეთი რგოლური ფირფიტა, რომლის სისქეც ერთ წერტილში განიცდის წყვეტას.

დავოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ш. Е. Микеладзе. ДАН СССР, т. 50, 1945.
2. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. М.—Л., 1948.
3. М. Ш. Микеладзе. Статика анизотропных пластичных оболочек Тбилиси, 1963.
4. М. Ш. Микеладзе. Прикл. матем. и мех., XVII, вып. 3, 1953.



Т. Л. ГВЕЛЕСИАНИ

СЕЙСМИЧЕСКИЕ СЕЙШИ В РУКАВАХ И БУХТАХ ВОДОХРАНИЛИЩ ПРИ ВЕРТИКАЛЬНОМ СМЕЩЕНИИ ЧАСТИ ИХ ЛОЖА, В РЕЗУЛЬТАТЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. Г. Шенгелиа 21.4.1968)

Вопрос о волнообразовании в водохранилищах при землетрясениях рассматривался нами в работах [1—3]. Было показано, что при возникновении остаточной деформации (частичное вертикальное смещение) в ложе водохранилища в результате землетрясения колебания уровня воды могут достигать значительных величин [2, 3].

В случае вертикального смещения (поднятие или опускание) части дна в приплотинном участке водохранилища, представляющем узкий длинный каньон (или горловину) с постоянной глубиной H , соединяющийся в верхнем бьефе (на расстоянии l от плотины) с широкой частью водохранилища, в месте соединения этих участков ($x = l$) можно принять в качестве граничного условия гидростатическое распределение давления или отсутствие волн на воде.

Таким образом, краевая задача состоит из решения уравнения Лапласа относительно потенциала скорости $\varphi(x, y, t)$ при следующих граничных условиях: на неподвижной вертикальной стенке при $x = 0$ $\frac{\partial \varphi}{\partial x} = 0$; при $x = l$ $\frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0$; на поверхности воды при $y = 0$ $\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} + g \frac{\partial \varphi}{\partial y} = 0$ и на дне (в частности, на части дна длиной $2a$ с горизонтальной координатой центральной точки x_0) существует вертикальная скорость движения частиц жидкости, равная $V(x)$, т. е. при $y = -H$ $\frac{\partial \varphi}{\partial y} = V(x) = V_0$ в промежутке времени $0 \leq t \leq t_0$ для $x_0 - a \leq x \leq x_0 + a$, а при $t > t_0$ $\frac{\partial \varphi}{\partial y} = 0$.

Используя интегральный метод преобразования Фурье для решения указанной краевой задачи, разлагая функцию $V(x)$ в ряд Фурье в промежутке $(0, l)$, по собственным функциям водоема $\cos a_n x$, где $a_n = \frac{(2n+1)\pi}{2l}$ ($n = 0, 1, 2, \dots$), и следуя аналогичному пути, приводимому



в работе [2], получаем выражение для определения изменения уровня воды в следующем виде:

$$\zeta = \mp \frac{16 V_0}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\cos a_n x_0 \cdot \sin a_n a [\sin \gamma_n (t - 0,5 t_0) \cdot \cos 0,5 \gamma_n t] \cos a_n x}{(2n+1) \cdot \gamma_n \cdot \operatorname{ch} a_n H}$$

при $0 \leq t \leq t_0$, (1)

$$\zeta = \mp \frac{16 V_0}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\cos a_n x_0 \cdot \sin a_n a \cdot \sin 0,5 \gamma_n t_0 \cdot \cos \gamma_n (t - 0,5 t_0) \cdot \cos a_n x}{(2n+1) \cdot \gamma_n \cdot \operatorname{ch} a_n H}$$

при $t > t_0$, (2)

где

$$\gamma_n = \sqrt{g a_n t h a_n H}.$$

При этом верхние знаки перед суммой в выражениях (1) и (2) соответствуют случаю „опускания“, а нижние знаки — случаю „поднятия“ участка дна.

Ниже для определения максимального поднятия уровня воды у плотины проводим расчеты по выражению (2) при $x=0$, члены которого представим в безразмерной форме и запишем следующим образом:

$$\frac{\zeta^*}{V_0^*} = \mp \sum_{n=0}^{\infty} A_n^* \cdot \cos \gamma_n^* (t^* - 0,5 t_0^*),$$

где

$$A_n^* = 5,096 \frac{\cos a_n^* x_0^* \cdot \sin a_n^* a^* \cdot \sin 0,5 \gamma_n^* t_0^*}{(2n+1) \cdot \gamma_n^* \cdot \operatorname{ch} a_n^*}, \quad (3)$$

$$\zeta^* = \frac{\zeta}{H}, \quad t^* = \frac{t}{H}, \quad a^* = \frac{a}{H}, \quad x_0^* = \frac{x_0}{H}, \quad a_n^* = a_n H = \frac{(2n+1)\pi}{2t^*},$$

$$\gamma_n^* = \gamma_n \sqrt{\frac{H}{g}} = \sqrt{a_n^* t h a_n^*}, \quad V_0^* = \frac{V_0}{\sqrt{gH}},$$

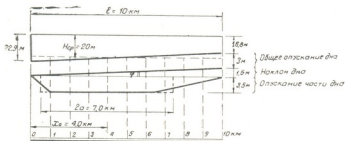
$$t^* = t \sqrt{\frac{g}{H}}, \quad t_0^* = t_0 \sqrt{\frac{g}{H}}.$$

Воспользуемся выражением (3) для определения колебания уровня воды у плотины применительно к случаю волнообразования на оз. Хебден (шт. Монтана, США), возникшего во время землетрясения в августе 1959 г. [4]. В результате значительной деформации ложа водохранилища [4, 5], в озере возникло сейшевое колебание водной поверхности, которое продолжалось около 12 часов с периодом приблизительно 17 мин. [6].

По свидетельству очевидца происшествия [4], он наблюдал трехкратное переливание воды через гребень плотины и до этого, в его отсутствие, видимо, имел место еще один перелив. Переливы происходили

по всей длине плотины со слоем высотой около 1,2 м и продолжались в течение 5—10 или даже 20 мин. Периодически происходило настолько сильное понижение уровня воды, что ложе озера оголялось на некотором расстоянии от плотины.

На фиг. 1 представлен схематический вертикальный разрез приплотинного рукава оз. Хейбжен. При этом сложная общая остаточная деформация, возникшая в ложе рукава [5], представляется как бы состоящей из трех (показанных на фиг. 1) видов остаточных деформаций. Ниже мы рассматриваем влияние лишь третьего вида остаточной деформации—однородного опускания части дна на характер и величину колебания уровня воды у плотины, причем трапециевидная форма деформации дна заменяется прямоугольной.

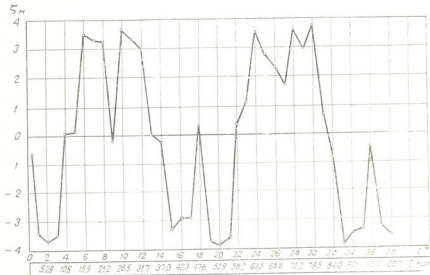


Фиг. 1. График колебания уровня воды у плотины Хейбжен

Американскими исследователями было проведено модельное изучение колебания воды в оз. Хейбжен в результате сейсмического воздействия, которое воспроизводилось быстрым опусканием края модели у плотины [6]. При этом наблюдаемые в натуре и на модели периоды колебания воды в приплотинной части озера не соответствовали друг другу. Так, на модели наблюдалось колебание по основной форме, тогда как в натуре—приблизительно по первой форме. При этом периоды колебания определялись как для каналов с одним открытым концом по формуле
$$T = \frac{4l}{(2n+1)\sqrt{gH}} \quad (n = 0, 1, 2, \dots).$$
 Авторы [6] это несоответствие объясняют масштабным эффектом, а также тем, что наибольшее опускание дна рукава озера имело место вблизи расположения пучности для первой гармоники, что и вызвало увеличение амплитуд по этой форме.

Эти предположения, по нашему мнению, мало обоснованы. Во-первых, как можно видеть из (2), пучность по первой гармонике располагается на расстоянии $2/3l$ от плотины, тогда как максимальное опускание дна имело место вблизи плотины на расстоянии меньше чем $2/3l$. Во-вторых, воспроизведение воздействия землетрясения в эксперименте

[6] все же отличалось от реальной картины воздействия в природе и фактор максимального опускания дна значительной протяженности был опущен, что могло быть основной причиной несоответствия наблюдаемых периодов колебания воды на модели и в природе.



Фиг. 2. Схематический вертикальный разрез приплотинного рукава оз. Хебден с нанесением остаточной деформации в ложе водоема

На фиг. 2 представлен график колебания уровня воды у плотины Хебден, построенный на основании расчетов по выражению (3) для схематизированного рукава озера $l=10000$ м, $H=20$ м при $2a=7000$ м, $x_0=4000$ м (фиг. 1) и $V_0=0,875$ м/сек, $t_0=4$ сек.

Анализ полученного графика (фиг. 2) приводит к следующему:

1. Все максимумы или пики поднятий и опусканий воды (кроме двух—точки 9 и 18 по t^*) по величине превышают 3,5 м. Следовательно, влияние лишь одного фактора, в частности опускание части рукава водохранилища, могло быть причиной возникновения волны, настолько большой, что она свободно могла бы перелиться через гребень плотины. Отметим, что ко времени землетрясения уровень воды в водохранилище был на 0,53 м ниже н. н. у. воды и на 2,33 м ниже отметки гребня плотины [4]. Большие значения амплитуд колебания уровня воды у плотины в реальных условиях, в частности опускание уровня воды более чем на 30 м (в нашем расчетном случае более чем на 20 м), могли быть результатом как общего опускания ложа водоема, так и наклона ложа верхнего бьефа. Отметим и тот факт, что приплотинный участок рукава водохранилища (протяженностью около 2 км) по ширине в несколько раз

(в среднем в 4—5 раз) уже, чем остальная часть рукава озера. Это обстоятельство, в свою очередь, также могло значительно влиять на увеличение амплитуды колебания уровня воды у плотины.

2. Колебания уровня воды происходят с периодами, равными 10,58 мин (точки $t_6^* - t_{10}^*$), 15,87 мин (точки $t_9^* - t_{13}^*$, $t_{18}^* - t_{24}^*$, $t_{24}^* - t_{30}^*$, $t_{30}^* - t_{36}^*$), 13,22 мин (точки $t_{15}^* - t_{20}^*$) и 21,16 мин (точки $t_{10}^* - t_{18}^*$), и, следовательно, в среднем совпадают с периодом колебания воды по первой гармонике, вычисляемым по вышеприведенной формуле для каналов с одним открытым концом и равным 16 мин.

3. Продолжительность перелива воды по полученному графику (если считать, что перелив воды происходит, когда поднятие уровня воды превышает 2,5 м) составляет около 7—8 мин, что приблизительно совпадает с явлением, происходившим в натуре, как это следует из показаний очевидца.

Из вышесказанного можно заключить, что график изменения уровня воды у плотины, полученный расчетом по выражению (3), применительно к случаю опускания части дна в приплотинном рукаве водохранилища Хебджен качественно хорошо характеризует явление, происходившее в натуре, и, в частности, колебание воды в приплотинной части оз. Хебджен в результате землетрясения в августе 1959 г.

Грузинский институт энергетики
им. А. И. Дидебулидзе
Тбилиси

(Поступило 23.4.1968)

მიჯრთობიერებისათვის

თ. გველსიანი

საინჟინერო-სამშენებლო ფაქულტეტის სტუდენტთა და უბიძგო
მიწისძვრების დროს მათი ფსიქიკის ნაწილის მორტიკალური
გადაადგილებისას

რეზიუმე

მიღებულია დამოკიდებულება წყლის დონის ცვლადობისათვის წყალსაცავის გრძელი უბნებისათვის, როცა მათი ფსიქიკის განიცდის ნაწილობრივ ვერტიკალურ გადაადგილებას (აწევას ან დაწევას), რაც შეიძლება მოხდეს ზოგიერთი ტექტონიკური მიწისძვრის შედეგად. ამ დამოკიდებულების საფუძველზე აგებულია კამხალთან წყლის დონის ცვლადობის გრაფიკი, 1959 წ. აგვისტოში მომხდარი მიწისძვრის დროს, ხეხენის წყალსაცავის (შტ. მონტანა, აშშ) კამხალთან მდებარე უბნის ფსიქიკის მნიშვნელოვანი დაწვევისა და წყალზე ტალღათა წარმოშობასთან დაკავშირებით.

მიღებული გრაფიკი დამაკმაყოფილებლად ახასიათებს რეალურ მოვლენას.

დაბეჭდილი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Т. Л. Гвелесиани. Труды Грузинского НИИЭ им. А. И. Дидебулидзе, т. XVIII, 1968.
2. Г. П. Мамрадзе, Т. Л. Гвелесиани. Известия ТНИСГЭИ им. А. В. Винтера, т. XVIII, 1968.
3. Т. Л. Гвелесиани. Сообщения АН Грузинской ССР, т. 51, № 3, 1968.
4. K. V. Steinbrugge, W. K. Cloud. Bull. Seismol. Soc. Am., vol. 52, № 2, 1962.
5. I. J. Witkind, W. B. Meyers. Bull. Seismol. Soc. Am., vol. 52, № 2, 1962.
6. R. L. Wiegel, D. Camotin. Bull. Seismol. Soc. Am., vol. 52, № 2, 1962.



ГИДРОАЭРОДИНАМИКА

В. В. САКВАРЕЛИДZE

**ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НЕРАВНОМЕРНЫХ
 АЭРИРОВАННЫХ ПОТОКОВ**

(Представлено членом-корреспондентом Академии П. Г. Шенгелия 28.6.1968)

На водосливных поверхностях водосбросов высоконапорных гидрозлов при больших скоростях течения потоков часто возникает явление аэрации—засасывание воздуха водным потоком со свободной поверхности и, как следствие этого, течение потока водовоздушной смеси.

Аэрация в существенной степени сказывается как на условиях протекания потока в пределах водопропускных трактов, так и на условиях сопряжения бурного потока с нижним бьефом. В связи с этим при проектировании высоконапорных гидросооружений водосбросы в виде открытых быстротоков и водосливов необходимо проектировать с учетом аэрации. Это обстоятельство на один из первых планов выдвигает проблему изучения гидравлики аэрированных потоков.

В работах [1, 2] исходя из общих гидромеханических уравнений неразрывности и движения двухфазных потоков в форме Н. А. Слезника [3] и Г. И. Баренблатта [4] был дан вывод уравнения неразрывности и динамики водовоздушного слоя аэрированного потока. Необходимо отметить, что процедура вывода этих уравнений для одномерного движения водовоздушного потока аналогична использованной впервые в работах Т. Г. Войнич-Сяноженецкого [5—7], в работах же [1, 2] дается дальнейшее развитие и уточнение результатов, полученных в работах [5—7]. Отметим, что в этих работах, как и ниже, под термином „водовоздушный поток“ понимается слой аэрированного потока, ограниченный снизу дном русла, а сверху слоем с постоянной концентрацией:

$$S_n - \frac{W_{a\text{ эр}}}{W_{a\text{ эр}} + W_{\text{вод}}} = 0,5$$

Уравнение неразрывности, данное в работе [2], имеет вид

$$\frac{\partial}{\partial t} (1 - S_{cp}) \omega + \frac{\partial}{\partial x} (1 - S_{cp}) Q = -q' \quad (1)$$

где S_{cp} — средняя по сечению воздухосодержание, ω и Q — живое сечение и расход водовоздушного слоя, а q' — расход диспергированной воды из водовоздушного потока в воздуховодную.



Уравнение гидравлики медленно изменяющегося течения водовоздушной смеси, данное в работах [1, 2], ниже дается с незначительным изменением:

$$\begin{aligned} & \left(\frac{1 - 3S_0 + 2S_{cp}S_0}{1 - 4S_0 + 4S_{cp}S_0 - 2S_{cp}^2} - \frac{\tilde{\alpha}_* (1 - 0,65S_{cp})^2 Q_p^2 B}{(1 - S_{cp})^2 g^* \omega^3} \right) \frac{dH}{dx} - i_0 + \\ & + \frac{(1 - 0,65S_{cp})^2 Q_p^2}{(1 - S_{cp})^2 \omega^2 C^2 R^2} + \left[\frac{\tilde{\alpha}_*}{1 - S_{cp}} - \frac{(2\tilde{\alpha}_* - 1) 0,65}{1 - 0,65S_{cp}} \right] \times \\ & \times \frac{(1 - 0,65S_{cp})^2 Q_p^2 B}{(1 - S_{cp})^2 g^* \omega^3} H \frac{dS_{cp}}{dx} + 75 \cdot 10^{-6} \frac{(1 - 0,65S_{cp})^2}{(1 - S_{cp})^3} \frac{Q_p^2 B}{g^* \omega^3} - \\ & - \frac{H}{1 - S_{cp}} \frac{1 - 2S_{cp}}{2 + 4S_{cp} - 8S_0} \frac{dS_0}{dx} = 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Легко видеть, что уравнение (2) переходит в обычное уравнение гидравлики для неравномерного движения водного потока, если S_{cp} и S_0 устремить к нулю.

В уравнении (2) S_0 — придонная концентрация воздухосодержания, S_{cp} — средняя концентрация воздухосодержания, определяемая по зависимости

$$S_{cp} = \frac{1,125}{8^k} [\Phi_{(p_n)} - \Phi_{(p_0)}] + 0,625 \cdot 0,1^k - 0,125, \quad (3)$$

где $p_n = 8^k$, $p_0 = 0,8^k$, функции $\Phi_{(p_n)}$ и $\Phi_{(p_0)}$ ($\Phi_{(p)} = \int \frac{dp}{1 + p^{1/k}}$) находятся из таблиц, составленных для известных бахметевских интегралов, применяемых в случае интегрирования медленно изменяющегося движения потока в канале с обратным уклоном дна при определенных значениях $\frac{1}{k}$.

Для тех значений $\frac{1}{k}$, которые не имеются в этих таблицах, нами была табулирована функция $\Phi_{(p)} = \int \frac{dp}{1 + p^{1/k}}$, которая приводится в работе [2]; $g^* = g \cos \phi$; H — глубина водовоздушного слоя; ω , R , B и C — площадь живого сечения, гидравлический радиус, ширина русла и коэффициент Шези для потока водовоздушной смеси; Q_p — расчетный расход воды

на быстротоке; $k = \frac{0,17 \cos \phi}{V R \sin \phi}$, где ϕ — угол наклона дна канала к горизонту;

$\tilde{\alpha}_*$ — коэффициент количества движения, численное значение которого следует определить из опыта, однако для простоты положим $\tilde{\alpha}_* = 1$. $\tilde{\alpha}'_*$ — коэффициент несколько больше $\tilde{\alpha}_*$, численное значение которого следует определить из опыта.

Прежде чем перейти непосредственно к процедуре интегрирования уравнения (2), предварительно упростим его путем оценки величин входящих членов. Легко видеть, что первый член в скобках уравнения (2) перед $\frac{dH}{dx}$ очень близок к единице и поэтому он может вообще быть

принятым равным единице. Тут же следует отметить, что этот член мал по сравнению со вторым членом, который представляет собой число Фруда и в бурных аэрированных потоках много больше единицы. Также можно пренебречь весьма маленьким четвертым членом уравнения (2), выражающим потерю энергии из-за трения потока об верхний воздуховодный слой. Правомерность такого допущения следует не только из малости коэффициента трения, но также из того, что согласно исследованиям Р. Н. Иванова [8] механизм передачи энергии от воздуха к жидкости (а следовательно, и обратно) в основном определяется процессами, не связанными с трением на границе вода-воздух.

Очевидно, можно пренебречь и последним членом уравнения (2). Это следует из того, что последний член меньше остальных на порядок числа Fr .

Учитывая все вышесказанное, с учетом обозначений

$$N_1 = \frac{3,5}{10 - 16,5 S_{cp} + 6,5 S_{cp}^2}, \quad (4)$$

$$N = \left(\frac{1 - 0,65 S_{cp}}{1 - S_{cp}} \right)^2 \quad (5)$$

и очевидного равенства

$$\frac{dS_{cp}}{dx} = \frac{dS_{cp}}{dH} \frac{dH}{dx}. \quad (6)$$

из уравнения (2) получаем следующий основной рабочий вид дифференциального уравнения неравномерного движения:

$$\frac{dH}{dx} = \frac{i_0 - N \frac{Q_p^2}{\omega^2 C^2 R}}{1 - \tilde{\alpha}'_* N \frac{Q_p^2 B}{g^* \omega^3} + N_1 N \frac{Q_p^2 B}{g^* \omega^3} \frac{dS_{cp}}{dH}}. \quad (7)$$



Очевидно, что показательная зависимость между расходными характеристиками и глубинами имеет силу и для водовоздушного слоя аэрированного потока (в силу общепринятого условия, что законы трения в водном и водовоздушном потоках идентичны)

$$\left(\frac{k}{k_0}\right)^2 = \left(\frac{H}{h_0}\right)^x = \eta^x, \quad (8)$$

где $\eta = \frac{H}{h_0}$, а величины k_0 и h_0 —расходная характеристика и нормальная глубина при движении воды. С использованием показательной зависимости уравнение (2) приводится к виду

$$\frac{i_0 dx}{h_0} = \left[1 + \frac{1 - \tilde{\alpha}'_s \tilde{j}}{\frac{\eta^x}{N} - 1} \right] d\eta + \frac{N_1 h_0 \tilde{j} \frac{dS_{cp}}{dH} \eta \cdot d\eta}{\frac{\eta^x}{N} - 1}. \quad (9)$$

где переменные разделены.

Следуя обычным классическим в гидравлике методам решения уравнений неравномерного движения, осредняем в пределах расчетных участков такие слабоизменяющиеся с изменением глубины функции, какими являются \tilde{j} , N , N_1 и $\frac{dS_{cp}}{dH}$.

Таким образом, переменные значения этих функций заменяем их средними значениями. Тогда интеграл (9) в пределах расчетных сечений 1—1 и 2—2 запишется в следующем виде:

$$\begin{aligned} \frac{i_0 l}{h_0} &= \eta_2 - \eta_1 + (1 - \tilde{\alpha}'_s \tilde{j}_{cp}) \int_{\eta_1}^{\eta_2} \frac{d\eta}{\frac{\eta^x}{N} - 1} + \\ &+ N_1 h_0 \tilde{j}'_{cp} \left(\frac{dS_{cp}}{dH} \right)_{cp} \int_{\eta_1}^{\eta_2} \frac{\eta d\eta}{\frac{\eta^x}{N} - 1}. \end{aligned} \quad (10)$$

Вводя обозначение

$$\zeta^x = \frac{\eta^x}{N} \quad (11)$$

и учитывая, что

$$\zeta = \sqrt[x]{\frac{\eta}{N}} \quad \text{и} \quad d\eta = \sqrt[x]{N} d\zeta, \quad (12)$$

уравнение (10) переписываем в виде

$$\frac{i_0 l}{h_0} = \eta_2 - \eta_1 + (1 - \tilde{\alpha}_* \tilde{J}_{cp}) \sqrt[x]{N_{cp}} \int_{\zeta_1}^{\zeta_2} \frac{d\zeta}{\zeta^x - 1} +$$

$$+ N_{1\text{cp}} h_0 \tilde{J}_{cp} \frac{S_{cp,2} - S_{cp,1}}{H_2 - H_1} \sqrt[x]{N_{cp}^2} \int_{\zeta_1}^{\zeta_2} \frac{\zeta d\zeta}{\zeta^x - 1}. \quad (13)$$

Вводя новую переменную $z = \zeta^2$, имеем

$$z^{x/2} = \zeta^x \quad dz = d\zeta^2, \quad (14)$$

и последний интеграл преобразуется в

$$p(z) = - \int \frac{dz}{z^{x/2} - 1}, \quad (15)$$

полностью совпадающий формально с интегралом

$$p(\zeta) = - \int \frac{d\zeta}{\zeta^x - 1}. \quad (16)$$

Теперь уже решение дифференциального уравнения неравномерного медленно изменяющегося движения водовоздушного слоя аэрированного потока принимает свой окончательный вид:

$$\frac{i_0 l}{h_0} = \eta_2 - \eta_1 - (1 - \tilde{\alpha}_* \tilde{J}_{cp}) \sqrt[x]{N_{cp}} [P(\zeta_2) - P(\zeta_1)] -$$

$$- 0,5 N_{1\text{cp}} h_0 \tilde{J}_{cp} \frac{S_{cp,2} - S_{cp,1}}{H_2 - H_1} \sqrt[x]{N_{cp}^2} [P(z_2) - P(z_1)], \quad (17)$$

где значения функций $P(\zeta)$ и $P(z)$ находятся по известным таблицам Бахметева—Павловского для функции неравномерного движения, составленным для отыскания значений функций для движения потока в русле с положительным уклоном дна.

Следует отметить, что минимальное значение гидравлического показателя русла, для которого имеются вышеуказанные таблицы, равняется двум, а при использовании уравнения (17) могут встречаться случаи $\frac{x}{2} < 2$. В этих случаях для нахождения $P(z)$ приходится применять метод экстраполяции или же численное значение функции $P(z)$ определять по $\frac{x}{2} = 2$.



3. საშვარდობა

არატანაბარი ამერიკული ნაკადების ჰიდრაავლიკური ანბარები

რეზიუმე

შრომში განხილულია აერირებული ნაკადების თანაბრად ცვლადი მოძრაობის დიფერენციალური განტოლების ინტეგრება, რაც მიღებულია ორფაზა ნაკადების უწყვეტობისა და მოძრაობის ჰიდრომექანიკური განტოლებების საფუძველზე. მიღებულია, რომ მოძრაობაზე ჰიდრაავლიკური დანაკარგები აერირებული ნაკადისათვის და სუფთა წყლისათვის ერთნაირია, რაც აერირებული ნაკადის თანაბრად ცვლად მოძრაობას აძლევს ინტეგრებისათვის ხელსაყრელ სახეს. კლასიკური ჰიდრაავლიკის მეთოდების თანახმად, გასაშუალებულია საანგარიშო მონაკვეთში სიღრმის ცვლილებასთან ერთად მცირედ ცვლადი ფუნქციები. აერირებული ნაკადის თანაბრად ცვლადი მოძრაობის დიფერენციალური განტოლების ინტეგრების შედეგად მიღებული ფორმულა საშუალებას იძლევა აიგოს აერირებული ნაკადების თავისუფალი ზედაპირის მრუდი.

დასოფნავალი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Т. Г. Войнич-Сяноженский. Труды юбилейной научно-технической конференции ТНИСГЭИ, Тбилиси, 1968.
2. B. V. Sakvaridze. Известия ТНИСГЭИ, т. 18, «Энергия», 1968.
3. Н. А. Слезкин. ДАН СССР, т. 105, № 5, 1952.
4. Г. И. Баренблатт. Проблемы математики и механики, т. 17, 1953.
5. Т. Г. Войнич-Сяноженский. Тезисы докладов Всесоюзного координационного совещания по проблеме двухфазной жидкости и регулированию движения наносов в бьефах. Л., 1965.
6. Т. Г. Войнич-Сяноженский. Некоторые теоретические задачи гидравлики открытых русел и сооружений. Автореферат, Тбилиси, 1962.
7. Т. Г. Войнич-Сяноженский. Известия ТНИСГЭИ, т. 16, «Энергия», 1966.
8. В. Г. Левич. Физико-химическая гидродинамика. Физматгиз, 1959.

А. Х. ГИОРГАДЗЕ

НАДЕЖНОСТЬ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ С ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. В. Чавчанидзе 4.5.1968)

Рассмотрим логическую схему L , имеющую m двоичных входов, один выход и контур обратной связи, соединяющий выход L с одним из ее элементов [1].

Функционирование L удобно представить с помощью графа переходов автомата Мура следующим образом.

Введем два состояния, соответствующих значениям 1 и 0 на выходном канале L . Пусть α_i —буква входного алфавита, $i = 1, 2, \dots, 2^m$; $P(\alpha_i)$ —вероятность поступления буквы α_i . Вероятности $P(\alpha_i)$ независимы от времени и в совокупности. Матрицу переходов идеально работающей схемы L , когда на вход ее подана буква α_i , обозначим через A_i^0 и составим обобщенную матрицу $A^0 = \sum_i A_i^0 \cdot P(\alpha_i)$. Матрицу переходов схемы L , допускающей сбой, обозначим через A_i и введем $A = \sum_i A_i P(\alpha_i)$. Наконец, пусть B^j —матрица схемы L , получающейся при выходе из строя элемента α_j , $j = 1, 2, \dots, N$; N —число элементов L .

Представление L в виде автомата проиллюстрировано примером (рис. 1, а, б).

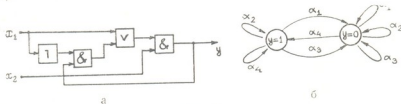


Рис. 1

На рис. 1, а приведена логическая схема с контуром обратной связи, а на рис. 1, б—ее автоматное изображение. При значении входных переменных $x_1=0$ и $x_2=0$ (т. е. буква α_1) и выходе $y=1$ (автомат находится в состоянии $y=1$) значение выхода в следующем такте будет 0 (автомат переходит в состояние $y=0$). Аналогично проверяются $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$.

Будем считать искомой характеристикой надежности схемы L среднее число тактов правильной работы T при допущении, что от момента



начала работы до момента появления неправильного результата на выходе схемы может произойти одна неисправность. На кратность сбоев ограничение не накладывается.

Напишем условие логической эквивалентности работ идеального автомата L и автомата L' , подверженного сбоям:

$$\bar{y} \bar{y}' \vee y y'$$

Здесь y и y' — функции выхода идеального автомата и автомата со сбоями соответственно.

Составим матрицу B_1 , описывающую марковскую цепь, множество состояний (s_1, s_2, \dots, s_k) которой есть декартово произведение множеств состояний автоматов L и L' . Для примера (1, а, 1, б) это множество есть $(0, 0)$, $(0, 1)$, $(1, 0)$, $(1, 1)$. Элемент $P(s_i s_j)$ матрицы B_1 есть вероятность одновременного перехода автомата L из состояния i в состояние j и автомата L' из состояния l в состояние k . Состояние i автомата L и l автомата L' , пара $(i, l) = S_i$, образуют состояние s_i ; пара $(j, k) = s_j$ образует; s_j ; $i, j, k, l, = 1, 2, \dots, n$; $s_i s_j = 1, 2, \dots, n^2$.

Преобразуем матрицу B_1 в B_1^0 следующим образом: введем в множество (s_1, s_2, \dots, s_k) добавочное состояние s_0 и, кроме того, выделим множество состояний $C = \{s_{i_1}, s_{i_2}, \dots, s_{i_d}\}$ таких, что все $s_j \in C$ образуются парами вида $s_j = (i, i)$. Вероятности $P(s_j s_j)$ для $s_j \in C$ и $s_i = 1, 2, \dots, k$ есть вероятности перехода автоматов L и L' в одинаковые состояния.

Для рассматриваемого примера — $P(0, 0)$ и $P(1, 1)$. В матрице B_1^0 все вероятности $P(s_i s_j)$, $s_j \in C$; все вероятности $P(s_j s_i)$, $s_j \in C$, $s_i = 1, 2, \dots, k$; $P(s_0 s_i)$, $s_i = 1, 2, \dots, k$ положим равными нулю. Элементы $P(s_i s_0)$, $s_i = 1, 2, \dots, k$ положим равными $1 - \sum_{s_j \in C} P(s_i s_j)$; элемент $P(s_0 s_0) = 1$.

Таким образом, состояние s_0 является поглощающим состоянием для цепи, описываемой B_1^0 . Нетрудно видеть, что $\sum_{s_j \in C} P(s_i s_j)$ есть вероятность перехода автоматов L и L' в одинаковые состояния из состояний, образующих s_i . Аналогичная сумма элементов i -й степени матрицы B_1^0 есть вероятность того, что автоматы L и L' из состояний, образующих s_i за t тактов, проходят одну и ту же последовательность состояний. Таким образом, матрица B_1^0 характеризует надежность схемы L , допускающей сбоя.

Аналогичным образом можно получить матрицу B_2^0 для характеристики надежности автомата с неисправностью в одном из элементов. Пусть в i -м такте работы автомата L произошла неисправность в элементе a_j . Тогда автомат L вырождается в автомат L^j , отличающийся от L тем, что функция $\Psi(a_j)$ элемента a_j в формулах, описывающих работу автомата с неисправностью, заменяется $\Psi^0(a_j) \neq \Psi(a_j)$. Проводя те же операции над матрицами автоматов L и L^j , получаем матрицу B_2^0 .

Предположим, задана $\Phi_j(t)$ — вероятность появления неисправности в элементе a_j в t -м такте. Обозначим вероятность того, что автоматы L и L' проходят одинаковую последовательность состояний в течение t тактов, через f_1^t и через f_2^t — вероятность того, что одинаковую последовательность состояний проходят автоматы L и L^j . Кроме того, пусть вероятность того, что автоматы L и L^j находятся в состояниях i и j в такте t , есть $Q^t[s_j(i, j)]$ при условии, что начальное состояние автомата L задано.

Тогда вероятность правильной работы в течение r тактов автомата, подверженного сбоям и неисправностью в a_j , запишется в виде

$$R(r) = \sum_{t=1}^{r-1} \sum_{s_j=1}^k f_1^t \cdot f_2^{r-t} \cdot \Phi_j(t) \cdot Q^t(s_j)$$

и среднее число тактов правильной работы —

$$T = \sum_{r=1}^{\infty} r R(r),$$

Вычисление матриц B_1^0 и B_2^0 , а также $Q^t(s_j)$ можно произвести с помощью стохастических матриц A^0 , A , B^j автоматов L , L' , L^j , воспользовавшись, например, методом расчета надежности логических сетей, приведенным в [2]. В случае, когда в логической схеме имеется d контуров обратной связи, функционирование схемы представляется в виде автомата с 2^d состояниями.

Описываемый способ нахождения T удобно применять для автоматов с „малой памятью“, в частности для логических схем с небольшим числом контуров обратной связи.

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 7.5.1968)

კიბერნეტიკა

ა. ზიორბაძე

უკუკავშირებისანი ლობიკური სქემების იმედინობა

რეზიუმე

შრომაში განიხილება უკუკავშირებისანი სქემების იმედინობა. კრიტერიუმად არჩეულია სწორად მუშაობის ტაქტების რიცხვი. დაშვებულია მხოლოდ ერთი უწესიერობის არსებობა. შეცდომათა ჯერადობა არ იზღუდება. სქემების ფუნქციონირება უკუკავშირებით წარმოდგენილია მურის ავტომატის სახით. შემოყვანილია ავტომატის სტოქასტური მატრიცები, რომელთა მიხედვით

გამოითვლება ალბათობა იმისა, რომ იდეალური ავტომატი და ავტომატი, რომელიც შეცდომებს უშვებს, გადის ერთი და იმავე მდგომარეობის თანამიმდევრობას ტაქტების მოცემულ რაოდენობათა განმავლობაში.

დამოუკიდებელი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Э. А. Якубайтис. Изв. АН Латвийской ССР, Автоматика и вычислительная техника, 7, 1964.
2. В. И. Левин. Изв. АН СССР, Техническая кибернетика, 6, 1964.



О. К. АБУРДЖАНИЯ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ
 ПРОИЗВОДСТВЕ ТАБЛИЧНЫМ МЕТОДОМ

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. В. Чавчанидзе 16.6.1968)

В сельскохозяйственном производстве возможность выполнения каждой работы ограничена определенным промежутком календарного времени $[\tau_i, \tau_j]$, который называем промежутком ориентировочного времени [1].

Допустим, что время, необходимое для выполнения данной работы, равно промежутку ориентировочного времени этой работы. Тогда наступление ее начального и конечного момента соответственно совпадает с календарными датами τ_i и τ_j . Эти моменты мы назовем событиями и условно обозначим натуральными числами P_i и P_j так, чтобы номер события, соответствующий концу данной работы, был равен номеру начального события непосредственно следующей за ней по технологии работы. Например, если задана работа (P_1, P_2) , а работа (P_3, P_4) непосредственно следует за ней по технологии, то обязательно $P_2 = P_3$; однако за этим равенством не всегда следует $\tau_2 = \tau_3$, т. к. часто следующие друг за другом работы в определенном промежутке времени выполняются параллельно, т. е. $\tau_3 < \tau_2$. В других же случаях $\tau_2 > \tau_3$, т. е. между концом предыдущей работы и началом непосредственно следующей по технологии работы имеется определенный временной промежуток.

Если работы $\{(P_i, P_j)\}$ заданы в табличном виде, то номера $P_j (j = 1, 2, \dots, n)$ позволяют найти в этой таблице их технологические последовательности.

Пусть задана табл. 1. В столбцах P_i и P_j этой таблицы записаны соответственно номера начальных и конечных событий, соответствующие работам $\{(P_i, P_j)\}$; в столбцах τ_i и τ_j — соответственно начальные и конеч-

Таблица 1

P_i	P_j	τ_i	τ_j	a_{ij}	b_{ij}	v_{ij}	α_{ij}
P_1	P_2	τ_1	τ_2	a_{12}	b_{12}	v_{12}	α_{12}
P_i	P_j	τ_i	τ_j	a_{ij}	b_{ij}	v_{ij}	α_{ij}
P_m	P_n	τ_m	τ_n	a_{mn}	b_{mn}	v_{mn}	α_{mn}



ные календарные даты ориентировочных промежутков времени этих работ; в столбцах a_{ij} и b_{ij} —оптимистические и пессимистические оценки [1], которые дают ответственные исполнители; в столбце V_{ij} —объемы выполняемых работ и в столбце α_{ij} —дневные нормы выработки единицы необходимых ресурсов. Задача состоит в том, чтобы на основании этих табличных данных произвести распределение ресурсов так, чтобы все заданные работы выполнялись в промежутке ориентировочного времени.

Алгоритм

Ступень 1. Для решения основной задачи необходимо пронумеровать события так, чтобы для любой работы (P_i, P_j) имело место $i > j$; если P_i —номер начального события работы, P_j —номер конечного события этой работы. Такую нумерацию производим по алгоритму форда [2]. Новые номера событий запишем соответственно в столбцах P_i и P_j табл. 2.

Таблица 2

P_i	P_j	t_{ij}	τ'_j	τ'_i	τ''_j	χ_{ij}	τ_{ij}	τ_i^*	τ_j^*	χ_{ij}^*	φ
1	к	$t_{1к}$	$\tau'_к$	τ'_1	$\tau''_к$	$\chi_{1к}$	$\tau_{1к}$	τ_1^*	$\tau_к^*$	$\chi_{1к}^*$	$N_1, N_к$
е	с	$t_{ес}$	$\tau'_с$	$\tau'_е$	$\tau''_с$	$\chi_{ес}$	$\tau_{ес}$	$\tau_е^*$	$\tau_с^*$	$\chi_{ес}^*$	$N_е, N_с$
м	н	$t_{мн}$	$\tau'_н$	$\tau'_м$	$\tau''_н$	$\chi_{мн}$	$\tau_{мн}$	$\tau_м^*$	$\tau_н^*$	$\chi_{мн}^*$	$N_е, N_к$

Ступень 2. Время выполнения работы—вероятностная величина, которая вычисляется по следующей эмпирической формуле [3]:

$$t_{ij} = \frac{3b_{ij} + 2a_{ij}}{5}. \quad (1)$$

k -й шаг. С помощью k -й строки столбцов a_{ij} и b_{ij} (табл. 1) по формуле (1) вычисляем величину t_{ij} и записываем в k -ю строку столбца t_{ij} (табл. 2).

Ступень 3. После внесения величины t_{ij} наше допущение теряет смысл, т. к. $t_{ij} \leq t_j - t_i$. Если допустим, что работа (P_i, P_j) начинается с даты τ_{ij} , то она закончится датой $\tau'_j = \tau_i + t_{ij}$.

k -й шаг. К элементу τ_k , расположенному в k -й строке столбца τ_i (табл. 1), прибавим элемент k -й строки столбца t_{ij} (табл. 2) и получим элемент k -й строки столбца τ'_j .

Степень 4. Если за работой (P_n, P_m) по технологии непосредственно следует работа (P_h, P_e) , а даты наступления начальных событий соответственно равны τ_n и τ_h и даты наступления конечных событий соответственно — τ'_m и τ'_e , то обязательно должны иметь место следующие зависимости:

$$\tau_n \leq \tau_h \quad (a), \quad \tau'_m \leq \tau'_e. \quad (б)$$

После внесения величины t_{ij} зависимость (б) может нарушиться и получится, что работа (P_h, P_e) заканчивается раньше, чем непосредственно предыдущая по технологии работа (P_n, P_m) , что практически невозможно. Поэтому необходимо исправить временные параметры работы (P_h, P_e) :

$$\tau'_h = \tau_h + (\tau'_m - \tau'_e); \quad \tau'_e = \tau'_m.$$

k -й шаг. Если элемент S k -й строки столбца P_j (табл. 2) соответствует работе (a, S) , то сравним его со всеми элементами столбца P и выберем равные ему элементы S_1, S_2, \dots, S_h , которые соответствуют работам $(S_1 a_1), (S_2 a_2), \dots, (S_h a_h)$. Затем элемент τ'_s столбца τ'_j сравним с элементами того же столбца — $\tau'_{a1}, \tau'_{a2}, \dots, \tau'_{ah}$. Если окажется

$$\tau'_s \leq \begin{cases} \tau'_{a1}, & \text{при } S = S_1, \\ \tau'_{a2}, & \text{при } S = S_2, \\ \tau'_{ah}, & \text{при } S = S_h, \end{cases}$$

то зависимость (б) не нарушается и элементы столбцов τ'_i и τ'_j (табл. 1), соответствующие работам $(a, S), (S_1, a_1), (S_2, a_2), \dots, (S_h, a_h)$, переносим без изменения в столбцы τ'_i и τ'_j ; если хотя бы один из элементов $\tau'_{as} < \tau'_s$, то к разности $(\tau'_s - \tau'_{ah})$ прибавим элемент столбца τ'_i , соответствующий работе (S_h, a_h) , и запишем в столбце τ'_i , а в столбце τ'_j для этой же работы пишем τ'_s .

Степень 5. Так как $\tau'_i \leq \tau'_j$, то иногда для работы (P_i, P_j) останется запас времени, который мы назовем абсолютным запасом времени:

$$\mu_{ij} = \tau'_j - \tau'_i.$$

k -й шаг. От элемента столбца τ'_j (табл. 1) и k -й строки вычтем элемент столбца τ'_i k -й строки. Полученную величину запишем в k -й строке столбца μ_{ij} .

Степень 6. Если для работы (P_i, P_j) заданы выполняемый объем V_{ij} и вычисленное вероятностное время ее выполнения t_{ij} , то интенсив-



ность работы (дневная норма ресурсов) для любого n -го вида ресурсов будет

$$r_{ij}^{(n)} = \frac{V_{ij}}{\alpha_{ij}^{(n)} \cdot t_{ij}},$$

где $\alpha_{ij}^{(n)}$ — часть объема работы, которую выполняет единица ресурсов n -го вида в единицу времени, это известная величина.

k -й шаг. Элементы k -й строки столбцов t_{ij} и α_{ij} перемножим друг на друга, разделим на полученное произведение элемент k -й строки столбца V_{ij} и полученный результат запишем в k -ю строку столбца r_{ij} .

Ступень 7. Пусть $A^n(t)$ — дневная норма n -го вида ресурсов в данном сельскохозяйственном производстве. Просуммируем необходимое количество n -го вида ресурсов на произвольном элементарном φ -фронте (1), обозначим эту сумму через $R_{\varphi}^{(n)}$.

Фронт, на котором выполняется зависимость

$$R_{\varphi}^{(n)} \leq A^n(\tau), \quad (*)$$

называем нормальным фронтом, а в противном случае — критическим. Наша задача — перевести критический фронт в нормальный, если это возможно.

I шаг. Найдем первый элементарный фронт: ищем элементы столбцов τ_i^* и τ_j^* $\tau_0 = \min \{\tau_i^*\}$ и $\tau_1 = \min \{\tau_{ij}^*, \tau_j^*\} > \tau_0$, что дает первый элементарный фронт $[\tau_0, \tau_1]$. Работами, выполняемыми на этом фронте, будут работы, даты наступления начальных событий которых равны τ_0 . Просуммируем интенсивности этих работ, и если будет иметь место зависимость (*), то элементарный фронт нормален и элементы столбцов τ_i^* , τ_j^* и μ_{ij} без изменения соответственно перейдут в столбцы τ_i^* , τ_j^* и μ_{ij} ; если же зависимость (*) нарушается, т. е. элементарный фронт критический, то ищем такое распределение ресурсов, чтобы удовлетворялась зависимость (*). Нумеруем работы этого фронта так: первые номера присваиваем работам, которые на этом фронте имеют непосредственно следующие по технологии работы (это можно определить так: элементы столбца P_j выбранной работы сравниваем с элементами столбца P_i ; если какой-нибудь элемент столбца P_i' равен какому-нибудь элементу столбца P_j , то работе, соответствующей этому последнему элементу, присвоим первый номер). Следующие номера присвоим работам в порядке возрастания:

$$[\mu_{ij} - (\tau_1 - \tau_0)] > 0.$$

Из первого элементарного фронта в непосредственно направо расположенный второй фронт переносим работы, которые имеют большие но-

мера, так, чтобы выполнялась зависимость (*). Ясно, что начальные и конечные даты перенесенной работы соответственно будут равны

$$\tau_i'' + (\tau_1 - \tau_0) \quad \tau_j'' + (\tau_1 - \tau_0).$$

φ -й шаг. Найдем φ -й элементарный фронт: ищем элементы, равные $\tau_{\varphi-1} = \min \{\tau_i', \tau_j'\}$ и $\tau_{\varphi} = \min \{\tau_i'', \tau_j''\} > \tau_{\varphi-1}$, которые дают φ -й элементарный фронт $[\tau_{\varphi-1}, \tau_{\varphi}]$. Для выполняемых работ этого фронта будут иметь место следующие зависимости:

$$\tau_i' \leq \tau_{\varphi-1}, \quad \tau_{\varphi-1} \leq \tau_j' \leq \tau_{\varphi}.$$

Если данный фронт критический, то работы перемещаются с него по вышеописанному правилу. Отличие только в нумерации работ: первые номера присваиваем работам, начинающимся в предыдущем фронте, нумерация же остальных работ аналогична первому фронту.

И так на всех остальных фронтах.

Работы в сельскохозяйственном производстве выполняются на одном или нескольких фронтах. Номера этих фронтов внесем в φ -й столбец табл. 2 и этим самым завершим заполнение данной таблицы. Поставленная выше задача полностью решена, ресурсы распределены, и вычислены календарные даты начала и конца работ.

Но нужно учесть, что после действия алгоритма могут все-таки остаться критические фронты. В этом случае нужно вновь пересмотреть план: либо план в данных условиях невыполним и его надо исправить, либо нужно внести дополнительные количества ресурсов. Эти задачи непосредственно решаются руководством (дирекцией, правлением) в зависимости от сложившейся ситуации.

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

Тбилиси

(Поступило 18.5.1968)

საბეჭდო

ო. აბრეჯანიძე

სოფლის მეურნეობის წარმოებაში რესურსების განაწილების
ცხრილური მეთოდი

რ ე ზ ი მ ე

შრომში განხილულია რესურსების განაწილების ცხრილური მეთოდი, რაც საშუალებას იძლევა გრაფიკების აგების გარეშე განაწილოთ რესურსები

ბი სოფლის მეურნეობის წარმოებაში; საბოლოო შედეგები კი საშუალებას იძლევა აიგოს საბოლოო ვარიანტის ქსელური გრაფიკი, რაც შემდეგ გამოიყენება უკვე ოპერატიული მართვისათვის.

დადოვანი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

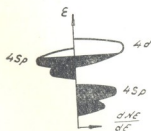
1. О. К. Абурджания, Э. Г. Шуакидзе. Сообщения АН ГССР, XLVIII, № 3, 1967.
2. С. И. Зуховицкий, И. А. Радчик. Математические методы сетевого планирования. М., «Наука», 1965.
3. Д. И. Голенко. Труды Ин-та математики СО АН СССР, II, 1964.

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

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ФЕРРИТОВ СО СТРУКТУРОЙ ГРАНАТА

Для объяснения магнитных свойств редкоземельных ферритов со структурой граната Неель [1] разработал трехподрешеточную модель магнетика. Согласно этой модели в подрешетке *C* размещаются, например, трехвалентные ионы иттрия, а также лантанидов, тогда как в двух других подрешетках *d* и *a* — ионы Fe^{3+} .

Если намагниченность подрешетки *C* равна нулю, то, вследствие сильного *Fe-Fe*-взаимодействия, намагниченность железных подрешеток также исчезает и феррит со структурой граната окажется немагнитным. В работах [2—4] показано, что немагнитные ионы Zn^{2+} и Cd^{2+} в решетке феррита становятся магнитными, с $\mu = 8 \mu_B$, если вторые координатные сферы их содержат необходимое число ионов переходных элементов группы железа с вакансиями в *d*-оболочках. Подобным образом немагнитные ионы Y^{3+} и Lu^{3+} в подрешетке *C* становятся магнитными. Электронные зоны их (соответствующие электронным конфигурациям... $3s^2p^6d^{10}4s^2p^6$ и... $4s^2p^6d^{10}5s^2p^6$) в ферритах со структурой граната расщепляются на полузоны для правых и для левых спинов соответственно (фиг. 1), обуславливая возникновение магнитных моментов ионов Y^{3+} и Lu^{3+} [2, 4]. Поэтому намагниченность феррита — граната иттрия или лутеция всецело обуславливается ионами Y^{3+} или Lu^{3+} .



Фиг. 1. Расщепление внешних электронных зон ионов иттрия на полузоны для правых и левых спинов

Однако поскольку в рассматриваемых ферритах намагниченность насыщения подрешетки *C* отлична от нуля, то и намагниченность насыщения „железных“ подрешеток σ_{Fe} также будет отличаться от нуля. Наблюдаемые намагниченности насыщения $\sigma_0 = 9,44 \mu_B$ и $\sigma_0 = 8,34 \mu_B$ для ферритов — гранатов иттрия и лутеция представляют собой разности намагниченностей насыщения подрешетки *C* и „железных“ подрешеток феррита иттрия или феррита лутеция соответственно. В обоих случаях намагниченности подрешетки *C* и железных подрешеток направлены взаимно противоположно.

Намагниченность подрешетки C обозначим через σ_c . Намагниченность „железных“ подрешеток — через $2\sigma_s$. На основании большого опытного материала заключаем, что при низких температурах ($T \ll T_c$) $2\sigma_s = \sigma_d - \sigma_a = 10 \mu_B$, если намагниченность подрешетки C больше $\sim 20 \mu_B$ на молекулу феррита со структурой граната, и она равна нулю, если намагниченность подрешетки C равна нулю. В зависимости от того половина этой намагниченности $\sigma_s = \frac{\sigma_a - \sigma_d}{2}$ будет установлена против или по направлению намагниченности подрешетки C , намагниченность „железных“ подрешеток при температурах $T \ll T_c$ окажется равной $2\sigma_s = \sigma_d - \sigma_a \sim 10 \mu_B$ или нулю соответственно.

Обменное взаимодействие между намагниченностями $\sigma_s = \frac{\sigma_d - \sigma_a}{2}$ и σ_c позволяет оценить момент, переворачивающий σ_s против σ_c как величину, пропорциональную выражению

$$|\sigma_s \sigma_c W_{sc}|. \quad (1)$$

В результате такого переворачивания намагниченность „железных“ подрешеток при достаточно низких температурах ($T \ll T_c$) окажется равной $2\sigma_s = \sigma_d - \sigma_a \approx 10 \mu_B$.

Одновременно сильное обменное взаимодействие между ионами „железных“ подрешеток обеспечивает антиферромагнитный порядок ионов Fe^{3+} , обуславливая нулевую намагниченность „железных“ подрешеток. Это взаимодействие будет пропорционально выражению

$$|\sigma_s^2 W_{ss}|. \quad (2)$$

Остальные ионы Fe^{3+} , входящие в „железные“ подрешетки, связаны между собой антиферромагнитно, и поэтому влиянием их на намагниченность „железных“ подрешеток можно пренебречь.

В выражениях (1) и (2) отрицательные величины W_{sc} и W_{ss} являются обменными интегралами между σ_s и σ_c , а также между σ_s и σ_s соответственно. Выражения (1) и (2) могут быть связаны между собой одним из следующих неравенств:

$$|\sigma_s \sigma_c W_{sc}| < |\sigma_s^2 W_{ss}| \quad (3)$$

или

$$|\sigma_s \sigma_c W_{sc}| > |\sigma_s^2 W_{ss}|. \quad (4)$$

Согласно неравенству (3), подрешетка C не в состоянии удержать намагниченность „железных“ подрешеток $2\sigma_s$ против направления намагниченности подрешетки C и начинает устанавливаться антиферромагнитный порядок между сильновзаимодействующими друг с другом ионами Fe^{3+} . В этом случае намагниченность „железных“ подрешеток при $T \ll T_c$ принимает промежуточное значение $0 < 2\sigma_s < 10 \mu_B$ на молекулу феррита. Когда намагниченность подрешетки C (при наличии условия (3)) станет равной нулю, в железных подрешетках установится антиферромагнитный порядок и, следовательно, $2\sigma_s$ окажется равной нулю.

При наличии неравенства (4) намагниченность „железных“ подрешеток полностью определяется намагниченностью подрешетки C . Теперь „железные“ подрешетки дают при низких температурах ($T \ll T_c$) результирующую намагниченность, равную $2\sigma_s = \sigma_d - \sigma_a \sim 10 \mu_B$ на молекулу феррита. Результирующая намагниченность „железных“ подрешеток устанавливается против намагниченности подрешетки C и, следовательно, намагниченность феррита со структурой граната получается равной $\sigma = \sigma_c - 2\sigma_s = \sigma_c - (\sigma_d - \sigma_a) \cdot 2\sigma_s$ направлено против σ_c и по абсолютной величине не больше абсолютной величины σ_c .

В неравенствах (3) и (4) величины σ_d , σ_a , σ_c , W_{ss} и W_{sc} сильно зависят от температуры. Первые три из них обычно уменьшаются с ростом температуры, а последние две (W_{ss} и W_{sc}) могут не только уменьшаться, но и увеличиваться с ростом температуры (см. ниже). Поэтому неравенство (3) или (4) при определенной температуре может перейти в равенство

$$|\sigma_s \sigma_c W_{sc}| = |\sigma_s^2 W_{ss}|. \quad (5)$$

Физический смысл последнего равенства заключается в следующем.

Пусть равенство устанавливается при температуре $T \ll T_c$ за счет изменения σ_c . Тогда при более низких температурах $T < T_a \ll T_c$ будет иметь место неравенство (4), т. е. намагниченность „железных“ подрешеток будет равна $2\sigma_s \approx 10 \mu_B$ на молекулу феррита. При более высоких температурах $T_a < T \ll T_c$, наоборот, $2\sigma_s$ становится меньше $\sim 10 \mu_B$. В данном случае температура T_a для „железных“ подрешеток будет являться как бы температурой Кюри — разрушения ферромагнитного порядка „железных“ подрешеток. При более высоких температурах $T_a < T \leq T_c$ намагниченность феррита уменьшается и при T_c исчезает намагниченность подрешетки C , одновременно с намагниченностью „железных“ подрешеток.

Формулы (3) и (4) могут быть использованы для исследования температурной зависимости намагниченности феррита — граната гадолиния.

Намагниченность насыщения подрешетки C $\sigma_{0c} = 42 \mu_B$, а „железной“ $-2\sigma_0 = 10 \mu_B$ на молекулу феррита. Поэтому намагниченность насыщения феррита — граната гадолиния $\sigma_0 = 32 \mu_B$. С повышением температуры намагниченность σ_c уменьшается, причем при температуре $\sim 100^\circ \text{K}$ она становится равной $\sim 20 \mu_B$.

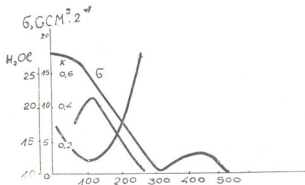
Поскольку σ_c ниже температуры $\sim 100^\circ \text{K}$ больше $20 \mu_B$, то в интервале $0^\circ \text{K} - 100^\circ \text{K}$ имеет место неравенство (3) и, следовательно, намагниченность железных подрешеток $2\sigma_s \approx 10 \mu_B$.

При $T \sim 100^\circ \text{K}$ устанавливается равенство (5), согласно которому температура $\sim 100^\circ \text{K}$ является точкой Кюри для „железных“ подрешеток. При этой температуре в феррите гадолиния должны проявляться аномалии, подобные тем, которые наблюдаются в точке Кюри (фиг. 2).

Выше температуры Кюри устанавливается неравенство (4), согласно которому (по мере повышения температуры) намагниченность „железных“ подрешеток начинает уменьшаться и при $T \sim T_c \sim 560^\circ\text{K}$ σ_c одновременно с $2\sigma_0$ обращается в нуль.

На фиг. 2 даны результаты измерений магнитных характеристик в феррите гадолиния со структурой граната [5—7]. Видно, что в районе 100°K наблюдаются максимум магнитной восприимчивости χ (измеренной в слабых полях) и минимум коэрцитивной силы H_c . Характер всех этих аномалий действительно похож на тот, который обычно наблюдается в ферромагнитной точке Кюри.

На фиг. 3 даны зависимость намагниченности подрешетки G от температуры (кривая Gd), зависимость σ_0 от T для „железных“ подрешеток (кривая Fe). Кривая $(Gd Fe)$ соответствует результирующей намагниченности феррита—граната гадо-

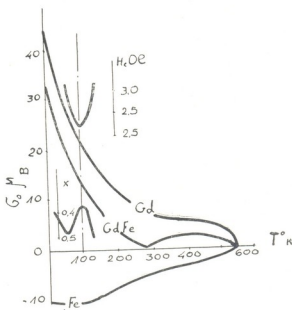


Фиг. 2. Температурные аномалии физических свойств в области низких температур в феррите—гранате гадолиния $3Gd_2O_3 \cdot 5Fe_2O_3$, σ_0 —намагниченность насыщения; χ —магнитная восприимчивость в слабых полях; H_c —коэрцитивная сила

линия. Как видно, намагниченность феррита от точки „компенсации“ ($T_k \sim 300^\circ\text{K}$) до точки Кюри ($T_k \sim 560^\circ\text{K}$) обуславливается не „железными“ подрешетками, а гадолиниевой подрешеткой G , поскольку намагниченность подрешетки G при любых условиях больше намагниченности железных подрешеток. В связи с этим весьма характерной является особенность, что кривая $(Gd Fe)$ в точке компенсации не касается абсциссы (проходит выше). Если бы наблюдаемая намагниченность феррита—граната иттрия или лутеция обуславливалась намагниченностью „железных“ подрешеток (где ионы Y^{3+} и Lu^{3+} считаются немагнитными), то равенство намагниченностей в точке компенсации обусловило бы соприкосновение кривой $Gd Fe$ с абсциссой. Этот экспериментальный факт полностью отрицает „железный“ характер происхождения дополнительной намагниченности гадолиниевого феррита со структурой граната.

Не менее важным для установления обсуждаемого вопроса является работа А. Н. Горяга [8]. Он проводит исследование ферритов—хромитов лития, которые обладают температурными точками компенсации T_k магнитных моментов подрешеток. Магнитные свойства измерялись при низких тем-

пературах. Аналогично примеру, описанному выше (феррит—гадолиния), и в случае феррита $Li_2O \cdot 2,5 Fe_2O_3 \cdot 2,5 Gr_2O_3$ при температуре $\sim 110^\circ K$ наблюдаются минимум H_c и максимум χ (фиг. 3). У этого феррита намагниченность железной подрешетки $2\sigma_c$, как и следовало ожидать, мало меняется с повышением температуры вплоть до температур жидкого азота, а затем наблюдается резкое падение кривой (обнаруживая излом) вплоть до температуры компенсации. Начальное малое изменение σ указывает на постоянство намагниченности „железных“ подрешеток. В этой



Фиг. 3. Температурная зависимость самопроизвольной намагниченности σ_s , H_c и χ феррита $Li_2O_3 \cdot 2,5 Fe_2O_3 \cdot 2,5 Cr_2O_3$ ($T_k \sim 326^\circ K$)

области температур ($0^\circ K < T < 110^\circ K$) имеет место неравенство [3]. При температуре $\sim 110^\circ K$ неравенство (3) переходит в равенство (5) и, следовательно, „железная“ подрешетка начинает разрушаться. Равенство (5) обеспечивает появление минимума H_c и максимума χ при $T \sim 110^\circ K$. Выше этой температуры неравенство (3) переходит в неравенство (4) и, следовательно, начинается переворачивание моментов Fe^{3+} , ведущее к уменьшению намагниченности, обусловленной ионами Fe^{3+} .

В ферритах—гранатах редкоземельных элементов намагниченности „железных“ подрешеток сохраняются до температуры Кюри ($T_c \sim 560^\circ K$), причем они по абсолютной величине не больше намагниченности подрешетки С. Об этом свидетельствует факт неполного исчезновения намагниченностей ферритов в точках компенсации.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 29.5.1968)

8. მირიანაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
 ტ. კაკუშადე

გრანატის სტრუქტურის მქონე ფერიტიზმის მაგნიტური თვისებები

რეზიუმე

შრომში ნაჩვენებია, რომ მაგნიტური კომპენსაციის მქონე ფერიტი-გრანატის „რკინის“ ქვემესერის დამაგნიტება დაბალ ტემპერატურაზე ($T \ll T_c$) იწყებს ნგრევას. დამაგნიტების ნგრევა იწყება მაშინ, როდესაც C ქვემესერის დამაგნიტება $20 B$ -მდე შემცირდება და იგი სრულიად ქრება C მესერის დამაგნიტების მოსპობასთან ერთად. B ქვემესერის დამაგნიტება ყოველთვის მეტია „რკინის“ ქვემესერის დამაგნიტებასთან შედარებით. ამიტომ კომპენსაციის წერტილიდან კიურის წერტილამდე დამაგნიტება გაპირობებულია არა რკინის ქვემესერის დამაგნიტებით, არამედ B ქვემესერის დამაგნიტებით.

დასრულებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. L. Néel. Compt. Rend., 239, 1954, 8.
2. M. M. მირიანაშვილი, T. И. Какушадзе. Сообщения АН ГССР, XLIV, № 1, 1966.
3. M. M. მირიანაშვილი, T. И. Какушадзе. Сообщения АН ГССР, XLIV, № 2, 1966.
4. M. M. მირიანაშვილი, T. И. Какушадзе. Сообщения АН ГССР, XLIV, № 3, 1966.
5. К. П. Белов. Известия АН СССР, серия физическая, 25, 1320, 1961.
6. К. П. Белов. ЖЭТФ, 41, 692, 1961.
7. А. В. Педько. ЖЭТФ, т. 41, 700, 1961.
8. А. Н. Горяга, Линь Ч жан-да. ЖЭТФ, 41, 696, 1961.



Ф. БАИМБЕТОВ

ВЛИЯНИЕ ДРЕЙФОВЫХ ВОЛН НА ЯВЛЕНИЯ ПЕРЕНОСА

(Представлено академиком В. И. Мамасახлисовым 6.6.1968)

Изучение влияния колебаний на процессы переноса является одним из актуальных вопросов теории турбулентной плазмы. В работах [1—4] исследовалось влияние низкочастотных колебаний на процессы переноса. В данной статье исследуется влияние дрейфовых волн на явления переноса в полностью ионизованной плазме, в которой можно пренебречь столкновениями частиц между собой.

Из кинетического уравнения для медленноменяющейся части функции распределения получены гидродинамические уравнения для плотности n , скорости \bar{v} и температуры T , в которых кинетические коэффициенты, обусловленные взаимодействием частиц с колебаниями, получаются через спектральную плотность турбулентности. При заданной турбулентности полученная система гидродинамических уравнений является замкнутой. Выражения же для кинетических коэффициентов определяют влияние всех ветвей дрейфовых волн, фазовая скорость которых лежит между тепловыми скоростями ионов и электронов. Проведена оценка всех коэффициентов для ветви, частота и инкремент которой определяются выражениями [5, 6]

$$\omega_d = k_y v_d, \quad \gamma = \sqrt{\pi} \omega_d \frac{v_0}{v_e},$$

$$v_d = \rho_e v_e \alpha, \quad \rho_e = \frac{C \sqrt{mT}}{eB}, \quad \alpha = -\frac{1}{n} \frac{dn}{dx}.$$

При этом продольная фазовая скорость удовлетворяет условию

$$v_l \ll \frac{\omega_d}{k_z} \ll \left(\frac{v_0}{v_e} \right)^{1/3} v_e, \quad v_0 \ll v_e, \tag{2}$$

где v_l , v_e — тепловые скорости ионов и электронов соответственно, v_0 — токовая скорость.

Исходным уравнением рассматриваемой задачи является кинетическое уравнение для электронов в дрейфовом приближении

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \dot{R} \frac{\partial f}{\partial \vec{r}} + \dot{P}_z \frac{\partial f}{\partial P_z} + \dot{P}_1 \frac{\partial f}{\partial P_1} = 0, \tag{3}$$



где $\dot{\vec{R}}$ — скорость центра ларморовской окружности, \dot{P}_z и \dot{P}_\perp — скорость изменения продольной и поперечной составляющих импульса. Эти величины с точностью до $\sim \frac{1}{\omega_B} \left(\omega_B = \frac{eB}{mc} \right)$ определяются следующими соотношениями:

$$\dot{\vec{R}} = v_z + \frac{c}{B^2} [\vec{E} \vec{B}], \quad (4)$$

$$\dot{P}_z = e E_z, \quad \dot{P}_\perp = 0.$$

В уравнениях (4) учтены постоянство внешнего магнитного поля \vec{B} , а также невозмущенность магнитного поля: волны и потенциальность колебаний ($\text{rot } \vec{E} = 0$).

Подставляя (4) в (3) и представляя f в виде $f = F + \tilde{f}$, путем усреднения по осцилляциям для усредненной части функции распределения F получаем уравнение

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial t} + v_z \frac{\partial F}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial \vec{r}_\perp} \bar{D}_{z\perp} \frac{\partial F}{\partial v_z} + \frac{\partial}{\partial v_z} \bar{D}_{z\perp} \frac{\partial F}{\partial \vec{r}_\perp} - \\ - \frac{\partial}{\partial \vec{r}_\perp} \overleftrightarrow{D}_{z\perp} \frac{\partial F}{\partial \vec{r}_\perp} = \frac{\partial}{\partial v_z} D_{zz} \frac{\partial F}{\partial v_z}, \end{aligned} \quad (5)$$

где

$$\begin{aligned} D_{zz} &= \frac{e^2 \pi}{m^2} \int d\vec{k} |\varphi_k|^2 k_z^2 \delta(\omega - k_z v_z), \\ \bar{D}_{z\perp} &= \bar{D}_{z\perp} = \frac{e \pi}{m} \int d\vec{k} |\varphi_k|^2 k_z \frac{c\vec{k} \times \vec{B}}{B^2} \delta(\omega - k_z v_z), \\ \overleftrightarrow{D}_{z\perp} &= \pi \int d\vec{k} |\varphi_k|^2 \left(\frac{c\vec{k} \times \vec{B}}{B^2} \right)^2 \delta(\omega - k_z v_z). \end{aligned} \quad (6)$$

Чтобы определить кинетические коэффициенты, вычислим первые три момента уравнения (5). При этом ради простоты предположим, что $nT^{-1/2}$ не зависит от поперечной координаты, а под F будем понимать локальную функцию распределения Максвелла, т. е.

$$F = n(\vec{r}, t) \left[\frac{m}{2\pi T(\vec{r}, t)} \right]^{3/2} \exp \left\{ - \frac{m}{2T(\vec{r}, t)} [\vec{v} - \vec{u}(\vec{r}, t)]^2 \right\}.$$

Итак, умножая (5) последовательно на 1, $m\vec{v}$, $\frac{m v^2}{2}$ и интегрируя по \vec{v} , получаем

Уравнение неразрывности

$$\frac{\partial n}{\partial t} + \frac{\partial nu_z}{\partial z} = 0, \quad (7)$$

Уравнения движения

$$\begin{aligned} mn \frac{du_z}{dt} &= - \frac{\partial P}{\partial z} - mn v_{ew} u_z \\ mn \frac{d\bar{u}_i}{dt} &= \eta_{ij} \frac{\partial^2 \bar{u}_i}{\partial r_x^i \partial r_x^j} \end{aligned} \quad (8)$$

где

$$v_{ew} = \frac{e^2}{\sqrt{m T^{3/2}}} \sqrt{\frac{\pi}{2}} \int d\vec{k} |\varphi_k|^2 |k_z| - \quad (9)$$

— турбулентная частота „столкновений“ электронов с колебаниями,

$$\eta_{ij} = mn \sqrt{\frac{\pi m}{2T}} \int \frac{d\vec{k}}{|k_z|} |\varphi_k|^2 \frac{(c\vec{k} \times \vec{B})_i \cdot (c\vec{k} \times \vec{B})_j}{B^4} - \quad (10)$$

— коэффициент вязкости, уравнение энергии

$$\frac{3}{2} n \frac{dT}{dt} = \lambda_{ij} \frac{\partial^2 T}{\partial r_x^i \partial r_x^j} - p \frac{\partial u_z}{\partial z} + \eta_{ij} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial r_x^i} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial r_x^j} + Q_{ew}, \quad (11)$$

где

$$\lambda_{ij} = n \sqrt{\frac{\pi m}{2T}} \int \frac{d\vec{k}}{|k_z|} |\varphi_k|^2 \frac{(c\vec{k} \times \vec{B})_i (c\vec{k} \times \vec{B})_j}{B^4} - \quad (12)$$

— коэффициент теплопроводности,

$$Q_{ew} = \frac{e^2 n}{T^{3/2}} \sqrt{\frac{\pi m}{2}} \int \frac{d\vec{k}}{|k_z|} |\varphi_k|^2 (\omega_d^2 + k_z^2 u_z^2) - \quad (13)$$

— тепло, выделяющееся вследствие взаимодействия электронов с колебаниями.

Оценим полученные коэффициенты для дрейфовой неустойчивости, обусловленной продольным током.

Как известно [6], амплитуду установившихся колебаний можно оценить по формуле

$$E_\perp = \frac{\sqrt{2} B v_d}{c}.$$

Подставив это выражение в (9), (10), (12) и (13), а также воспользовавшись (1) и (2), получим

$$\begin{aligned} v_{ew} &\approx \frac{1}{8} \sqrt{\frac{\pi}{2}} \rho_e v_e \kappa^2 \left(\frac{v_0}{v_e}\right)^{2/3}, \quad \eta_{ij} \approx \frac{\sqrt{\pi}}{2} mn \rho_e v_e \left(\frac{v_0}{v_e}\right)^{4/3}, \\ \lambda_{ij} &\approx \frac{\sqrt{\pi}}{2} n \rho_e v_e \left(\frac{v_0}{v_e}\right)^{4/3}, \\ Q_{ew} &\approx \frac{\sqrt{\pi}}{8} n T v_e \kappa^2 \left(\frac{v_0}{v_e}\right)^{4/3} \left[1 + \left(\frac{v_0}{v_e}\right)^{2/3} \right]. \end{aligned} \quad (14)$$

Из этих формул видно, что влияние колебаний на турбулентную частоту, определяющую „трение“ между электронами и колебаниями, сильнее, чем на другие коэффициенты переноса. Интересно отметить, что в рассматриваемом случае, т. е. при $nT^{-1/2} \neq f(r_1)$, диффузия отсутствует, тогда как остальные коэффициенты определяются по формуле (14).

В заключение автор благодарит проф. Н. Л. Цинцадзе за ценные советы и замечания.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 11.6.1968)

ფიზიკა

თ. ბაიმაბოვი

დრეიფული ტალღების გავლენა გადატანით მოვლენებზე

რეზიუმე

შრომაში შესწავლილია საკითხი, თუ როგორ მოქმედებს გადატანით მოვლენებზე დრეიფული ტალღები. მოცემული ამოცანა გადაწყვეტილია ბოლცმანის კინეტიკური განტოლების ამოხსნის შედეგად. მიღებულია გადატანითი პროცესების ყველა კოეფიციენტი, გარდა დიფუზიისა, რასაც ამ შემთხვევაში ($nT^{-1/2}$ — არაა დამოკიდებული სივრცულ კოორდინატებზე) ადგილი არ აქვს. ნაჩვენებია, რომ იმპულსის გადაცემა ტალღების გზით უფრო ჩქარა ხდება, ვიდრე სხვა პროცესებში.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Петвиашвили, Р. Р. Рамазашвили, Н. Л. Цинцадзе. Ядерный синтез 5, 1965, 315.
2. R. Ramazashvili N. Tsintsadze. „Plasma [phys. and] controll. Nucl. fusion. Res.“ vol. 1, Vienna, 1966, 451—452.
3. Ф. Баимбетов. ЖТФ, 38, вып. 5, 1968.
4. Ф. Баимбетов. Известия АН КазССР, сер. физико-математическая, № 2, 1968.
5. T. H. Dupree. Phys. fluids, 9, 1966, 1773.
6. T. H. Dupree. Phys. fluids, 10, 1967, 1049.

Д. И. СИХАРУЛИДЗЕ, Р. К. МАХАРАДЗЕ

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН В СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Б. К. Балавадзе 21.5.1968)

Поверхностные волны в сейсморазведке пока еще не нашли должного использования.

С другой стороны, важные результаты, которые были получены в области изучения внутреннего строения Земли на основе исследования дисперсии поверхностных волн, естественно, приводят к мысли, нельзя ли использовать поверхностные волны, возникающие при взрывах и ударах для целей разведки, и насколько они перспективны в этом деле.

В настоящей работе делается попытка обоснования положительного ответа на этот интересный вопрос, полученного на основе анализа полевого материала экспедиции в Южной Кахетии в 1962 г.

1. Сейсмические исследования корреляционным методом преломленных волн (КМПВ) проводились на профиле Лагодехи—Актафа общей протяженностью до 90 км. Профиль пересекает разные тектонические зоны. Поверхностные волны были наблюдаемы только в северной части профиля, т. е. в Алазанской долине. Результаты исследования в Алазанской долине излагаются в работе [1].

На фиг. 1 показано, что по данным КМПВ в Алазанской долине выделены четыре горизонта, соответствующие преломляющим поверхностям осадочного комплекса и кристаллического фундамента, которые построены по граничным и средним скоростям.

Следует отметить, что Алазанская долина, по гидрогеологическим данным, богата водоносными горизонтами [2], причем суммарная мощность некоторых из них колеблется от 1,0 до 62,0 м. Есть места, где до глубины 507 м одной скважиной вскрыто 12 водоносных слоев. Водоносные горизонты обуславливают появление особого типа волн, которые характеризуются большой интенсивностью, по сравнению с другими типами волн, и прослеживаются на определенных участках профиля и на достаточно больших расстояниях от ПВ.

Сейсмографы расставлялись по профилю вертикально при шаге между сейсмографами 100 м. Были проведены опыты по регистрации волн и с помощью горизонтально расположенных приборов, но в малом количестве.

Методика наблюдений обеспечила успешное решение поставленной перед экспедицией задачи и, кроме того, позволила произвести регистрацию поверхностных и других типов волн, интерпретация которых дается ниже.

2. Исследование наблюдаемых дисперсий скоростей

а) Метод групповых скоростей. Запись поверхностных волн представляет собой косинусонду—кривую с плавно изменяющимся периодом. Групповая скорость поверхностных волн является скоростью распространения энергии вдоль поверхности Земли. Максимум энергии распространяется с минимальной групповой скоростью.

Формула для определения групповой скорости вытекает из метода стационарной фазы, которая применима ко всем колебаниям, за исключением в окрестности фазы Эйри.

Групповая скорость определяется из формулы

$$U(T_i) = \frac{\Delta}{t_{T_i} - t_0}, \quad (1)$$

где

Δ —расстояние от ПВ до сейсмоприемника,

t_0 —момент взрыва,

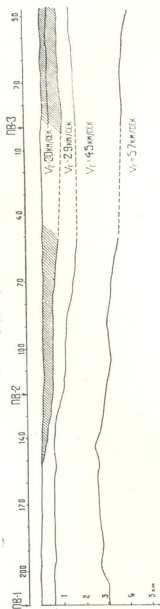
t_{T_i} —момент появления периода, для которого определяется $U_i(T)$.

По значениям групповых скоростей, в зависимости от периода T , можно построить экспериментальные дисперсионные кривые, сопоставления которых с теоретическими кривыми и дает строение среды между точкой наблюдения и пунктом взрыва. При этом полученные данные о строении и упругих константах среды имеют осредненные значения. В некоторых случаях для получения наиболее объективной картины необходимо значения групповых скоростей для каждого периода T_i осреднить, т. е.

$$U_{\text{ср}}(T_i) = \sum_{n=1}^{k=n} \frac{1}{n} U_n(T_i).$$

Дифференциальное изучение дисперсии

групповых скоростей дает возможность изучать строение среды между сейсмоприемниками.



Фиг. 1. Схема строения среды. Заштрихованные участки указывают места наблюдения волн Реллея

В таком случае групповая скорость определяется по формуле

$$U(T) = \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{t_{i2} - t_{i1}}, \quad (2)$$

где Δ_1 , Δ_2 —расстояния до сейсмоприемников от ПВ, t_{i1} , t_{i2} —моменты вступления периода для сейсмографов.

Применяя этот метод, следует точно проследить фазы одинакового периода. Метод дает возможность исключить необходимость знания момента взрыва.

б) Метод фазовых скоростей. Для более детального изучения структуры слоев можно использовать метод фазовых скоростей. Для этого требуется расположить сейсмоприемники таким образом, чтобы расстояние между ними было равно или меньше длины волны. Следует обратить внимание также на то, что при очень малых расстояниях между сейсмоприемниками, по сравнению с длиной волны, становится трудным определение разности времени одинаковых фаз. Для определения фазовых скоростей сейсмоприемники и пункт взрыва располагаются на одной прямой и на всех каналах прослеживаются идентичные фазы, например, вершины колебаний. Фазовая скорость определяется отношением разности эпицентральных расстояний к разности времен вступления скорелированных фаз:

$$C(T) = \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{\bar{t}_2 - \bar{t}_1}. \quad (3)$$

Величины \bar{t}_1 и \bar{t}_2 можно получить непосредственно из сейсмограмм путем корреляции цугов колебания поверхностных волн.

Отметим, что период фазы должен незначительно меняться от приемника к приемнику. Определенная по формуле фазовая скорость будет соответствовать среднеарифметическому значению из периодов T_1 и T_2 ,

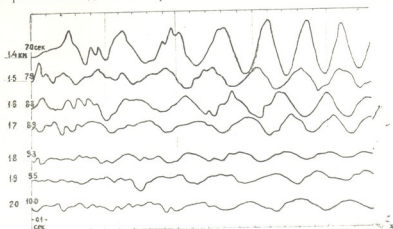
т. е. будет соответствовать периоду $T = \frac{T_1 + T_2}{2}$.

Определение фазовых скоростей вводится для каждой пары записей поверхностных волн с первой вершины до вступления фазы Эйри. В результате устанавливается зависимость между фазовой скоростью и периодом волн и строится экспериментальная дисперсионная кривая фазовых скоростей. Сравнивая эти кривые с теоретическими, можно определять строение среды. При определении фазовых скоростей значения момента взрыва и эпицентральных расстояний до сейсмоприемников не требуются.

3. Характеристика зарегистрированных поверхностных волн

а) Первая группа волн. К этой группе относим поверхностные волны, зарегистрированные между ПВ-3 и ПВ-4. Взрывы производились в ПВ-4. Поверхностные волны появляются на расстоянии 500 м от ПВ и прослеживаются до расстояния 7,0 км (фиг. 2).

Диапазон наблюдаемых периодов тем шире, чем больше эпицентральное расстояние до сейсмоприемника. Колебания, соответствующие в



Фиг. 2. Пример записи волн Релея

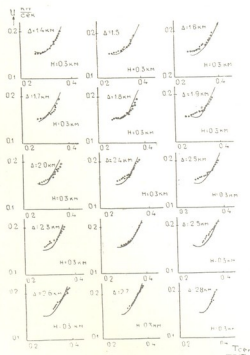
фазе Эйри, сформированы на более близких расстояниях, чем остальные

колебания. Как было показано в работе [3], особенности фазы Эйри выражают свойство и мощность слоя, в котором они сформированы. При постоянстве мощности слоев и упругих констант форма колебаний в фазе Эйри не должна изменяться.

В рассматриваемом нами случае фаза Эйри сохраняет начальную форму. Это указывает на то, что описываемая поверхностная волна сформировалась в почти горизонтальном слое.

Период в фазе Эйри имеет значение $T=0,25$ сек. Диапазон периодов диспергирующей волны меняется в пределах 0,25—0,4 сек.

Зарегистрированные релеевские волны дают возможность исследовать дисперсию как групповых, так и фазовых скоростей. Предварительное знание



Фиг. 3. Дисперсия групповых скоростей волн Релея

места и момента взрыва позволяет более точно определить скорости, чем это делается при землетрясениях. Исследованы групповые скорости волн Релея для всех каналов, на которых эти волны были зарегистрированы. Полученные экспериментальные дисперсионные кривые интерпретировали с помощью палеток теоретических кривых [4—7]. На фиг. 3 нанесены экспериментальные и теоретические дисперсионные кривые групповых скоростей. Наилучшее совпадение кривых имеется для двухслойной модели, когда

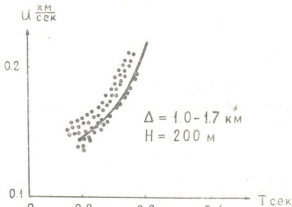
$$\frac{h_1}{H} = 0,25, \quad H = h_1 + h_2, \quad \frac{a_3}{b_3} = 2,0, \quad a_3 = 2,0 \text{ км/сек.}$$

На фиг. 3 видно также, что дисперсионные кривые групповых скоростей наблюдаемых волн Релея мало отличаются друг от друга. Это указывает на то, что на рассматриваемом участке волны Релея сформированы в малоизменяющемся по мощности слое.

Интерпретация наблюдаемых кривых дисперсии скоростей показывает, что на участке профиля между ПВ-3 и ПВ-4 волны Релея сформированы в двух поверхностных слоях: мощность первого слоя $h_1 = 80$ м, второго $h_2 = 220$ м. Скорости распространения поперечных волн в них соответственно равны $b_1 = 0,43$ км/сек и $b_2 = 0,74$ км/сек.

б) Вторая группа волн зарегистрирована на участке расположения ПВ-2 по направлению к ПВ-1. Ввиду неблагоприятных условий наблюдений, между пикетами 0—47 наблюдения не проводились.

Записи поверхностных волн на этом участке характеризуются неодинаковым качеством и, по сравнению с первой группой волн, имеют сложный вид. Диапазон периодов для этой группы волн меняется в пределах 0,2—0,3 сек. Значение периода в фазе Эйри с увеличением расстояния падает и меняется в пределах 0,20—0,23 сек. Убывание периода в фазе Эйри указывает на



Фиг. 4. Дисперсия групповых скоростей волн Релея

уменьшение мощности слоя, в которой сформирована эта волна. Вывод хорошо согласуется с результатами, полученными по КМПВ; на указанном участке профиля поверхностный слой выклинивается в направлении к ПВ-1 и выходит на дневную поверхность.

Исследование экспериментальной дисперсии скоростей показывает их различия. Дисперсионные кривые для групповых скоростей, построенные для каждого канала сейсмографов, обнаруживают параллельный сдвиг их в левую сторону с увеличением расстояния, чем и подтверждается уменьшение мощности слоя по направлению к ПВ-1. Сопоставление наблюдаемых и теоретических кривых дается на фиг. 4.

Мощность поверхностного слоя, полученная интерпретацией наблюдаемых кривых дисперсии скоростей, равна 200—250 м. Тот же результат получается при исследовании фазовых скоростей.

Таким образом, методы поверхностных сейсмических волн дают возможность изучить строение тонких слоев осадочного комплекса. Нам кажется, что при соответственно выбранных условиях возбуждения и методике наблюдения поверхностные волны могут быть зарегистрированы от слоев любой мощности (до кристаллического фундамента) и, следовательно, могут быть использованы в сейсморазведке.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт геофизики
 Тбилиси

(Поступило 26.5.1968)

გამოცემა

დ. სიხარულიძე, რ. მახარაძე

ზედაპირული ტალღების გამოყენების საკითხებისათვის
 საინფორმაციო

რეზიუმე

შრომაში ნაჩვენებია, რომ ზედაპირული ტალღები შესაძლებელია წარმატებით იქნეს გამოყენებული მცირე სისქის ფენების სიმძლავრეებისა და ფიზიკური თვისებების განსასაზღვრავად.

დასოფილებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. К. Твалтвадзе и др. Сообщения АН ГССР, т. XXXVI, № 2, 1964.
2. И. М. Буачидзе. Сообщения АН ГССР, т. VIII, № 5, 1947.
3. Д. И. Сихарулидзе, Н. П. Тутберидзе. Труды Ин-та геофизики АН ГССР, XXIII, 1965.
4. Е. Ф. Саваренский и др. Изв. АН СССР, сер. Физика Земли, № 5, 1965.
5. Д. И. Сихарулидзе. Изв. АН СССР, сер. Геофизика, № 4, 1959.
6. Л. И. Ратникова. Труды Ин-та физики Земли, № 6 (173), 1959.
7. В. Б. Гласко. Изв. АН СССР, сер. Физика Земли, № 10, 1963, 38—51.



А. Г. БАЛАБУЕВ, Р. И. ГЕРАСИМОВ

ОПЫТ СТЕРЕОФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ДЫМОВЫХ СТРУИ

(Представлено академиком Ф. Ф. Давитая 26.5.1968)

Для изучения загрязнения воздуха дымовыми отходами промышленных предприятий и бытовых отопительных устройств представляется необходимым исследовать характер и пути распространения дыма, выбрасываемого этими устройствами в различных условиях рельефа, высоты труб и погодных (в основном ветровых) ситуаций. Такие исследования проводятся методами теоретического расчета и моделирования.

Однако оба эти метода, вследствие трудностей расчета и неполноты данных для моделирования, «не идут дальше качественных подтверждений выводов теории» [1]. Г. В. Шелейховский полагает, что в этом случае наиболее простым способом было бы применение фотограмметрии. «К сожалению,— пишет он,—подобные фотографические снимки дыма, по-видимому, никем не производились». Насколько нам известно, сведений о таких снимках в печати до настоящего времени не появлялось. Это обстоятельство побудило нас сделать попытку такой съемки.

Работа была организована и выполнена совместно Отделом физики атмосферы Института геофизики АН ГССР и Лабораторией аэрометодов Института географии им. Вахушти АН ГССР. Для съемки использовались фотоаэрометры ТАН К. Цейсса с синхронизированными автоматическими затворами собственного изготовления. Обработка полученных стереопар проводилась на стереоскопаторе 1818 и стереоавтографе 1318 Народного предприятия Карл Цейсс.

Ввиду значительных технических трудностей проведения съемок на дымовых трубах (выбор места стояния приборов, необходимого отстояния и т. п.) и в связи с задачей опытов—разработкой приемов съемки и получением наиболее репрезентативных результатов—все работы производились с дымовыми шапками ДМ-11. Они удобны в обращении и дают достаточную продолжительность дымления (5—7 минут) и мощную струю.

Было проведено пять серий съемок в различных условиях рельефа при различных направлениях и скоростях ветра и при разных отстояниях от точки дымления.

В связи с тем что смаз или сдвиг изображения на негативе (нерезкость изображения) играет кардинальную роль для получения качественных показателей при фотограмметрической обработке стереопар, перед выполнением съемки определялся смаз и в случае необходимости корректировалась выдержка при съемке.

Смаз изображения определялся по формуле

$$C = \frac{f \cdot v \cdot t}{y_{\min}},$$

где C —смаз изображения в мм, f —фокусное расстояние фотокамеры в мм, v —скорость движения исследуемого объекта в м/сек, t —выдержка в сек, y_{\min} —расстояние до ближнего плана исследуемого объекта в м.

Приводим данные об условиях съемки и полученные результаты трех наиболее интересных серий.

Серия 1. 30 декабря 1966 г. Место съемки—район Тбилисского водохранилища. Отстояние от точки дымления $\cong 230$ м. Длина базиса 21,74 м. Средняя скорость ветра 1,5 м/сек.

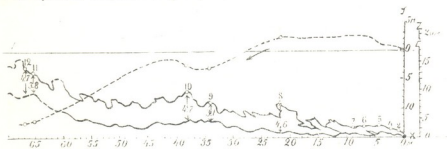


Рис. 1. Серия 1. 30 декабря 1966 г. Данные обработки стереопары № 14

Результаты обработки стереопары № 14 представлены на рис. 1. Дан план дымовой струи на фронтальную плоскость и показано положение 12 определенных точек, а также направление движения дымовой струи от точки дымления. При выдержке 1:50 секунды получился смаз $C \cong 0,03$ мм.

Серия 3. 2 июня 1967 г. Место съемки—площадка около южного фасада корпуса № 8 академгородка в районе Сабуртало в г. Тбилиси.

Отстояние от точки дымления $\cong 30$ м. Длина базиса 6,55 м. Скорость ветра 1 м/сек. Направление восточное. На рис. 2 представлены результаты обработки данных стереопары № 7 по тем же параметрам, что и на предыдущей стереопаре. Определено положение 46 характерных точек струи. При выдержке 1:100 секунды получился смаз $C \cong 0,06$ мм.

Серия 4. 20 июня 1967 г. Место съемки—там же, но с северной стороны здания у обрыва над р. Курой. Отстояние от точки дымле-

ния ≈ 25 м. Длина базиса 4,85 м. Скорость ветра 2—3 м/сек, с хорошо развитой турбулентностью. Направление западное.

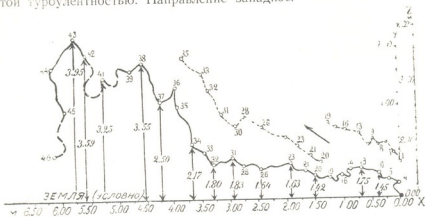


Рис. 2. Серия 3. 2 июня 1967 г. Данные обработки стереопары № 7

Результаты обработки стереопары № 11 представлены на рис. 3. Определено положение 50 характерных точек струи. При выдержке 1:250 секунды получился смаз $C \approx 0,08$ мм.

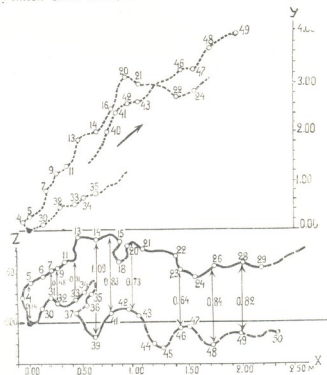


Рис. 3. Серия 4. 20 июня 1967 г. Данные обработки стереопары № 11

Во время проведения одной из съемок производилась синхронная киносъемка с того же отстояния от дымовой струи со скоростью 16 и 24 кадра в секунду. По анализу кадров этой киносъемки, используя данные стереосъемки, были определены скорости горизонтального и вертикального перемещения отдельных точек (клубов) струи.

В ы в о д ы

1. Проведенные опыты показали, что синхронная стереофотограмметрическая наземная съемка дымовых струй является вполне осуществимой, производится без особых затруднений с технической стороны и дает очень полезные численные характеристики основных параметров дымовой струи.

2. Присоединение к этой съемке синхронного кинофотографирования позволяет дополнить и расширить получаемые стереосъемкой характеристики.

3. Если во время съемки организовать (поскольку это технически возможно) измерения концентрации частиц в различных точках струи, изменения горизонтальной и вертикальной составляющих скоростей внутри и вне струи и ее температурных значений, то представится возможность получить более полные данные для определения коэффициентов диффузии.

Академия наук Грузинской ССР

Институт геофизики

Институт географии им. Вахушти

(Поступило 28.5.1968)

გეოფიზიკა

ა. ბალაბუევი, რ. გერასიმოვი

ბოლის ნაკადის სტერეოფოტოგრაფიკული გადაღების ცდა
 რეზიუმე

სტომში აღწერილია ბოლის ნაკადის დედამიწის ზედაპირიდან სინქრონული სტერეოფოტოგრაფიკული გადაღების ორგანიზაციის ცდა.

ჩატარებულია რელიეფის ნაირსხვაობის, ქარის სხვადასხვა მიმართულებებისა და სიჩქარის პირობებში გადაღების 5 სერია. მოცემულია მიღებული შედეგების შედარებითი გრაფიკები.

დასკვნაში მითითებულია სარგებლობაზე, რასაც იძლევა აღწერილი მეთოდებით მიღებული პარამეტრები, მითითებულია აგრეთვე, რომ ნაწილაკების კონცენტრაციისა და ტემპერატურის გაზომვები ერთდროული კინოგადაღებებისა, საშუალებას მოგვცემენ განესაზღვროთ დიფუზიის კოეფიციენტები.

დავოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. В. Ш е л е й х о в с к и й. Задымление городов. М.—Л., 1949.

2. А. С. В а л у е в. Практикум по стереофотограмметрии. Геолезиздат, 1961.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Х. И. АРЕШИДЗЕ (член-корреспондент АН ГССР), Е. М. БЕНАШВИЛИ,
К. И. ЧХЕИДЗЕ

КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ Н-ГЕКСАДЕКАНА НА
НАТРИЕВОЙ И КАЛЬЦИЕВОЙ ФОРМАХ СИНТЕТИЧЕСКИХ
ЦЕОЛИТОВ ТИПА Y

В работе [1] было показано, что натриевая и кальциевая формы синтетических цеолитов типа X в реакциях превращения н-гексадекана заметно отличаются по своей каталитической активности. Кальциевая форма является активным крекирующим и изомеризирующим катализатором, на котором в значительной степени протекает реакция диспропорционирования водорода.

Целью настоящего исследования являлось изучение каталитической активности этих же ионообменных форм цеолитов со структурой Y для установления влияния соотношения $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ на их каталитические свойства.

В результате исследования выявлено, что гидрокрекирующие и изомеризирующие свойства кальциевой формы цеолита типа Y значительно возрастают с увеличением соотношения $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ до 4,8. Для натриевой формы увеличение содержание SiO_2 мало влияет на ее каталитические свойства.

Экспериментальная часть

Цеолит NaY (Ц-202—630) получен из ГОБ ВНИИНП, а его кальциевая форма приготовлена путем трехкратного ионного обмена 0,4 н-раствором хлористого кальция. Каждая обработка проводилась в течение 1 часа при интенсивном перемешивании. На каждый грамм цеолита бралось 6 мл раствора. Результаты химического анализа обеих форм цеолитов показали, что соотношение $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ составляет 4,8 и степень обмена натрия на кальций — 75%.

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 при атмосферном давлении, в пределах 350—440° и объемной скорости 0,6 час⁻¹. Соотношение углеводород: катализатор составляло 1:2.

Жидкие катализаты *n*-гексадекана путем перегонки разделялись на три фракции: н. к. — 100°, от 100° до начала кипения исходного углеводорода и фракция-остаток, кипящая 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 была 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 хромосборе W (10%). Температура в термостате была 45°, давление на входе — 1,9 атм. Идентификация пиков производилась по эталонным углеводородам.

Газообразные продукты катализа анализировались на хроматографе ХЛ-3, реконструированном для полного анализа газа. Результаты превращений *n*-гексадекана на этих катализаторах представлены в табл. 1—3.

Из данных эксперимента следует, что кальциевая форма является очень активным крекирующим катализатором и при 440° вызывает полное превращение *n*-гексадекана в смесь углеводородов, выкипающих до 177°С, с сильно насыщенным характером. Содержание олефинов в катализате не превышает 1,4%. При 350° степень превращения *n*-гексадекана все еще высокая (82%) и выход фракций до 100° достигает 40%.

Если сравнить кальциевые формы цеолитов X и Y, то можно увидеть, что структура цеолита оказывает существенное влияние как на крекирующую активность, так и на интенсивность течения реакции изомеризации и перераспределения водорода. На цеолите CaX при 440° получены такие же результаты при превращении *n*-гексадекана, как и на цеолите CaY при значительно более низкой температуре (350°). Это касается как общей степени превращения, так и выхода фракции, выкипающей до 100° (табл. 1).

Реакция перераспределения водорода имеет место также и на цеолите CaX, но в сравнительно меньшей степени. Содержание олефинов во фракции до 100° составляет 14,4%, тогда как на CaY — лишь 1,4%. На натриевых формах цеолитов X и Y получены значительно более высокие бромные числа катализаторов и содержание олефинов во фракциях 100° достигает 72,5 и 62,7% соответственно.

Таблица 1

Результаты каталитических превращений n-гексадекана
(объемная скорость 0,6 час⁻¹, соотношение углеводород : катализатор 1 : 2)

Катализатор	t°C	Продукты реакции, вес. %			Свойства жидкого катализа			Выход фр. до 100° на катализат, вес. %	% превр. n-гексадекана
		Жидкие	Газообразные	Кокс и потери	²⁰ n _D	²⁰ d ₄	Бромное число		
CaY	440	23,6	46,7	29,7	1,3893	0,6731	2,7	80,0	100,0
CaY	350	66,4	16,6	17,0	1,4080	0,7234	12,2	39,3	82,0
NaY	440	83,5	4,0	12,5	1,4250	0,7527	33,7	12,4	75,6
CaX	440	35,4	41,7	22,9	1,4272	0,7419	28,7	39,6	81,0
NaX	440	68,4	18,1	13,5	1,4282	0,7568	31,8	9,0	57,1

Крекирующие свойства натриевых форм цеолитов мало изменяются в зависимости от соотношения $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ в цеолите (2,4—4,8).

Таблица 2

Углеводородный состав газа, определенный методом газожидкостной хроматографии (объемная скорость 0,6 час⁻¹)

№ п/п	Углеводороды, объем. %	CaY, 440°	CaY, 350°	NaY, 440°
1	Водород	6,9	5,9	12,2
2	Метан	10,1	9,9	9,1
3	Этан	13,3	12,0	12,9
4	Этилен	4,0	4,8	10,3
5	Пропан	19,3	19,6	11,4
6	Пропилен	2,9	4,1	13,9
7	изо-Бутан	19,7	18,8	7,7
8	n-Бутан	14,4	14,6	10,8
9	изо-Бутилен	4,1	2,1	2,3
10	n-Бутилен	2,8	5,0	5,1
11	цис-Бутилен	0,9	1,1	2,3
12	транс-Бутилен	0,2	0,7	2,0
13	изо-Пентан	1,4	1,7	—
14	Σ C _n H _{2n+2}	78,2	76,6	51,9
15	Σ C _n H _{2n}	14,9	17,8	35,9
16	Σ i-C ₄ -C ₅	25,2	22,6	10,0
17	изо-Бутан: n-бутан	1,36	1,28	0,71

Углеводородный состав газа, полученного на цеолите CaY при 440° и 350°, отличается большим количеством насыщенных углеводородов (табл. 2), достигающим 76,6 — 78,2%.

Для этого цеолита характерно также значительно высокое содержание изоструктур, в том числе изобутана, по сравнению с натриевой формой, для которой отличительной особенностью является высокое содержание олефинов.

Результаты исследования жидких катализаторов представлены в табл. 3. Из приведенных данных видно, что, как и в газообразных продуктах, высоким содержанием изоалканов (76,3—84,7%), в том числе 2,3-диметилбутана, отличается кальциевая форма. Соотношение изоалканы: н-алканы составляет 6,1, тогда как на натриевой форме — 1,6.

Особо нужно отметить высокое содержание (32,8%) изо-пентана во фракции, выкипающей до 100° катализатора, полученного на кальцие-

Таблица 3

Углеводородный состав фракций катализаторов n-гексадекана, выкипающих до 100° (объемная скорость 0,6 час⁻¹)

№ п/п	Углеводороды, вес. %	CaY, 440°	CaY, 350°	NaY, 440°
1	изо-Бутан	2,0	4,0	3,1
2	н-Бутан	2,0	2,3	0,9
3	изо-Бутилен+бутен-1	—	0,5	1,5
4	транс- и цис-Бутен-2	0,5	3,6	0,9
5	2-Метилбутан	32,8	25,0	11,3
6	н-Пентан	5,8	4,3	2,5
7	Пентен-1	—	0,3	0,7
8	2-Метилбутен-1	0,4	0,8	9,6
9	транс-Пентен-2	—	0,8	5,5
10	цис-Пентен-2	—	0,5	2,9
11	2-Метилбутен-2	—	3,0	0,7
12	2-Метилпентан+2,3-диметилбутан	29,3	18,7	—
13	3-Метилпентан	17,0	11,7	10,0
14	н-Гексан	6,2	4,0	6,7
15	Гексен-1	—	—	3,7
16	Гексен-3+транс-гексен-2	0,9	2,5	14,9
17	цис-Гексен-2	—	2,0	9,0
18	3-Метилпентен-2	—	—	2,7
19	2-Метилгексан	1,7	8,2	—
20	3-Метилгексан	1,9	8,7	—
21	н-Гептан	—	2,2	6,1
22	Гептены	—	—	4,6
23	ΣC_nH_{2n}	1,3	10,6	57,9
24	ΣC_nH_{2n+2}	98,7	88,8	42,0
25	Σ изо— C_nH_{2n+2}	84,7	76,3	25,8
26	изо-Алканы: н-алканы	6,1	6,1	1,6
27	изо-Пентан: н-пентан	5,7	5,8	4,6

вой форме при 440° , содержание изо-пентана в пересчете на катализатор и исходный n-гексадекан составляет 26,2 и 6,2% соответственно.

Для катализатора, полученного на цеолите NaY, характерно высокое содержание олефинов, в том числе и цис-, транс-изомеров.

Анализ жидких катализаторов методом капиллярной газо-жидкостной хроматографии выполнен в лаборатории каталитического синтеза ИОХ им. Н. З. Зелинского АН СССР.

Выводы

1. Исследованы каталитические превращения n-гексадекана на натриевой и кальциевой формах цеолитов со структурой Y при $350-440^\circ\text{C}$.
2. Установлено, что высокой крекирующей и изомеризующей активностью обладает кальциевая форма, которая интенсивно катализирует также реакцию перераспределения водорода.
3. Получены высокие выходы изо-бутана изо-пентана в продуктах превращения n-гексадекана на цеолите CaY.

Академия наук Грузинской ССР

Институт физической и органической химии

им. П. Г. Меликишвили

(Поступило 22.5.1968)

ორბანული ჰიზია

პრ. არაშნიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი),
 ვ. ბანაშვილი, ძ. ჩხეიძე

ნ-ჰექსადეკანის კატალიზური გარდაქმნა ნატრიუმისა და
 კალციუმის ფორმის Y-ტიპის სინთეზურ ცეოლითებზე

რ ე ზ ი მ ე

შრომში შესწავლილია n-ჰექსადეკანის კატალიზური გარდაქმნა Y-ტიპის სინთეზური ცეოლითის ნატრიუმისა და კალციუმის ფორმებზე, $350-440^\circ\text{C}$ -ზე და $0,6 \text{ საათი}^{-1}$ მოცულობითი სიჩქარით.

დადგენილია, რომ კალციუმის ფორმა გამოირჩევა მაღალი აქტივობით აღნიშნული ნახშირწყალბადის კრეკინგის რეაქციაში. მასზე ინტენსიურად მიმდინ-

ნარეობს იზომერიებისა და წყალბადის გადანაწილების რეაქცია. კატალიზის აირადი და თხევადი პროდუქტები მდიდარია იზოალნაგობის ნაჯერი და უნაჯერი ნახშირწყალბადებით.

შემოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. X. ი. არეშიძე, ე. მ. ბენაშვილი, გ. ო. ჩივადზე. Сообщения АН ГССР, L, № 1, 1968, 91.



УДК 532.77

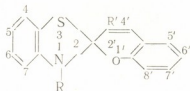
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

З. М. ЭЛАШВИЛИ, Л. В. ДЕВАДЗЕ, К. Г. ДЖАПАРИДZE

СИНТЕЗ И ФОТОХРОМНЫЕ СВОЙСТВА 3'-ФЕНИЛЗАМЕЩЕННЫХ БЕНЗТИАЗОЛОВЫХ СПИРОПИРАНОВ

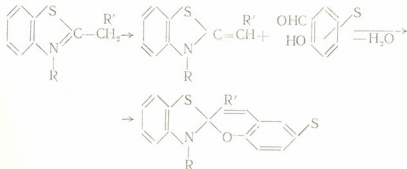
(Представлено членом-корреспондентом Академии Х. И. Арешидзе 21.6.1968)

В связи с развитием новейших областей науки и техники большое внимание уделяется веществам, способным обратимо переходить в новое состояние под воздействием «возбудителей» различного характера. К ним относятся и фотохромные вещества, в частности бензтиазоловые спиропираны



Целью данной работы являются синтез новых бензтиазоловых спиропиранов и изучение влияния радикала у атома азота на фотохромные свойства. В литературе встречается мало сведений о синтезе и свойствах бензтиазоловых спиропиранов. Вицингер и Венниг [1] синтезировали спиропираны конденсацией четвертичных йодистых солей с ароматическими орто-оксиальдегидами в спиртовой среде с добавкой пиперидина. Полученные продукты выделяли в виде перхлоратов, из которых получали свободные спиропираны.

В английском патенте [2] описывается синтез, где вместо йодакмата берется толуолсульфонат, а конденсация проводится в пиридиновой среде в присутствии пиперидина. В обоих случаях реакция идет по одной и той же схеме



Мы пользовались методикой, описанной в патенте [2], с той разницей, что вместо толуолсульфоната брали йодалкилаты. Для получения исходных йодалкилатов пользовались методикой И. К. Ушенко и Н. Н. Усенко [3].

Полученные 3'-фенилзамещенные спиропираны, их физические константы и результаты элементарного анализа приведены в табл. 1. Растворы этих веществ при обычных условиях бесцветны. Полосы поглощения наблюдаются лишь в ультрафиолетовой области спектра (λ_{max} 235 нм и 285 нм, рис. 1). Спектры сняты на приборе СФД-2; $C = 5 \cdot 10^{-5}$; растворитель — этанол.

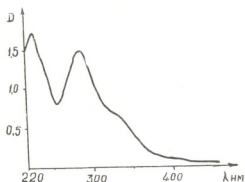


Рис. 1. Спектр поглощения вещества I до облучения при комнатной температуре



Таблица

№ п/п	Вещество	Т. пл. °С	Торупол			Вихлорэтан			Элементарный анализ							
			λ в°С	λ _{max}	K _{спир}	λ в°С	λ _{max}	K _{спир}	Найдено				Вычислено			
									C	H	N	S	C	H	N	S
I	R-C ₆ H ₅	170-72	-50	625	0,005	-10	580	0,017	67,52	3,94	7,45	8,26	68,04	4,42	7,21	8,24
II	R-C ₆ H ₅	139-40	-50	630	0,009	-10	580	0,017	68,37	4,31	7,11	8,14	68,65	4,47	6,96	7,96
III	R-C ₆ H ₅	155-54	-50	635	0,07	-10	585	0,017	68,86	4,67	6,82	7,65	69,25	4,80	6,73	7,69
IV	R-C ₆ H ₅	111-12	-50	635	0,09	-10	590	0,017	69,57	4,96	6,62	7,39	69,76	5,11	6,51	7,44
									69,54	5,02	6,67	7,51				

Однако облученный УФ-лучами (ртутная лампа ДРШ-250) при пониженной температуре раствор резко меняет окраску, и появляется яркая полоса поглощения в видимой области спектра. Когда растворителем служит дихлорэтан, это явление наблюдается при комнатной температуре, хотя темновая реакция обесцвечивания идет быстро. В случае толуольных растворов для проявления окраски требуется облучение при пониженных температурах. В указанных растворителях максимумы поглощения в видимой области спектра не совпадают (рис. 2).

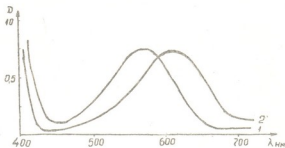


Рис. 2. Вещество II. 1—растворитель—дихлорэтан; 2—растворитель—толуол; $C=10^{-2}$ г/моль/л; -20°

Изучение фотохромных веществ при низких температурах проводилось на криостате—приставке к СФ-10 [4]. При исследовании оказалось, что в толуоле происходит группировка по скоростям темнового обесцвечивания. Вещества I и II обесцвечиваются с одинаковой скоростью, вещества III и IV — также с одинаковой скоростью, причем вторая группа обесцвечивается на порядок быстрее, чем первая (см. табл. I). Такое поведение веществ в различных растворителях осложняет картину, поэтому трудно судить о влиянии заместителя у атома азота.

На наш взгляд, влияние радикалов в этом случае перекрывается влиянием полярности растворителя. Толуол, дипольный момент которого близок к нулю, должно быть, не влияет на скорость темнового обесцвечивания. Поэтому наблюдаемую разность можно приписать влиянию радикалов у атома азота.

Если считать, что с увеличением радикала меняется плотность электронного облака у атома азота настолько, что возрастает скорость обесцвечивания, то эта величина для всех веществ должна коррелировать с длиной R. Но при многократной проверке наблюдалась только вышеуказанная группировка по скоростям, что указывает на отсутствие корреляции. По-видимому, тут главную роль играет пространственный эффект, вызванный увеличением радикала, причем пространственное влияние для C_2H_5- должно быть одинаковым, а для C_3H_7- и C_4H_9- — отличным от первых.

Иная картина, наблюдаемая в дихлорэтано, вызвана лишь только влиянием полярности растворителя.

Известно, что при облучении раствора раскрывается С—О-связь спироцикла и С и О приобретают частичный заряд. По-видимому, с этим зарядом взаимодействует полярная молекула дихлорэтана и вызывает в целом уменьшение скорости обесцвечивания и ее нивелирование.

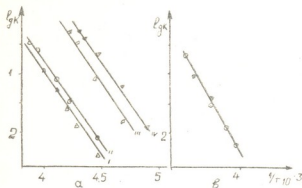


Рис. 3. а—вещества I, II, III и IV в толуоле; С— 10^{-3} г/моль/л; $E=12$ ккал/моль; в—вещества I, II, III и IV в дихлорэтано; С— 10^{-2} г/моль/л; $E=17$ ккал/моль.

при понижении температуры окрашенных растворов исследуемых веществ наблюдается цветозменение—синий цвет переходит в красный, т. е. происходит сдвиг максимума поглощения в сторону коротких волн от 630 нм до 520 нм (рис. 4). Это явление обратимо, т. е. с повышением температуры спектр принимает исходную форму.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Йодметилат 2-бензилбензотиазола получался при нагревании смеси 20 г 2-бензилбензотиазола и 100 г йодистого метила в запаянной трубке при 120° в течение 6 часов. Выпавшая при охлаждении четвертичная

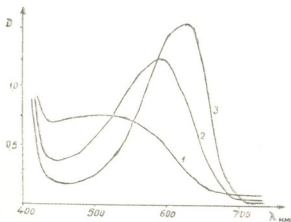


Рис. 4. Вещество I. Растворитель—толуол; С— 10^{-3} г/моль/л; -20° (1); -50° (2) и -85° (3)

Мы определяли константу скорости темного обесцвечивания указанных соединений при разных температурах в толуольных и дихлорэтановых растворах. По значениям логарифмов константы скоростей К при разных температурах были определены энергии активации процесса обесцвечивания (рис. 3). Аналогично индолиновым спиропиранам [5]

соль фильтровалась, промывалась ацетоном и перекристаллизовывалась из спирта. Т. пл. 250°. Выход количественный.

Иодэтилат 2-бензилбензтиазола получался при действии 100 г йодистого этила на 20 г 2-бензилбензтиазола в вышеуказанных условиях. Четвертичная соль кристаллизовалась из спирта. Т. пл. 176—77°. Выход 85%.

Иодпропилат 2-бензилбензтиазола получался при нагревании смеси 20 г 2-бензилбензтиазола и 100 г йодистого пропила в запаянной трубке при 140° в течение 6 часов. Образовавшаяся смола вымывалась ацетоном, в результате чего выделялась четвертичная соль, которая перекристаллизовывалась из спирта. Т. пл. 164—65°. Выход 77,5%.

Иодбутилат 2-бензилбензтиазола получался при нагревании смеси 15 г 2-бензилбензтиазола и 75 г йодистого бутила в аналогичных условиях. После перекристаллизации из спирта четвертичная соль плавилась при 135—36°. Выход 72,3%.

5-Нитросалициловый альдегид получался при нитровании салицилового альдегида дымящей атомной кислотой ($d=1,45$) в среде ледяной уксусной кислоты (7).

1-Метил-бензтиазол-3'-фенил-6'-нитробензопирило-2,2'-спирани (I). В круглодонную колбу помещалась смесь 2 г четвертичной соли, 0,9 г 5-нитросалицилового альдегида, 10 мл пиридина и 0,5 мл пиперидина и нагревалась на водяной бане в течение 4 часов. На другой день из реакционной смеси выпадали светло-желтые кристаллы спиропирана, которые, перекристаллизовывались из спирта. Т. пл. 170—71°. Выход 52,4%.

1-Этил-бензтиазол-3'-фенил-6'-нитробензопирило-2,2'-спирани (II) получался конденсацией 2 г йодэтилата 2-бензилбензтиазола с 0,87 г 5-нитросалициловым альдегидом в 10 мл пиридина в присутствии 0,5 мл пиперидина. Смесь оставлялась на 2 суток, после чего осадок отфильтровывался и перекристаллизовывался из спирта. Т. пл. 139—40°. Выход 46,4%.

1-Пропил-бензтиазол-3'-фенил-6'-нитробензопирило-2,2'-спирани (III) получался при действии 2 г йодпропилата 2-бензилбензтиазола на 0,8 г 5-нитросалицилового альдегида в 10 мл пиридина в присутствии с 0,5 мл пиперидина. Через 4 суток выпавший осадок отфильтровывался и перекристаллизовывался из спирта. Т. пл. 153—54°. Выход 41,7%.

1-Бутил-бензтиазол-3'-фенил-6'-нитробензопирило-2,2'-спирани (IV) получался при нагревании смеси 2 г йодбутилата 2-бензилбензтиазола, 0,8 г 5-нитросалицилового альдегида, 10 мл пири-

დინა და 0,5 მლ პიპერიდინა. სპიროპირანი выделяется через 4 суток и перекристаллизовывался из спирта. Т. пл. 111—112°. Выход 37,5%....

Выводы

1. Синтезированы четыре представителя 3'-фенилзамещенных бензотриазоловых спиропиранов и определена зависимость константы скорости обесцвечивания от увеличения радикала у атома азота.

2. Установлено, что I и II соединения обесцвечиваются с одинаковой скоростью, а III и IV — на порядок быстрее.

3. В дихлорэтаноле все вещества обесцвечиваются с одинаковой скоростью, притом процесс в целом замедлен по сравнению с толуольными растворами.

4. Энергии активации в случае толуольных растворов равны 12 ккал/моль и дихлорэтановых 16 ккал/моль.

Академия наук Грузинской ССР

Институт кибернетики

(Поступило 25.6.1968)

ორგანული ქიმია

ზ. ელავილი, ლ. დევაძე, კ. ჯაპარიძე

3'-ფენილჩანაცვლებული ბენზოთრიასოლიანი სპიროპირანების
სინთეზი და ფოტოქრომული თვისებები

რეზიუმე

სინთეზირებულია 3'-ფენილჩანაცვლებული ბენზოთრიასოლიანი სპიროპირანების ოთხი წარმომადგენელი (CH_3- , C_2H_5- , C_6H_7 და C_6H_5- რადიკალებით N ატომთან). შესწავლილია გაუფერულების რეაქციის სიჩქარის მუდმივები ტოლუოლისა და დიქლორეთანის ხსნარებში ტემპერატურის დიდ ინტერვალში. აღმოჩნდა, რომ რადიკალის N-ატომის ზრდასთან ერთად იზრდება გაუფერულების სიჩქარე ტოლუოლიან ხსნარების შემთხვევაში. გამოთვლილია გაუფერულების რეაქციის აქტივაციის ენერგია ტოლუოლის (12 კკალ/მოლ) და დიქლორეთანის ხსნარებში (16 კკალ/მოლ).

დავოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Wizinger, Wennig. *Helv. chem. Acta*, 23, 1940, 247.
2. Патент Англии, 887, 902, 1962.
3. И. К. Ушенко и Н. Н. Усенко. *Укр. хим. ж.*, 16, 1950, 44
4. А. И. Ногайдели, К. Г. Джапаридзе и др. *Сообщения АН ГССР*, 40, 1967.
5. J. Hirschberg, F. Fischer. *J. Chem. Soc.*, 1954, 297.
6. D. Miller. *Ber.*, 20, 1887, 1927.
7. В. Г. Брудзъ, Д. А. Драпкина и др. *Методы получения химических реактивов*, вып. 15. М., 1967, 111—113.



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. И. КАХНИАШВИЛИ, Э. Н. ЧИКОВАНИ

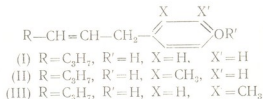
АЛКЕНИЛИРОВАНИЕ ФЕНОЛОВ 1-ГЕКСЕН-3-ОЛОМ
 В ПРИСУТСТВИИ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. М. Гвердцители 29.6.1968)

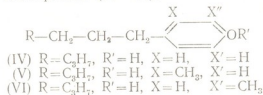
Одним из нас было осуществлено алкенилирование фенолов с третичными непредельными спиртами [1—3] в присутствии фосфорной кислоты. Эти реакции сопровождаются изомеризацией третичных спиртов в первичные, и получают пара-замещенные алкенилфенолы, отвечающие не исходным третичным спиртам, а изомерным им первичным спиртам.

Алкенилирование фенолов вторичными спиртами до настоящего времени мало изучено. В предыдущих работах мы изучили алкенилирование фенола, О- и М-крезолов 1-пентен-3-олом. Аналогично алкенилированию фенолов с третичными спиртами образуются пара-замещенные фенолы, соответствующие не исходным вторичным спиртам, а изомерным им первичным спиртам.

Интересно было изучить влияние увеличения молекулярного веса вторичных спиртов на реакции алкенилирования фенолов. С этой целью мы изучили реакции алкенилирования фенола О- и М-крезолов 1-гексен-3-олом в присутствии фосфорной кислоты. Оказалось, что эти реакции протекают энергично вышеуказанным путем и увеличивается выход продуктов алкенилирования. Получаются пара-замещенные продукты (I—III):

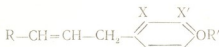


При гидрировании с помощью катализатора Pd/CaCO₃ пара-замещенные алкенилфенолы поглощают одну молекулу водорода и превращаются в пара-алкилфенолы (IV—VI):





С монохлоруксусной кислотой соединения (I—III) образуют соответствующие феноксикарбоновые кислоты (VII—IX), а при метилировании дают соответствующие метиловые эфиры (X—XII):



- (VII) $\text{R}=\text{C}_3\text{H}_7$, $\text{R}'=\text{CH}_2\text{COOH}$, $\text{X}=\text{H}$, $\text{X}'=\text{H}$
 (VIII) $\text{R}=\text{C}_3\text{H}_7$, $\text{R}'=\text{CH}_2\text{COOH}$, $\text{X}=\text{CH}_3$, $\text{X}'=\text{H}$
 (IX) $\text{R}=\text{C}_3\text{H}_7$, $\text{R}'=\text{CH}_2\text{COOH}$, $\text{X}=\text{H}$, $\text{X}'=\text{CH}_3$
 (X) $\text{R}=\text{C}_3\text{H}_7$, $\text{R}'=\text{CH}_3$, $\text{X}=\text{H}$, $\text{X}'=\text{H}$
 (XI) $\text{R}=\text{C}_3\text{H}_7$, $\text{R}'=\text{CH}_3$, $\text{X}=\text{CH}_3$, $\text{X}'=\text{H}$
 (XII) $\text{R}=\text{C}_3\text{H}_7$, $\text{R}'=\text{CH}_3$, $\text{X}=\text{H}$, $\text{X}'=\text{CH}_3$

При окислении метиловых эфиров (X—XII) получены соответствующие метоксibenзойная, метоксиметилбензойные и пропионовая кислоты. Муравьиная и уксусная кислоты не обнаружены [4].

Мы попытались спектроскопическим путем доказать химическое строение полученных нами продуктов. Были исследованы следующие соединения: (I, II, III, V, VI, XI, XII). В ИК-спектрах этих веществ в области $3095-3075 \text{ см}^{-1}$ поглощение конечной винильной группы не обнаружено, что имело бы место, если бы алкенилирование не сопровождалось изомеризацией.

ИК-спектры получены с помощью двухлучевого спектрометра ИКС-14 с призмой LiF . Соединения исследованы в растворе четыреххлористого углерода. Константы и данные анализа синтезированных нами веществ приведены в таблице.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

1-гексен-3-ол получили методом Гриньяра. Исходным продуктом брали акролеин [5].

Алкенилирование фенола (I) гексен-(3)-олом в присутствии фосфорной кислоты. Смесь 30 г фенола и 20 г кристаллической фосфорной кислоты нагревалась до 60° . При непрерывном перемешивании было прибавлено по каплям 48 г (1)-гексен-(3)-ола (т. кип. $130-132^\circ$, $n_D^{20}=1,4216$, $d_4^{20}=0,8347$). Температура смеси к концу приливания спирта достигала 69° , после чего перемешивание продолжалось 22 часа при 60° . Реакционная масса разбавлена эфиром, промыта водой, а затем несколько раз 10% раствором едкого натра. Щелочные вытяжки объединены, подкислены разбавленной соляной кислотой, экстрагированы эфиром, эфирный раствор высушен сульфатом натрия и после отгонки эфира перегнан в вакууме. Выделено 26,8 г 1-(4-оксифенил)-гексена-2 (I) в виде бесцветной легкоподвижной жидкости. Аналогично получены соединения (II, III).

№ օրինակի ստալ	Նախան	T, կլ. (մմ) վախ T, օվ.	d ₄ ²⁰	n _D ²⁰	MR _D		Նայվելո, %		Փորմուլա	Յախսելո, %	
					Նայվելո	Յախսելո	Տ	Ն		Տ	Ն
I	1/4-օքսիֆենիլ/գեխսեն-2	117—118° (2 մմ)	0,9735	1,5250	55,47	55,32	81,92	9,34	C ₁₂ H ₁₀ O	81,81	9,09
II	1/2-մեխիլ-4-օքսիֆենիլ/գեխսեն-2	125—127° (2 մմ)	0,9769	1,5260	59,7	59,58	82,17	9,44	C ₁₂ H ₁₀ O	82,1	9,47
III	1/3-մեխիլ-4-օքսիֆենիլ/գեխսեն-2	114—115° (1,5 մմ)	0,9607	1,5270	61,00	59,58	81,75	9,75	C ₁₂ H ₁₀ O	82,1	9,47
IV	1/4-օքսիֆենիլ/գեխսեն	106—107° (1 մմ)	0,9628	1,5161	57,78	57,45	80,42	9,65	C ₁₂ H ₁₀ O	80,63	10,1
V	1/2-մեխիլ-4-օքսիֆենիլ/գեխսեն	122—125° (2 մմ)	0,9648	1,5099	59,53	59,38	81,29	10,55	C ₁₂ H ₁₀ O	81,24	10,42
VI	1/3-մեխիլ-4-օքսիֆենիլ/գեխսեն	103—105° (2 մմ)	0,9617	1,5135	59,48	59,38	81,34	10,59	C ₁₂ H ₁₀ O	81,25	10,42
VII	1/4-կարբօքսիմեթօքսի ֆենիլ/գեխսեն-2	114—115°	—	—	—	—	71,95	7,98	C ₁₁ H ₁₀ O ₂	71,79	7,69
VIII	1/2-մեխիլ-4-կարբօքսիմեթօքսի ֆենիլ/գեխսեն-2	101—103°	—	—	—	—	72,75	8,15	C ₁₁ H ₁₀ O ₂	72,57	8,06
IX	1/3-մեխիլ-4-կարբօքսիմեթօքսի ֆենիլ/գեխսեն-2	96—97°	—	—	—	—	72,66	8,24	C ₁₁ H ₁₀ O ₂	72,57	8,06
X	1/4-մեթօքսիֆենիլ/գեխսեն-2	101—102° (1 մմ)	0,9443	1,5150	60,20	60,12	82,63	10,01	C ₁₂ H ₁₂ O	82,06	9,5
XI	1/2-մեխիլ-4-մեթօքսիֆենիլ/գեխսեն-2	120—121° (1 մմ)	0,9573	1,5160	64,37	64,47	82,38	9,83	C ₁₁ H ₁₂ O	82,35	9,80
XII	1/3-մեխիլ-4-մեթօքսիֆենիլ/գեխսեն-2	105—106° (1 մմ)	0,9581	1,5140	64,58	64,47	82,41	9,87	C ₁₁ H ₁₂ O	82,35	9,80

Гидрирование 1-(4-оксифенил)-гексена-2. При гидрировании 4 г вещества в 30 мл спирте в присутствии 1 г Pd/CaCO₃ поглотилось 680 мл водорода (18°, 723 мл) (теоретически требовалось 650 мл). Катализатор отфильтрован, спирт отогнан и продукт перегнан в вакууме; получено 3,8 г 1-(4-оксифенил)-гексана (IV), аналогично получены соединения (V—VI).

Конденсация 1-(4-оксифенил)-пентена-2 с монохлоруксусной кислотой. 1 г вещества (I) растворен в 10 мл 10% едкого натра, прибавлено 3 г монохлоруксусной кислоты. Смесь нагревалась на кипящей водяной бане 1,5 часа. Жидкость подкислена и экстрагирована эфиром, эфирный раствор обработан 2% раствором соды, и полученная щелочная вытяжка подкислена разбавленной соляной кислотой. Выпали кристаллы белого цвета—0,5 г 1/4-(карбоксиметокси)-гексена-2 (VII) (из изооктана). Аналогично были получены соединения (VIII, IX).

Метилирование 1-(4-оксифенил)-гексена-2. К 10 г вещества (I) было добавлено 60 мл 10% NaOH и 12,5 г диметилсульфата. Смесь встряхивалась в течение получаса. Затем прибавлен раствор едкого натра до щелочной реакции и жидкость нагрета до кипения. Продукт извлечен эфиром, высушен и перегнан в вакууме выделено 9,7 г 1-(4-метоксифенил)-гексана-2 (X). Метилловые эфиры (XI—XII) синтезировали аналогично.

Окисление 1-(4-метоксифенил)-гексена-2. (X). К смеси 4 г вещества (X) и 40 мл 1% раствора поташа при размешивании и охлаждении ледяной водой постепенно добавлен измельченный KMnO₄. Окисление продолжалось 15 часов. Двухокись марганца отфильтрована и несколько раз промыта горячей водой. От фильтрата отогнано 2/3 объема жидкости с летучими нейтральными продуктами.

После отгонки нейтральных продуктов остаток подкислен разбавленной соляной кислотой. Выпали белые кристаллы п-метоксибензойной кислоты с т. пл. 178—179° (из спирта). Проба смешения с известным образцом депрессию не дала; после отделения п-метоксибензойной кислоты от фильтрата отогнано 2/3 объема жидкости, к дистилляту добавлен раствор едкого натра до щелочной реакции и выпарен досуха. Остаток подкислен концентрированным раствором соляной кислоты и извлечен эфиром. Эфирный раствор высушен сульфатом меди и после отгонки эфира перегнан. Получено 0,9 г масляной кислоты с

т. кип. $160-161^\circ$ $n_D^{20} = 1,3991$; $d_4^{20} = 0,9584$. По литературным данным, т. кип. $163,5^\circ$ $d_4^{20} = 0,9587$; $n_D^{20} = 1,3991$. Найдено, %: Ag 54,54; 54,47. Вычислено, %: Ag 55,38.

Окисление соединений (XI—XII) исследование проводились аналогично.

Выводы

1. При алкилировании фенолов 1-гексен-3-олом в присутствии фосфорной кислоты, как и в случае с третичными виниловыми спиртами, получаются пара-замещенные алкилфенолы, отвечающие изомерным первичным спиртам.

2. Конденсацией непредельных виниловых моно-замещенных алкилфенолов с монохлоруксусной кислотой выделены соответствующие феноксикарбоновые кислоты.

3. Гидрированием и метилированием непредельных алкилфенолов образуются соответствующие предельные пара-замещенные алкилфенолы и непредельные метиловые эфиры.

Тбилисский государственный университет

(Поступило 3.7.1968)

ორბანული ჟიჟია

ა. კახიანიშვილი, ბ. ჩიქოვანი

ფენოლების ალკილირება 1-ჰექსენ-3-ოლით ფოსფორმჟავასთან
თანდასწრებით

რეზიუმე

შესწავლილია ფენოლის, ო- და მ-კრებოლების ალკილირება 1-ჰექსენ-3-ოლით H_3PO_4 -ის თანდასწრებით. შესწავლილია რეაქციის მიმართულება და მიღებულია მონოჩანაცვლებული ფენოლები.

ჰიდრირებით მიღებულია შესაბამისი ნაჯერი ალკილფენოლები. მონოქლორმარმეავასთან კონდენსაციით გამოყოფილია ფენოქსი- და კრებოქსი-კარბონმეჯეები.

ალკილირების პროდუქტების მეთილირებით მიღებულია შესაბამისი მეთილის ეთერები, რომელთა დაჯანგვით მტკიცდება მიღებული პ-ჩანაცვლებული ალკილფენოლების აგებულება. შესწავლილია მიღებული ნაერთების ინფრაწითელი სპექტრები.

შემაჯავებელი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. Н. Назаров, А. И. Кахнашвили, ЖОХ, 22, 1952, 454, 617.
2. А. И. Кахнашвили, Т. Ломя, Л. Мургулия. ЖОХ, 25, 1955; 117.
3. А. И. Кахнашвили, Г. Ш. Глонти, Э. Н. Чиковани, Э. Г. Левеншвили. Труды ТГУ, т. 104, 1964, 289.
4. К. Бауер. Анализ органических соединений. ИЛ, 1953, 228.
5. L. Cleisen, E. Tietze. Ber., 59, 1926, 2348.

Ж. Ш. КУБЛАШВИЛИ, А. В. КАРЯКИН, Е. Г. ДАВИТАШВИЛИ
О ИК-СПЕКТРАХ НЕКОТОРЫХ СОЕДИНЕНИЙ САМАРИЯ

(Представлено академиком Г. В. Цицишвили 2.7.1968)

Настоящая работа является частью систематически проводимых нами исследований, посвященных изучению строения простых и комплексных оксалатов и карбонатов соединений некоторых редкоземельных элементов. В данной работе представлены результаты исследования ИК-спектров поглощения $\text{Sm}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$, $\text{Sm}_2(\text{CO}_3)_3$, $\text{Sm}(\text{OH})_3$ и Sm_2O_3 .

Для синтеза этих соединений были использованы х. ч. реактивы $\text{Sm}(\text{NO}_3)_3$, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, Na_2CO_3 , а также NH_4OH (не содержащий карбоната). Методика их получения аналогична описанной ранее. Окись самария была получена прокаливанием оксалата самария при 900—1000°C.

Синтезированные воздушно-сухие осадки были подвергнуты химическому анализу на содержание самария, соответствующего аниона и воды:

найденно, %: Sm —40,59; $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ —35,55 H_2O —24,23;

для $\text{Sm}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ вычислено, %: Sm —40,39; $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ —35,45; H_2O —24,16;

найденно, %: Sm —53,18; CO_3^{2-} —32,15; H_2O —14,41;

для $\text{Sm}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 4,5 \text{H}_2\text{O}$ вычислено, %: Sm —53,55; CO_3^{2-} —32,02; H_2O —14,41;

найденно, %: Sm —72,77; OH^- —24,96; H_2O —2,13;

для $\text{Sm}(\text{OH})_3 \cdot 0,25 \text{H}_2\text{O}$ вычислено, %: Sm —73,04; OH^- —24,75; H_2O —2,18.

Далее были сняты ИК-спектры поглощения указанных веществ в области 4000—400 см^{-1} на двухлучевом спектрометре UR-10.

Методика приготовления образцов для снятия спектров состояла в следующем: 600 мг бромистого калия марки х. ч., который был хорошо высушен при 135°C в течение 48 часов, и 2 мг исследуемого вещества тщательно смешивались и измельчались на вибрмельнице. Из полученного порошка прессовались диски диаметром 20 мм, которые и использовались для проведения опыта.

Интерпретация полученных спектров поглощения показала, что спектр поглощения Sm_2O_3 в основном лежит в той же области, что и для Pr_6O_{11} , Nd_2O_3 и Gd_2O_3 [1]. Частоту колебания для Sm_2O_3 530 см^{-1} следует отнести к колебанию связи MeO в MeOMe . Замечается закономерное изменение частот колебаний связи MeO в MeOMe в ряду Nd — Sm — Gd (для Nd_2O_3 —515 см^{-1} , Sm_2O_3 —530 см^{-1} , Gd_2O_3 —545 см^{-1}). В ИК-спектре поглощения Sm_2O_3 отмечаются также полосы поглощения средней интенсивности в области валентного колебания OH -группы 3600—3350 см^{-1} , 1400 см^{-1} (δOH) и 1650 см^{-1} — $\delta(\text{H}_2\text{O})$.



Для гидроокиси самария отмечаются слабые полосы поглощения с частотами 1530; 960 и 860 см^{-1} . По-видимому, все эти полосы поглощения относятся к колебанию CO_3 -группы [1]. Отмечается сильная интенсивная полоса поглощения с частотой 700 см^{-1} . Эту полосу можно

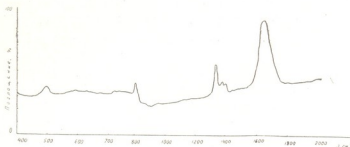


Рис. 1. ИК-спектр поглощения Sm_2O_3

относится к колебаниям связи MeO в MeOH. [2]. В гидроокисях тоже замечается закономерное изменение частот колебаний связи MeO в MeOH в ряду Nd—Sm—Gd (для $\text{Nd}(\text{OH})_3$ —685 см^{-1} , $\text{Sm}(\text{OH})_3$ —700 см^{-1} , $\text{Gd}(\text{OH})_3$ —715 см^{-1}). Сравнение валентных колебаний MeO в MeOH в вышеуказанном

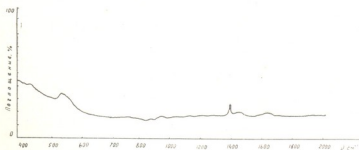


Рис. 2. ИК-спектр поглощения $\text{Sm}(\text{OH})_3 \cdot 0,25\text{H}_2\text{O}$

ряду показывает, что разница между частотами составляет 15 см^{-1} . Увеличение частоты колебаний связи MeO в MeOMe и MeO в MeOH следует связать с уменьшением ионного радиуса в ряду Nd—Sm—Gd (ионный радиус Nd^{3+} —0,99 Å, Sm^{3+} —0,97 Å, Gd^{3+} —0,94 Å) [3].

Гидроокиси РЗЭ при получении и хранении обычно подвергаются воздействию влаги и углекислоты, и поэтому не должно казаться неожиданным появление в спектре $\text{Sm}(\text{OH})_3$ полосы поглощения CO_3^{2-} и воды [3]. Кроме указанных полос, в спектре имеются полосы поглощения в области 1400 см^{-1} — $\delta(\text{OH})$ и 1640 см^{-1} — $\delta(\text{H}_2\text{O})$.

Рассмотрение ИК-спектра поглощения карбоната самария показало, что имеются сильные полосы поглощения, относящиеся к поглощению CO_3 -группы, а именно: 1528; 1420; 1073; 802; 750 см^{-1} [1]. На широкой полосе поглощения 3630—3200 см^{-1} отмечаются две

полосы поглощения с частотами 3460 и 3215 см^{-1} , отмечаются также слабые полосы поглощения, относящиеся к $\delta(\text{H}_2\text{O})$ —1650 см^{-1} и к $\delta(\text{OH})$ —1400 см^{-1} . Если в карбонатах празеодима и неодима отмечалось наличие колебаний связи MeO в MeOH и на этом основании они не

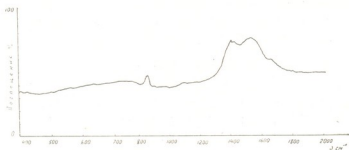


Рис. 3. ИК-спектр поглощения $\text{Sm}_2(\text{CO}_3)_2 \cdot 4,5 \text{H}_2\text{O}$

представляли чистый карбонат, то карбонат самария имеет примесь $\text{Sm}(\text{OH})_3$ в меньшем количестве. На ее присутствие указывает наличие полосы поглощения OH -группы—1400 см^{-1} , а в карбонате гадолиния колебание связи MeO в MeOH вообще отсутствует. Такое поведение металлов в карбонатах можно объяснить уменьшением гидролизующей способности металла в ряду $\text{Pr}—\text{Nd}—\text{Sm}—\text{Gd}$ [4].

Интерпретация ИК-спектров поглощения оксалата самария показала, что эмпирическое отнесение полос к отдельным колебаниям невозможно из-за взаимосвязи различных колебаний [5].

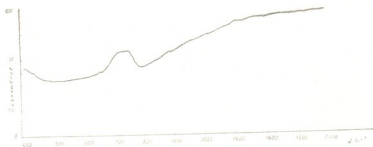


Рис. 4. ИК-спектр поглощения $\text{Sm}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

Ж. Леконт и сотрудниками [5] было найдено, что в области между 1100 и 1600 см^{-1} наблюдаются две полосы поглощения в спектре простых оксалатов, а между 750 и 900 см^{-1} —одна полоса. Данные Ж. Леконта хорошо согласуются с данными ИК-спектра поглощения простого оксалата самария. Полосу поглощения с частотой 806 см^{-1} мы относим к валентному колебанию MeO в суммарном колебании $[\delta(\text{O}—\text{C}=\text{O}) + \nu\text{MeO}]$. Полосу поглощения с частотой 600 см^{-1} можно отнести к ко-

ლებანიუ $[y \text{ MeO} + \nu(\text{C} - \text{C})]$ [5]. Наблюдается слабая полоса поглощения с частотой 1400 см^{-1} , относящаяся к $\delta(\text{OH})$. Наличие этой полосы поглощения указывает на присутствие в веществе незначительной примеси $\text{Sm}(\text{OH})_3$. Сильную широкую полосу поглощения в области $1700 - 1600 \text{ см}^{-1}$ мы отнесли к антисимметричному валентному колебанию $\text{C}=\text{O}$ -группы [5] с перекрытием полосы поглощения, относящейся к $\delta(\text{H}_2\text{O})$, в результате чего данная полоса сильно уширена.

В ы в о д ы

Изучены ИК-спектры поглощения оксалата, карбоната, гидроокиси и окиси самария. Исследованная нами гидроокись самария содержит примесь карбоната ($1530; 960; 860 \text{ см}^{-1}$), что следует объяснить карбонизацией гидроокиси. Наличие OH -группы (1400 см^{-1}) в карбонате самария можно объяснить более гидролизующей способностью самария по сравнению с гадолинием.

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

(Поступило 9.7.1968)

შინჯიკაპი 30803

შ. კუბლაშვილი, ა. კარიაკინი, ე. დავითაშვილი

სამარიუმის ზოგიერთი ნაერთის ინფრაწითელი სპექტრების შესახებ

რ ე ზ ი უ მ ე

მიღებულია სამარიუმის ოქსალატის, კარბონატის, ჰიდროქანგისა და ჯანგის შთანთქმის ინფრაწითელი სპექტრები. დადგენილია, რომ Sm_2O_3 -ში რხევის სიხშირე 530 სმ^{-1} ეკუთვნის Sm-O ბმის რხევას Sm-O-Sm-O-Sm -ჭაჭვში; ჰიდროქანგების შემთხვევაში რხევის სიხშირე 700 სმ^{-1} მიეკუთვნება Sm-O ბმის რხევას $\text{Sm}(\text{OH})_3$ -ში. სამარიუმის კარბონატის შთანთქმის ინფრაწითელი სპექტრების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ მას აქვს $\text{Sm}(\text{OH})_3$ -ის მცირეოდენი მინარევი, ვიდრე ჰქონდა პრაზეოდიუმისა და ნეოდიუმის კარბონატებს, რასაც ვხსნით მეტალის ჰიდროლიზური უნარის შემცირებით რიგში Pr-Nd-Sm-Gd . სამარიუმის ოქსალატში სუსტი რხევა სიხშირით 1400 სმ^{-1} მიუთითებს ოქსალატში ჰიდროქანგის უმნიშვნელო რაოდენობაზე.

დავოყვავალ ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. К. Накамото. Инфракрасные спектры. М., 1966.
2. «Справочник химика», т. I. Л.—М., 1962, 380—384.
3. A. E. Chifford, P. A. Faith. Proc. Second Conf. on Rare Earth Research, Sept. 1961.
4. J. Fujita, A. E. Martell, K. Nakamoto. J. Chem. Physics, 36, № 2, 1962.
5. Ж. Леконт. Инфракрасное излучение. М., 1958.



УДК 549.67

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

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

В ранее опубликованных работах было изучено влияние ряда форм синтетических цеолитов на свойства и получение резин на основе различных каучуков [1—4].

Было показано, что такие ионообменные формы цеолитов, как СаА, СаХ, MgА, NH₄X и другие, способны структурировать полихлоропрен. Эти исследования были продолжены на водородной форме цеолитов⁽¹⁾.

Как видно из приведенных результатов (табл. 1), водородная форма цеолитов при замещении натрия на водород более чем на 20% не обладает структурирующим действием и с увеличением процента замещения натрия на водород прочность вулканизатов наирита А, а также концентрация поперечных связей уменьшаются.

Таблица 1
 Влияние водородной формы цеолитов на свойства наирита А⁽²⁾
 (вулканизация 50 мин при 143°C)

Показатели	Без цеолита	NaA	17% H NaA	20% H NaA	40% —H— NaA
Эффективность структурирования по Муни при 120°C, мин	48	60	54	51	46
Модуль при удлинении 300%, кгс/см ²	8	18	14	13	10
Сопротивление разрыву, кгс/см ²	125	156	154	150	130
Относительное удлинение, %	390	900	900	910	880
Остаточное удлинение, %	9	8	8	10	9
Концентрация поперечных связей, N, 10 ¹⁹ см ³	1,80	2,72	2,60	2,30	1,90

Известно, что в процессе приготовления резиновых смесей на основе наирита и их вулканизации выделяется хлористый водород, который отрицательно влияет на свойства вулканизаторов, а также вызывает коррозию оборудования. Имеются также сведения о возможном активирующем

(1) Цеолиты синтезированы в Институте физической и органической химии им. П. Г. Мелкишвили АН ГССР.
 (2) Состав смеси: наирит — 100 в. ч., цеолит — 3 в. ч.



цем действию хлористого водорода при смоляной вулканизации каучуков [5—7]. В связи с этим, а также необходимостью уточнения некоторых сторон механизма вулканизации наирита цеолитами необходимо было изучить сорбцию и десорбцию хлористого водорода на цеолитах.

Сорбция хлористого водорода изучалась при комнатной температуре (табл. 2), а его десорбция—при температурах, соответствующих температурам обработки и вулканизации резиновых смесей (рис. 1) на различных формах цеолитов (табл. 2).

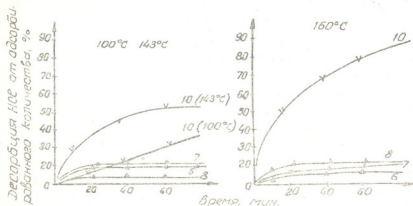


Рис. 1. Кинетика десорбции HCl из цеолитов: 1—NaA, 2—20% H NaA, 3—17% H NaA, 4—40% H NaA, 5—33% NaX, 6—MgX, 7—MgA, 8—CaX, 9—CaA, 10—NH₄X

Таблица 2
Сорбция и десорбция HCl различными типами цеолитов

Тип цеолита	Максимальная сорбция, %	Десорбция HCl за 30 минут в % от адсорбированного количества		
		100°C	143°C	160°C
NaA	25	—	0,1	1,5
17% HNaA	14	—	—	1,0
20% HNaA	12,5	—	—	0,6
40% HNaA	4	—	—	—
33% HNaX	28	6—8	16	22
NaX	18,2	5	7,4	14
MgX	10,9	4,5	16	18
MgA	14,9	0,9	0,9	5
CaX	25,6	—	5,0	19
CaA	17	—	—	6,5
NH ₄ X	19,5	15,6	30,8	59

Как видно из приведенных данных, с увеличением содержания водорода в структуре цеолита типа А от 17 до 40% способность к сорбции HCl уменьшается. При температурах обработки резиновых смесей (100—130°C) из цеолитов типа А хлористый водород не десорбируется, тогда



как из цеолитов типа X десорбция HCl составляет 5—15% от адсорбированного количества (рис. 2).

Сорбция HCl цеолитами типа А влияет на сопротивление подвулканизации резиновых смесей на основе наирита. Чем меньше способность цеолита к связыванию HCl (результатирующее значение адсорбции-десорбции HCl), тем меньше время до начала структурирования при данной температуре (табл. 1).

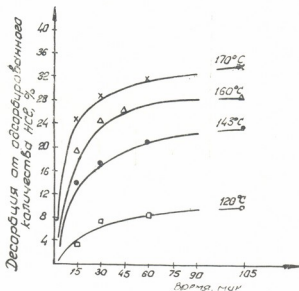


Рис. 2. Кинетика десорбции хлористого водорода из цеолитов 0,33 HNaX при различных температурах

Итак, результаты изучения процесса вулканизации при введении водородной формы цеолитов свидетельствуют о том, что в процессе вулканизации хлоропренового каучука цеолитами основную роль играют катионы металлов, компенсирующие отрицательный заряд анионного каркаса. Это подтверждается падением прочностных показателей, уменьшением времени до начала подвулканизации и способности к связыванию HCl с уменьшением содержания катиона металла в цеолите.

Возможно, что молекулы HCl, отщепляющиеся от наирита, связываются с катионами металла цеолита. Кроме того, цеолит, возможно, акцептирует атомы хлора непосредственно от полихлоропрена за счет своего подвижного катиона и сам входит в структуру вулканизата, образуя новые типы поперечных связей [5].

Водородная форма цеолита типа X с 33%-ным замещением натрия на водород была использована также в качестве носителя хлористого водорода при смоляной вулканизации бутилкаучука, поскольку этот це-

олит явился оптимальным по сорбции и десорбции HCl при 160—170°C из всего ряда изученных цеолитов (рис. 2, табл. 3). С помощью этого цеолита, насыщенного HCl, который в данном случае служит активатором, удалось получить вулканизаты на основе бутилкаучука при тем-

Таблица 3

Свойства смоляных вулканизатов на основе бутилкаучука с различными активаторами (вулканизация 30 мин при 160°C)

Активатор	На ирит				Цеолит, насыщенный HCl			
	Сопрот. раздиру, кгс/см ²	Относит. удлини., %	Остат. удлини., %	Сопрот. раздиру, кгс/см ²	Сопрот. раздиру, кгс/см ²	Относит. удлини., %	Остат. удлини., %	Сопрот. раздиру, кгс/см ²
Условия опыта								
Механические испытания до старения при 20°C при 100°C	Резина сырая не испытывалась				96	630	29	56
	44	420	50	12	60	620	27	47
То же после старения в течение 48 часов при 100°C при 170°C	95	530	47	—	98	580	28	43
	45	280	40	—	90	320	16	45

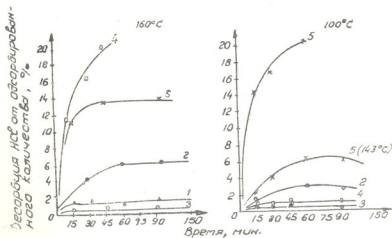


Рис. 3

пературе ниже обычной на 10°C со свойствами, превышающими контрольные резины без цеолитов [7, 8] по остаточным деформациям прочности, сопротивлению раздиру, тепловому старению.

Выводы

1. Исследованием процесса вулканизации в присутствии водородной формы цеолитов показана важная роль катионов цеолитов при вулканизации хлоропренового каучука.



2. Установлено, что водородная форма цеолита, наполненная хлористым водородом, является активатором смоляной вулканизации и позволяет получить вулканизаты на основе бутилкаучука, превосходящие по некоторым свойствам обычные вулканизаты, без опасности подвулканизации смесей и коррозии оборудования.

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

Химико-технологический Институт им. Ф. Э. Дзержинского
Днепропетровск

(Поступило 30.7.1968)

ფიზიკური ქიმია

ს. რაპინსკაია, ზ. ბლოხი, ზ. ციციშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ძ. ბაძაშვილი

წყალბადის ფორმის ცეოლითი რეზინებში სუთილ-კაუჩუკისა და ნაირბინის საფუძველზე

რეზიუმე

შრომა ეხება წყალბადის ფორმის ცეოლითის გამოყენებას კაუჩუკის ეულკანიზაციის პროცესში. ცნობილია, რომ რეზინის ნარეუბის მომზადების პროცესში და მისი ეულკანიზაციისას გამოიყოფა ქლორწყალბადი, რომელიც უარყოფითად მოქმედებს ეულკანიზატების თვისებებზე, ამავე დროს იწვევს სარეაქციო მოწყობილობათა კოროზიას.

წყალბადის ფორმის ცეოლითის გამოყენებით ეულკანიზაციის პროცესში გამოყოფილი ქლორწყალბადის უარყოფითი მოქმედება შემცირებულია. ნაჩვენებია ცეოლითის კათიონის მნიშვნელოვანი როლი ეულკანიზაციის პროცესში. დადგენილია, რომ ცეოლითის წყალბადური ფორმა, შეესებულებული ქლორწყალბადით, წარმოადგენს ფისოვანი ეულკანიზაციის აქტივატორს და იძლევა ეულკანიზატების მიღების საშუალებას ბუთილ-კაუჩუკის საფუძველზე, რომლებიც ზოგიერთი თვისებით აღემატებიან ჩვეულებრივ ეულკანიზატებს; ამავე დროს გამორიცხულია მოწყობილობათა კოროზია.

დასოფნაბული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Ф. Носиков и др. Каучук и резина, № 8, 1966, 15.
2. Г. А. Блох, Х. Н. Бородушкина, А. Ф. Чернухина, Г. В. Цицишвили и др. Материалы сессии научного совета по адсорбции, ГрозНИИ, 1966.

3. С. А. Рапчинская, Г. А. Блох. В сб.: «Связь и физико-химия полимеров», АН УССР, вып. 4, 1966, 96.
4. С. Е. Рапчинская, Г. А. Блох, Г. В. Цицишвили и др. Тезисы научно-технической конференции «Проблемы сырья и его переработки в резиновой промышленности», 1967.
5. J. Stamires. Chem. Phys., 35, 1961, 799.
6. A. Jiller. Kautschuk und Gummi, 17, № 7, 1961, 261.
7. I. Peterson, A. Batts. Ind. Eng. Chem., 51, № 8, 1959, 937.
8. Г. М. Ронкин, И. А. Ливитин, А. Г. Шварц. Каучук и резина, № 1, 1967, 15.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

В. Н. ШАПАКИДЗЕ, Т. П. ГЕЛЕИШВИЛИ

СИЛИКАТНЫЕ СТЕНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ОТХОДОВ
ОБОГАЩЕНИЯ МЕДНО-КОЛЧЕДАНОВЫХ РУД

(Представлено членом-корреспондентом Академии К. С. Кутателадзе 6.5.1968)

В связи с пуском в ближайшие годы Маднеульского горно-обога-
тельного комбината возникает необходимость рационального использо-
вания производственных отходов, в частности хвостов обогащения
медно-колчедановой руды.

Ранее проведенными исследованиями доказана возможность использо-
вания указанных хвостов в производстве силикатного кирпича. В на-
стоящей работе представлены результаты испытаний хвостов обогаще-
ния в качестве сырья для производства плотных и ячеистых силикатных
бетонов автоклавного твердения.

Испытанию подвергалась проба следующего химического состава:
 SiO_2 —80,16%; $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ —3,71%; Fe_2O_3 —7,15%; CaO —0,46%;
 MgO —0,34; S (пиритная)—4,66%; ППП—4,18%.

Повышенное содержание серы и окиси железа обусловлено недоста-
точной степенью извлечения пиритного концентрата из обогащаемой ру-
ды. Изготовление плотных и ячеистых бетонов производилось как в лабо-
раторных, так и в полузаводских условиях (на опытном заводе Таллин-
ского НИПСиликатбетон).

Удельная поверхность пробы составляла 1240 $\text{см}^2/\text{г}$. В качестве вя-
жущего компонента использовалась тонкомолотая смесь (с удельной по-
верхностью 3500 $\text{см}^2/\text{г}$) хвостов с известью. Последняя характеризовалась
следующими показателями: активность (% $\text{CaO} + \text{MgO}$) — 70,6%, ско-
рость гашения — 47 мин, температура гашения — 61,2°C.

Плотный бетон

Смеси вяжущего и заполнителя (хвостов) после перемешивания
и увлажнения помещались в формы (70×70×70 мм), уплотнялись на
вибростоле и подвергались гидротермальной обработке в автоклаве. Изу-
чено влияние различных технологических факторов на качество опыт-
ных образцов: вида извести (гашеной и негашеной), активности вя-
жущего и смеси, длительности вибрирования и режима запаривания. Се-
рней предварительных опытов выработаны оптимальные условия ви-

брирования (1,5 мин при амплитуде колебания 0,5 мм и частоте 3000 кол/мин) и запаривания (давление пара 10 атм в течение 1+8+1 час).

Составы и активности исследуемых вяжущих и смесей приведены в табл. 1.

Таблица 1

Вид извести	Серия опытов	Вяжущее			Смесь		
		Состав, %		Актив-ность, %	Состав, в. ч.		Актив-ность, %
		Хвосты	Известь		Вяжущее	Хвосты	
Негашеная	I	70	30	21,2	1	2,54	6
						1,65	8
						1,12	10
	II	60	40	28,3	1	3,75	6
						2,56	8
						1,83	10
III	50	50	35,3	1	4,90	6	
					3,40	8	
					2,53	10	
Гашеная	IV	70	30	15,9	1	1,65	6
						1,00	8
						0,60	10
	V	60	40	21,2	1	2,54	6
						1,65	8
						1,12	10
VI	50	50	26,5	1	3,40	6	
					2,30	8	
					1,65	10	

Запаренные образцы подвергались испытанию с целью определения их объемного веса, водопоглощения, механической прочности при сжатии, коэффициентов размягчения и морозостойкости. Коэффициент размягчения определялся на образцах, предварительно выдержанных в воде в течение 2 суток, а коэффициент морозостойкости — после 35 циклов попеременного замораживания и оттаивания. Изменения прочностных показателей образцов в зависимости от различных технологических параметров отражены на рис. 1.

Данные табл. 1 и рис. 1 показывают: а) изготовление вяжущего целесообразно производить на негашеной извести; б) оптимальной активностью вяжущего является 28% (известь 40% + хвосты 60%); в) оптимальной активностью смеси является 8—10%.

Коэффициенты размягчения и морозостойкости запаренных образцов находятся в пределах соответственно 0,88—0,95 и 0,83—0,90.

Для уточнения результатов лабораторных исследований были проведены полужаводские испытания. При соблюдении оптимальных условий производства из смесей различной активности были изготовлены армированные и неармированные балки БГУ-225 (2250×120×220 мм) и контрольные кубики (100×100×100 мм).

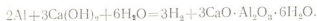
Испытания контрольных образцов показали, что при изменении активности смеси от 5 до 9% запаренные изделия характеризуются следующими показателями: объемный вес 1880—1925 кг/м³; водопоглощение

15—18%, предел прочности при сжатии 250—425 кг/см²; коэффициент размягчения 0,91—0,96, коэффициент морозостойкости 0,85—0,92.

Полученные данные показывают, что результаты лабораторных исследований с достаточной точностью воспроизводятся в полужавовских условиях.

Ячеистый бетон

Среди легких бетонов особое место занимает ячеистый бетон, в процессе изготовления которого известково-песчаная смесь, перемешиваясь с химическим веществом, реагирующим с компонентами смеси, выделяет газ. Газообразователем чаще всего служит алюминиевая пудра, реагирующая с гидроксидом кальция по следующему уровню:



Выделяющийся при этом водород создает ячеистую структуру, которая сохраняется в начале загустевания массы, а позже — приобретением достаточной механической прочности в результате гидротермальной обработки изделия. Составляющими компонентами ячеистых бетонов служили вяжущее (60% хвостов + 40% негашеной извести) и заполнитель (хвосты). Удельная поверхность вяжущего составляла 3500 см²/г.

Заполнитель измельчался до удельной поверхности 2000 и 3000 см²/г. Газообразователь — алюминиевая пудра ПАК-3 (ГОСТ 5494—50) в виде водной суспензии добавлялась к смеси в количестве 0,08; 0,12 и 0,15% от веса сухого вещества. Дополнительно перемешанная текучая масса заливалась в формы (100×100×100 мм) на 2/3 объема.

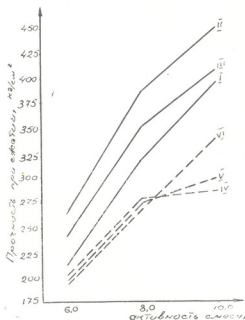


Рис. 1. Зависимость механической прочности образцов от различных технологических факторов



После вспучивания и загустевания массы срезалась «горбушка» и образцы с формами помещались в автоклав. Запаривание образцов производилось при 10 атм в течение 1+12+3 часа.

Изучено влияние различных факторов на свойства ячеистых бетонов: удельной поверхности заполнителя — хвостов, активности смеси, количества добавляемой алюминиевой пудры.

Автоклавированные образцы высушивались и подвергались испытанию с определением объемного веса, водопоглощения, механической прочности при сжатии, коэффициентов размягчения и морозостойкости (после 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания).

Полученные при этом данные показывают, что увеличение удельной поверхности заполнителя от 2000 до 3000 см²/г незначительно улучшает качество изделий. Водопоглощение образцов колеблется в пределах 42—64%; коэффициент размягчения 0,6—0,8; коэффициент морозостойкости 0,75—0,98.

Из рис. 2 видно: а) с увеличением активности смеси до 18% повышается механическая прочность образцов и снижается их объемный

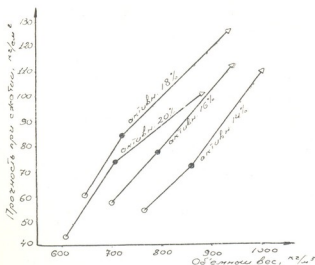


Рис. 2. Зависимость механической прочности и объемного веса образцов от активности смеси и количества алюминиевой пудры (○—0,15%; ●—0,12%; △—0,08%)

вес. При дальнейшем повышении активности смеси наблюдается обратная картина; б) повышение содержания алюминиевой пудры обуславливает снижение объемного веса и механической прочности изделий.

Таким образом, оптимальной активностью массы ячеистых бетонов является 16—18%; что же касается количества добавляемой алюминие-

вой пудры, то она задается в зависимости от требуемой величины объемного веса изделий.

Таблица 2

Физико-механические свойства ячеистых бетонов

Наименование изделий	Марка	Активность смеси, %	Количество алюминиевой пудры, %	Показатели контрольных образцов			
				Объемный вес, кг/м ³	Прочность при сжатии, кг/см ²	Коэффициент размягчения	Коэффициент морозостойкости
Теплоизоляционные плиты	А	17,9	0,15	556	36	0,71	0,87
	Б	15,3	0,15	617	37	0,75	0,77
Армированные панели междуэтажных перекрытий	А	19,9	0,12	690	62	0,73	0,98
	Б	14,2	0,12	790	54	0,76	0,76
Стеновые блоки	А	18,4	0,15	629	47	0,70	0,84
	Б	18,8	0,12	655	53	0,71	0,77
	—	18,5	0,08	1005	160	0,78	0,92

На основании результатов лабораторных исследований были проведены полужаоводские испытания. Из смесей с различными активностями

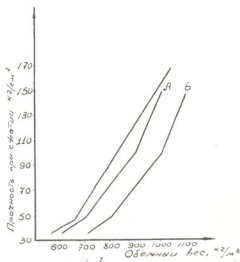


Рис. 3. Зависимость прочности образцов, выпиленных из изделий ячеистого бетона, от объемного веса

и содержанием алюминиевой пудры были изготовлены теплоизоляционные плиты (1000×500×100 мм), стеновые блоки (800×800×200 мм и

400×400×400 мм), армированные панели междуэтажных перекрытий (3600×800×200 мм) и контрольные кубики (100×100×100 мм).

Определение физико-механических свойств изделий производилось путем испытания контрольных кубиков (см. табл. 2), а также кубиков, выпиленных из готовых изделий (см. рис. 3).

Для сравнения на рисунке нанесены также кривые показателей изделий марки «А» и «Б», предусмотренных СН-287—65. Приведенный график показывает, что изделия из ячеистых бетонов, изготовленных на основе хвостов обогащения, по своим показателям соответствуют марке «А».

Выводы

1. Установлена возможность использования хвостов обогащения медно-колчеданной руды в производстве плотных и ячеистых бетонов автоклавного твердения.

2. В полужавовских условиях изготовлены: а) плотные бетоны марки «250—400» с коэффициентами размягчения и морозостойкости соответственно 0,91—0,96 и 0,85—0,92; б) ячеистые бетоны с объемным весом 550—1000 кг/м³ и прочностью при сжатии 35—150 кг/см², т. е. удовлетворяющие требованиям СН-287—65 на ячеистые изделия марки «А».

3. Разработаны основные технологические параметры производства силикатных бетонов автоклавного твердения.

Кавказский институт
минерального сырья

(Поступило 8.5.1968)

ქიმიური ტექნოლოგია

მ. შაპაჩიძე, თ. გელეიშვილი

სილიკატური საკედლე მასალები წარმოების ნარჩენებიდან

რეზიუმე

შესწავლილია მადნეულის საბადოს სპილენძ-კოლჩედანური მადნის გამდირების შედეგად მიღებული ნარჩენების გამოყენების შესაძლებლობა სილიკატური საკედლე მასალების წარმოებაში. ლაბორატორიულ და ნახევრად-საქარხნო პირობებში დამზადებულია მკვრივი და მსუბუქი ბეტონის ნაკეთობანი, რომლებიც თავისი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით აკმაყოფილებენ შესაბამისი ტექნიკური პირობების მოთხოვნებს.



УДК 546.226+547.953

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Э. И. АБАШИДЗЕ, С. Я. ШПУНТ

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СУЛЬФАТА МАГНИЯ С ФОСФАТАМИ
 КАЛЬЦИЯ В ПЯТИКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЕ
 $\text{CaO—MgO—P}_2\text{O}_5\text{—SO}_3\text{—H}_2\text{O}$ ПРИ 80°C

(Представлено академиком Р. И. Агладзе 9.6.1968)

Разложение магнийсодержащих фосфоритов (Кара-Тая, Кингисепп и др.) кислотными методами в процессе получения фосфорной кислоты и удобрений в основном обуславливается физико-химическими свойствами системы $\text{CaO—MgO—P}_2\text{O}_5\text{—SO}_3\text{—H}_2\text{O}$. Изучению растворимости составляющих ее систем $\text{CaO—P}_2\text{O}_5\text{—H}_2\text{O}$, $\text{MgO—P}_2\text{O}_5\text{—H}_2\text{O}$, $\text{CaO—P}_2\text{O}_5\text{—SO}_3\text{—H}_2\text{O}$, $\text{MgO—P}_2\text{O}_5\text{—SO}_3\text{—H}_2\text{O}$ и $\text{MgO—CaO—P}_2\text{O}_5\text{—H}_2\text{O}$ посвящены работы [1—7].

Изотерма пятикомпонентной системы $\text{CaO—MgO—P}_2\text{O}_5\text{—SO}_3\text{—H}_2\text{O}$ при 80° была изучена нами в пределах концентрации P_2O_5 от 3,6 до 63%. Состав узловых точек дан в табл. 1.

Из полученных данных следует, что поля совместной кристаллизации сульфатов и фосфатов кальция занимают почти всю исследованную область диаграммы. Область кристаллизации магниевых солей очень мала, что объясняется большой их растворимостью. В этой системе имеет место обменная реакция между сульфатом магния с фосфатами кальция. Изучение конверсии монокальцийфосфата с сульфатом магния и кристаллизации образующегося при этом сульфата кальция представляет интерес для производства экстракционной фосфорной кислоты.

Настоящая работа посвящена изучению процесса взаимодействия сульфата магния с фосфатами кальция.

Экспериментальная часть

Были поставлены опыты для определения степени конверсии сульфата магния с фосфатами кальция. Исследования проводили в герметически закрытых стеклянных сосудах. Содержимое сосудов взбалтывали в водяном термостате при температуре 80° ($\pm 0,2$). Пробы отбирали через 18—20 дней. В полученных жидких и твердых фазах определяли содержание CaO , MgO , P_2O_5 и SO_3 . Составы твердых фаз были также определены рентгенографическим и петрографическим методами.

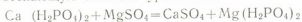
Первая серия опытов была поставлена с раствором, отвечающим составу узловой точки Е, к которому добавлялись определенное количество соответствующих твердых фаз ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, CaHPO_4 , CaSO_4) и разные количества $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Результаты опытов приведены в табл. 2 (точки 1—6).

Точка	Жидкая фаза					Твердая фаза	Примечание
	Вес. %						
	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O		
B	5,57	нет	36,2	нет	58,22	CaHPO ₄ +Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O	CaO—P ₂ O ₅ —H ₂ O (1, 2, 3, 4)
A	нет	10,8	45,0	нет	44,2	MgHPO ₄ ·3H ₂ O+Mg(H ₂ PO ₄) ₂ ·2H ₂ O	MgO—P ₂ O ₅ —H ₂ O (5)
A ₂	нет	6,0	56,5	нет	37,5	Mg(H ₂ PO ₄) ₂ ·2H ₂ O+Mg(H ₂ PO ₄) ₂	
E	5,68	нет	36,5	0,06	57,76	CaHPO ₄ +Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O+CaSO ₄	CaO—P ₂ O ₅ —SO ₃ —H ₂ O (3)
Q ₁	нет	4,6	55,1	3,6	36,7	Mg(H ₂ PO ₄) ₂ ·2H ₂ O+Mg(H ₂ PO ₄) ₂ +MgSO ₄ ·H ₂ O	MgO—P ₂ O ₅ —SO ₃ —H ₂ O (7)
R	нет	12,0	36,1	5,5	46,4	MgHPO ₄ ·3H ₂ O+Mg(H ₂ PO ₄) ₂ ·2H ₂ O+MgSO ₄ ·H ₂ O	
Q ₂	0,6	10,7	45,0	нет	43,7	MgHPO ₄ ·3H ₂ O+Mg(H ₂ PO ₄) ₂ ·2H ₂ O+Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O	MgO—CaO—P ₂ O ₅ —H ₂ O (6)
Q ₃	0,7	10,6	45,0	нет	43,7	MgHPO ₄ ·3H ₂ O+CaHPO ₄ +Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O	
Q ₄	0,3	5,8	55,4	нет	38,5	Mg(H ₂ PO ₄) ₂ ·2H ₂ O+Mg(H ₂ PO ₄) ₂ +Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O	
S	0,45	10,6	46,3	0,11	42,54	MgHPO ₄ ·3H ₂ O+Mg(H ₂ PO ₄) ₂ ·2H ₂ O+Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O+CaSO ₄	CaO—MgO—P ₂ O ₅ —SO ₃ —H ₂ O
M	0,35	10,5	45,9	0,10	43,15	MgHPO ₄ ·3H ₂ O+CaHPO ₄ +Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O+CaSO ₄	
N	0,20	10,9	38,6	5,60	43,8	MgHPO ₄ ·3H ₂ O+Mg(H ₂ PO ₄) ₂ ·2H ₂ O+MgSO ₄ ·H ₂ O+CaSO ₄	
P	0,29	5,7	56,5	0,07	37,44	Mg(H ₂ PO ₄) ₂ ·2H ₂ O+Mg(H ₂ PO ₄) ₂ +Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O+CaSO ₄	
L	0,10	4,2	59,4	1,40	34,9	Mg(H ₂ PO ₄) ₂ ·2H ₂ O+Mg(H ₂ PO ₄) ₂ +MgSO ₄ ·H ₂ O+CaSO ₄	

Как видно из данных табл. 2 (точки 1—6), во всех опытах в твердой фазе сульфат магния не обнаружен, а в растворе найдены лишь следы SO_3 , соответствующие растворимости CaSO_4 . Это свидетельствует о полной конверсии сульфата магния с фосфатами кальция.

Возможности конверсии нами были проверены и в других областях диаграммы. К раствору узловой точки R добавляли соответствующие твердые фазы ($\text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) и разные количества одноводного монокальцийфосфата. Результаты анализов приведены в табл. 2 (точки R—12).

Из табл. 2 (точки R—12) видно, что в твердых фазах всех опытов, кроме одного (точка 12), монокальцийфосфат и сульфат магния не найдены, но обнаружен сульфат кальция. В жидких фазах с увеличением добавляемого количества монокальцийфосфата отмечается понижение концентрации SO_3 , тогда как содержание CaO остается незначительным. Это указывает на высокую степень конверсии монокальцийфосфата, протекающую согласно уравнению.



В опыте 12 было добавлено избыточное количество монокальцийфосфата по сравнению с сульфатом магния (с учетом на твердую и жидкую фазы), что и определило состав жидкой и твердой фаз в этой точке. В области высоких концентраций P_2O_5 для опытов была взята одна из точек, к раствору которой было добавлено разное количество монокальцийфосфата и сульфата магния. Полученные результаты, приведенные в табл. 3, подтвердили полноту конверсии.

В следующей серии опытов изучали взаимодействие дикальцийфосфата с сульфатом магния. К растворам с различным содержанием сульфата магния добавляется в избытке дикальцийфосфат. Количество добавляемого дикальцийфосфата рассчитывали по содержанию MgSO_4 в растворе. Данные, полученные через 18 дней после загрузки, указывают на наличие обменной реакции дикальцийфосфата с сульфатом магния. Однако, несмотря на продолжительное время, не весь сульфат магния прореагировал с дикальцийфосфатом, так как в конечном растворе осталось около 20% SO_3 (относительных).

Следует отметить, что во всех случаях для характеристики образующейся твердой фазы одновременно с отбором фильтрата на анализ визуально под микроскопом определяли тип и форму образующихся кристаллов. Проведены опыты по определению скорости конверсии сульфата магния с фосфатами кальция при 80°C .

К водному фосфорнокислому раствору, содержащему 36% P_2O_5 , 12% MgO и 5,5% SO_3 , добавляли избыток $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и к водному фосфорнокислому раствору, содержащему 30% P_2O_5 , 9,5 MgO и 4,6% SO_3 — избыток CaHPO_4 .

Таблица 2

Точка	Жидкая фаза					Состав твердых фаз								
	вес. %					вес. %				Твердая фаза в солях, вес. %				
	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₃	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O	CaHPO ₄	CaSO ₄	MgHPO ₄ ·3H ₂ O	
E	5,68	0,00	36,50	0,06	57,76	—	нет	—	—	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O + CaHPO ₄ + CaSO ₄			—	
1	4,89	0,74	36,49	сл.	57,88	33,58	.	40,94	16,8	42,95	32,07	28,56	нет	
2	4,58	1,13	36,75	.	57,54	33,32	.	35,26	21,41	42,85	21,30	36,40	.	
3	4,12	1,71	37,33	.	56,84	33,52	.	31,35	24,50	37,70	19,25	41,65	.	
4	3,34	2,68	37,64	.	56,37	34,00	.	31,43	24,50	35,95	21,44	41,65	.	
5	2,05	5,60	39,90	.	52,45	36,30	.	45,13	6,70	63,15	18,30	11,39	.	
6	1,56	6,80	41,2	.	50,44	36,80	.	45,50	9,50	70,65	10,92	16,15	.	
										MgHPO ₄ ·3H ₂ O	Mg(H ₂ PO ₄) ₂ ·2H ₂ O	MgSO ₄ ·H ₂ O	CaSO ₄	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O
R	нет	12,0	36,1	5,5	46,4	—	—	—	—	MgHPO ₄ ·3H ₂ O + Mg(H ₂ PO ₄) ₂ ·2H ₂ O + MgSO ₄ ·H ₂ O			—	
7	сл.	11,69	40,25	4,83	43,23	9,80	14,0	39,50	14,0	25,94	50,45	нет	23,8	нет
8	.	11,46	40,19	3,87	44,48	7,00	14,0	41,80	10,15	18,42	61,43	.	17,25	.
9	.	11,39	41,40	2,60	44,52	8,35	13,2	40,52	13,27	14,64	61,90	.	22,56	.
10	.	10,83	42,92	2,21	44,04	4,90	15,2	47,07	7,53	13,63	75,97	.	12,80	.
11	.	10,55	44,04	0,81	44,60	4,82	15,0	48,60	6,96	10,32	79,52	.	11,83	.
12	0,45	10,60	46,30	0,11	42,54	9,19	13,5	51,0	6,05	10,63	58,96	.	10,28	22,25

Результаты исследования свидетельствуют о том, что взаимодействие сульфата магния с монокальцийфосфатом протекает с достаточно высокой скоростью и через 12 минут степень конверсии сульфата магния достигает 100%. С дикальцийфосфатом сульфат магния в начале взаимодействия реагирует тоже с большой скоростью, хотя несколько медленнее, чем с монокальцийфосфатом, через 12 минут степень конверсии достигает 80%. Однако при дальнейшем увеличении продолительно-

Таблица 3

Точка	З а г р у з к а					Равновесные данные					Примечание	
	Жидкая фаза в вес, %					Твердая фаза	Жидкая фаза в вес, %					
	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₂	H ₂ O		гр	CaO	MgO	P ₂ O ₅		SO ₂
13	0,2	6,30	55,0	1,36	38,5	4,27 г Ca(H ₂ PO ₄) ₂ · H ₂ O	сл.	5,75	58,17	сл.	35,98	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ · H ₂ O на полную конверсию
14	"	"	"	"	"	6 г Ca(H ₂ PO ₄) ₂ · H ₂ O 2г—MgSO ₄ · H ₂ O	сл.	6,10	59,94	сл.	33,96	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ · H ₂ O на полную конверсию
15	"	"	"	"	"	6,14 г— Ca(H ₂ PO ₄) ₂ · H ₂ O	0,33	5,85	58,34	сл.	35,48	Избыток Ca(H ₂ PO ₄) ₂ · H ₂ O
16	"	"	"	"	"	4,5 г— Ca(H ₂ PO ₄) ₂ · P ₂ O ₅ 2,5 г— MgSO ₄ · H ₂ O	сл.	6,30	56,27	1,28	36,15	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ · H ₂ O на твердую фазу без учета SO ₂ раствора.
17	"	"	"	"	"	4 г— Ca(H ₂ PO ₄) ₂ · H ₂ O 4 г—MgSO ₄ · H ₂ O	сл.	6,50	56,61	2,00	34,89	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ · H ₂ O на жидкую фазу без учета MgSO ₄ · H ₂ O тв. фазы.

сти взаимодействия до 18 суток степень конверсии увеличивается незначительно, что указывает на резкое понижение скорости обменной реакции. Известно, что скорость взаимодействия зависит от диффузионных процессов, происходящих на границе двух фаз [8—10]. При взаимодействии сульфата магния с фосфатами кальция образуется малорастворимый CaSO₄. Так как дикальцийфосфат растворяется значительно меньше чем, монокальцийфосфат, предполагаем, что это способствует образованию пленки CaSO₄ на поверхности дикальцийфосфата, поэтому задерживается дальнейшее взаимодействие.

На основании полученных кинетических данных графическим методом установлено, что обменная реакция сульфата магния с моно- и дикальцийфосфатом относится к реакции первого порядка. Рассчитаны константы скорости по формуле

$$K \frac{1}{\tau} \cdot 2,303 \lg \frac{C_0}{C}$$

Приведенные результаты экспериментов свидетельствуют о том, что во всех случаях независимо от концентрации P_2O_5 при температуре 80° достигается почти полное разложение фосфатов кальция.

Грузинский политехнический
институт им. Ленина

(Поступило 11.6.1968)

კიმიური ტექნოლოგია

ბ. აბაშიძე, ს. შპუნტი

მაგნიუმის სულფატსა და კალციუმის ფოსფატებს შორის
ურთიერთქმედების რეაქცია ხუთკომპონენტიან სისტემაში
 $CaO-MgO-P_2O_5-SO_3-H_2O$ 80° ტემპერატურისას

რეზიუმე

შესწავლილია ხუთკომპონენტიანი სისტემის — $CaO-MgO-P_2O_5-SO_3-H_2O$ — ხსნადობის იზოთერმა 80° ტემპერატურისა კონცენტრაციათა ზღვრებში 3,6-დან 6,3 %-მდე.

სისტემაში $CaO-MgO-P_2O_5-SO_3-H_2O$ ადგილი აქვს ურთიერთქმედების რეაქციას მაგნიუმის სულფატსა და კალციუმის ფოსფატებს შორის. რეაქცია მიმდინარეობს კონვერსიის მაღალი ხარისხით.

დადგენილია, რომ ურთიერთქმედების რეაქცია მაგნიუმის სულფატსა და კალციუმის ფოსფატებს შორის ეკუთვნის პირველი რიგის რეაქციას და გამოთვლილია რეაქციის სიჩქარის კონსტანტა.

დადგენილია, რომ ურთიერთქმედების რეაქციის შედეგად მიიღება მსხვილკრისტალოვანი, კარგად მფილტრავი კალციუმის სულფატის ნალექი.

მაგნიუმის სულფატსა და კალციუმის ფოსფატებს შორის ურთიერთქმედების რეაქციასა და წარმოქმნილ კალციუმის სულფატის კრისტალიზაციას მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს ექსტრაქციული მეთოდით ფოსფორის მკვას წარმოებაში.

დაგეგმილი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Bassett. J. anorg. chem., 59, 1, 1908, 48—50.
2. Bassett. J., chem. Soc., 257, 2, 1958, 2949—2955.
3. А. П. Белополюский, А. А. Таперова... ЖХП, 14, 1937, 504.
4. А. П. Белополюский, М. Т. Серебренникова... ЖХП, 17, 1940, 3.
5. А. П. Белополюский, С. Я. Шпунт... ЖПХ, XXIII, 8, 1950, 823.
6. С. Я. Шпунт, А. П. Белополюский... ЖПХ, XXIV, 4, 1951, 404.
7. А. П. Белополюский, С. Я. Шпунт. ЖПХ, XXVI, 3, 1953, 277.
8. М. Л. Чепелевецкий. Труды НИУИФ, 137, 1937, 6.
9. X. Nernst. Ztschr. f. Elektrochemie, 7, 1900, 267.
10. W. Nernst. Ztschr. f. Phyt. chem., 47, 1904, 52.
11. А. И. Бродский. Физическая химия. Л., Госхимиздат, 1948.



ФАРМАКОХИМИЯ

Р. М. МИКЕЛАДЗЕ, Г. Е. ДЕКАНОСИДZE

АНАТОМО-ГИСТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИСТА
 ПЛЮЩА КОЛХИДСКОГО НА СОДЕРЖАНИЕ САПОНИНОВ

(Представлено академиком В. С. Асатиани 2.6.1968)

Род *Hedera* L. относится к семейству аралиевых (*Araliaceae*) и биоморфологически представлен лиановидными, вечнозелеными кустарниками, несущими на своих стерильных побегах короткие корни-прироски, с помощью которых эти растения взбираются на деревья и скалы. Произрастают они в тенистых лесах, преимущественно в нижних и средних полосах до 1500 м от уровня моря. В пределах Советского Союза встречаются 6 видов плюща, а во флоре Грузии этот род представлен следующими тремя видами:

1. Плющ колхидский—*Hedera colchica* С. Koch.
2. Плющ Пастухова—*Hedera Pastuchowii* Woron.
3. Плющ кавказский—*Hedera caucasigena* Pojark (*Hedera Helix* aust. cauc. pop. L.) [1, 2].

Ни один из перечисленных видов в научной медицине не известен и все они не изучены фармакохимически. В этом отношении имеются научные данные о плюще обыкновенном (*H. helix* L.), содержащем сапонины антиэкссудативного действия [3].

В Институте фармакохимии АН ГССР им. И. Г. Кутателадзе началось фармакохимическое исследование плюща колхидского на содержание в нем биологически активных соединений. Установлено, что этот плющ содержит сапонины тритерпеновой группы. Сравнительный фитохимический анализ отдельных органов этого растения показал, что наибольшим содержанием сапонинов характеризуются листья, в которых сумма сапонинов составляет около 15% от воздушно-сухого веса. Поэтому наши анатомо-гистохимические исследования будут касаться прежде всего изучения листа, но с целью охвата целостного растения нами запланировано проведение подобных же исследований и по остальным органам данного растения.

По своей анатомической структуре лист плюща колхидского принадлежит к дорзо-вентральному типу. Эпидермис одностойный состоит из сильно извилистых клеток. В верхнем эпидермисе устьицы не замечаются, их много на нижнем эпидермисе. Волоски немногочисленные, 25. „მეცნიერება“, ტ. 52, № 2, 1968

астероидного типа, равномерно расположенные по обе стороны листа. Палисадная паренхима представлена двухрядными клетками. В губчатой паренхиме встречаются воздушные полости, много щавелевокислых кристаллов в виде друз. Проводящие пучки имеют колатеральный тип и часто содержит вместилища схизогенного типа.

Для гистохимических исследований листа, во избежание нарушения нативной гисто-цитотопографии сапонинов, срезы готовились вручную. Гистохимическую реакцию проводили с насыщенным раствором треххлористой сурьмы в хлороформе, с которым сапонины дают яркий малиново-красный цвет. Одновременно готовились контрольные (—) препараты, из которых сапонины были удалены горячим спиртом.

Для дифференцирования сапонинов от флавоноидов, которые также присутствуют в данном растении, мы использовали метод кристаллизации сапонинов, описанный Г. К. Смирновой [4]. С этой целью срезы свежих листьев обрабатывали парами аммиака и затем перенесли в ацетон, в котором флавоноиды растворяются, а сапонины выпадают в виде мелких пучковидных кристаллов, расположенных в основном по периферии цитоплазмы (рис. 1). Сапонины, как это видно из микрофотографии, имеются почти во всех клетках мезофилла. Однако для определения гисто- и цитотопографии сапонинов указанный метод кристаллизации нельзя считать достоверным, так как при этом происходит определенное перемещение выпавших кристаллов из первичных мест их биосинтеза, на что указывает ряд моментов нахождения этих кристаллов вне среза. Поэтому для выявления более нативной картины топографии сапонинов на уровнях тканей и клеток мы провели цветную гистохимическую реакцию на срезах свежего материала. С насыщенным раствором треххлористой сурьмы в хлороформе сапонины дали малиново-красную окраску, в отличие от флавоноидов, которые с этим реактивом дают желтую окраску.

Цитологический анализ срезов с реакцией на сапонины показал следующее. Внутриклеточная топография сапонинов характеризуется тем, что эти соединения, как правило, локализованы на поверхностях хлоропластов в виде мелких пятнышек, а иногда большая часть поверхности хлоропласта покрыта окрашенным слоем (рис. 2). Других закономерностей внутриклеточной топографии сапонинов нами не обнаружено. Локализация сапонинов на поверхности хлоропластов указывает на то, что биосинтез этих веществ ближайшим образом должен быть связан с первичными продуктами фотосинтеза, что может до некоторой степени пролить свет на правильную ориентацию в разрешении вопроса о биогенезе сапонинов. Такая локализация сапонинов внутри клеток говорит о том, что эти соединения должны играть важную роль в жизнедеятельности этого растения. Кроме того, сапонины встречаются

в элементах проводящих пучков, в частности в клетках механической ткани пучка, где эти клетки большей частью целиком заполнены сапонинами (рис. 3). Такую же картину видим в ряде клеток эпидермиса, особенно в участках вдоль главной и боковой жилок, где клетки эпидермиса также заполнены сапонинами (рис. 4). Наличие сапонинов в элементах проводящих пучков указывает на то, что эти вещества необходимы и для других органов данного растения.



Рис. 1. Кристаллы сапонинов в мезофилле листа. Ув. 7×40

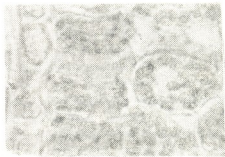


Рис. 2. Внутриклеточная локализация сапонинов. Ув. 10×40

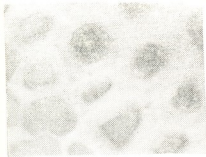


Рис. 3. Накопление сапонинов механических элементах пучка. Ув. 7×40

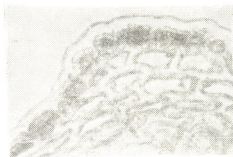


Рис. 4. Накопление сапонинов в клетках эпидермиса. Ув. 7×20

Помимо клеток, сапонины обнаруживаются и в межклеточниках мезофилла в виде тонких тяжей (рис. 2).

Таким образом, в пределах листовой пластинки исследуемые сапонины выявляют следующую гисто- и цитотопографическую закономерность. Внутри клеток сапонины обнаруживаются на поверхностях хлоропластов в виде точек и мелких пятен. Что касается ядра, то в отношении этого главного органоида клетки нами не обнаружено каких-либо моментов локализации сапонинов. Внутриклеточная локализация этих

веществ имеется в клетках эпидермиса (верхнего и нижнего) вдоль главной и боковых жилок. Эти клетки целиком заполнены сапонинами. Такая же локализация встречается и в ряде механических клеток проводящих пучка.

Миграционные закономерности сапонинов могут быть установлены лишь после проведения подобных гистохимических анализов по другим органам растения.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт фармакохимии им. И. Г. Кутателадзе

(Поступило 4.6.1968)

ფარმაკოქიმია

რ. მიქელაძე, გ. დეკანოსიძე

კოლხური სუროს ფოთლის ანატომიურ-ჰისტოქიმიური გამოკვლევა
 საკონინების შემცველობაზე

ჩ ე ნ ი შ ე

შესწავლილია კოლხური სურის (*Hedera colchica* C. Koch.) ფოთლში ტრიტერპენული საპონინების ლოკალიზაციის ჰისტო- და ციტოტოპოგრაფიული კანონზომიერებები. ფერადი ჰისტოქიმიური რეაქციებით დადგენილია, რომ საპონინები უჯრედშიგნით ლოკალიზირდებიან ქლოროპლასტების ზედაპირზე, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ამ შენაერთთა ბიოსინთეზი უშუალოდ უხდა იყოს დაკავშირებული ფოტოსინთეზის პირველად პროდუქტებთან. საპონინების უჯრედშიგნითა ლოკალიზაციას ადგილი აქვს აგრეთვე ფოთლის ეპიდერმისში (ძარღვების გასწვრივ) და გამტარ კონათა ზოგიერთ მექანიკურ ელემენტში; აღნიშნული უჯრედები უმეტესად გამოვსებულია საპონინებით. გარდა უჯრედებისა, საპონინების ლოკალიზაცია დადგენილია ფოთლის მეზოფილური ქსოვილას უჯრედშირის არეებშიც. აღნიშნულ მცენარეში საპონინების მიგრაციული კანონზომიერების დასადგენად განზრახულია მსგავსივე გამოკვლევების ჩატარება მცენარის სხვა დანარჩენ ორგანოზეც.

დათვრებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Флора СССР, т. XVI. М.—Л., 1950.
2. საქართველოს მცენარეების საკვები, ტ. I, თბილისი, 1964.
3. G. Vogel. *Planta med. Stuttgart*, 11, 1963, 362.
4. Г. К. Смирнов. *Аптечное дело*, № 5, 1966.

Дж. И. МАМАЛАДЗЕ, А. П. МАКАЦАРИЯ

КОРРЕЛЯЦИЯ И ВОЗРАСТ МОРСКИХ И РЕЧНЫХ ТЕРРАС КОЛХИДСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

(Представлено академиком А. Н. Джавахишвили 12.5.1968)

В результате проведенных в 1964—1967 гг. в предгорной части Колхидской низменности на восточном побережье Черного моря полевых работ нам удалось установить, сопоставить между собой и проследить плейстоценовые морские террасы как в южной, так и в северной предгорных частях Колхидской низменности, в глубь суши от морского побережья до г. Зестафони (более 100 км). Выявилось, что в предгорьях, на всем протяжении террасы сохраняют свои абсолютные уровни и являются непосредственным продолжением фаунистически охарактеризованных морских террас западного окончания Аджаро-Имеретского хребта, с одной стороны, и Абхазского побережья, с другой, которые не прерываясь, обрамляют низменность и сходятся у смыкания упомянутых предгорий. Здесь нам удалось проследить все известные на побережье Кавказа ярусы морских террас. Количество их с запада на восток по мере повышения рельефа уменьшается за счет выпадания нижних ярусов, и у восточного окончания низменности развита лишь наиболее высокая и древняя четвертичная — чаудинская терраса.

На юго-западе низменности, в районе с. Ахалсопели, а также на западе и востоке от него, имеются все ступени морских террас. Они хорошо развиты на том же меридиане и в противоположной части низменности у антиклинального массива Урта и г. Зугдиди. Наблюдения показали, что уступ 10—15-метровой террасы (позднекарангатской) в восточном направлении прослеживается лишь до с. Нигвзиани на юге и с. Хета на севере, где он исчезает. Этот факт свидетельствует о том, что границей распространения позднекарангатского залива является меридиан Нигвзиани—Хета. Восточнее с низменностью сливаются и следующие высокие террасы (см. табл. 1 и рис. 1).

Из таблицы видно, что между высокой и низкой чаудинскими террасами выделяется еще одна — 120—130-метровая. На побережье Черного моря эта поверхность отмечается рядом исследователей [1, 2] на аналогичных уровнях как синхронная позднечаудинской террасы. По нашим же данным, террасы 95—110 м, 120—130 м и 150—160 м широко развиты как на побережье Черного моря, так и в холмистой полосе Колхидской низменности и в разрезах встречаются вместе. Поэтому оче-

Распространение и уровни четвертичных морских террас в холмистой поло-

Порядковый номер террас	Фактически охарактеризованные морские террасы между речья Супсеса — Натанеби (по различным авторам)	Ахалсепели — Нигвиани	Чибаби	Ланчхуги — Саджавахо	Даллари	Мтис-Дзир	Ваши	Бзвани	Амаглеба — Зендари
I	3—5	—	—	—	—	—	—	—	—
II	10—15	10—15	—	—	—	—	—	—	—
III	20—25	20—25	20—25	20—25	—	—	—	—	—
IV	40—45	40—45	40—45	30—35	30—35	—	—	—	—
V	60—65	60—65	60—65	50—60	50—60	50—55	—	—	—
VI	—	80—85	80—85	75—80	—	80—85	80—85	—	—
VII	95—110	100—105	100—105	95—100	—	—	100—110	100—110	90—110
VIII	130—150	140—145	—	120—130	130—140	130—135	130—135	130—140	—
IX	160	150—160	—	150—160	—	—	150—160	160—170	160—170

Корреляционная схема морских и речных террас

Морские террасы		Речные (относительные и абс. уровни (м))					
№ п/п	абс. высота, м	№ п/п	р. Ингури	№ п/п	р. Цхенисцкали	№ п/п	р. Риони
I	Пляжевые накопления 1,5—2 3—5		Русло Пойма 1,5—2(5—10)		—		—
II	10—15	I	Пойменная терраса 4—5 (15—20)		—		—
III	20—25	II	10—12(25—33)		—		—
IV	30—40	III	15—20(45—50)		—		—
V	50—60	IV	33—35(60—70)		—		—
VI	70—80	V	45—50(90—100)		1,5—2(90—95) Пойменная терраса		1,5—2(90—95) Пойменная терраса
VII	100—110	VI	55—60 (110—120)	I	3—4 (100—110)	I	4—5 (100—105)
VIII	120—140	VII	70—80 (140—150)	II	8—10(150—160)	II	10—12(130—140)
IX	160—180	VIII	140—150(175—180)	III	25—30(180—185)	III	25—30(180—185)

се Колхидской низменности и на Кавказском побережье Черного моря

ур. Аджаметского ле- са—Свири	Арпегга (Зестафонский р-н)	Эцери—Терджола	Кутанси—Цхалтубо	Цхакая	Урга—Зугдиди	Террасы Абхазии	Фаунистически охарак- теризованные террасы Кавказского побережья Черного моря (по раз- личным авторам)	Возраст
—	—	—	—	—	—	1,5—2	1,5—2	Лазский [2] (нимфейский)
—	—	—	—	—	—	3—5	3—5	Древне- черноморск.
—	—	—	—	—	10—15	10—15	12—15	Позднека- рангатск.
—	—	—	—	20—25	20—25	20—25	22—25	Раннекаран- гатский
—	—	—	—	30—35	30—35	35—40	30—40	Узуилар- ский
—	—	—	—	50—55	50—55	50—60	45—50	Позднедрев- неэвксин.
—	—	—	—	75—80	75—80	75—80	60—70	Раннедрев- неэвксин.
—	—	—	105—110	100—110	100—110	100—110	95—110	Позднечау- динский
—	—	—	140—145	120—130	140—150	—	130—150	} Раннечау- динский
160—180	160—170	150—170	160—180	150—170	160—180	—	—	

Таблица 2

холмистой полосы Колхидской низменности

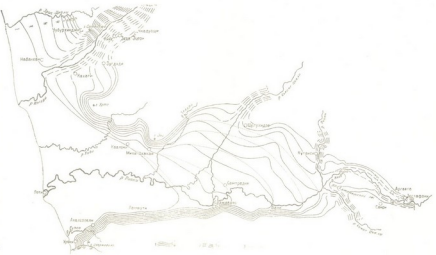
террасы в районе слияния с морскими террасами)				В о з р а с т
№ п/п	р. Квирила	№ п/п	р. Ханис-цкали	
—	—	—	—	Современная стадия Лазский [2] (нимфейский) Древнечерноморский Позднекарангатский Раннекарангатский Узуиларский Позднедревнеэвксинский Раннедревнеэвксинский
—	—	—	—	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
—	1,5—2(9—95)	—	1,5—2(90—95)	Позднечаудинский } Раннечаудинский
I	Пойменная терраса 4—5 (100—105)	I	Пойменная терраса 3—4 (100—110)	
II	10—12(130—140)	II	10—12(150—160)	
III	35—40(175—180)	III	35—40(170—180)	

видно, что терраса 120—130 м является самостоятельной, выработанной в одну из стадий раннечаудинского времени.

Приведенный выше материал способствует разрешению трудной проблемы датировки речных террас Колхиды. С ярусно расположенными морскими террасами в холмисто-грядовой зоне Колхидской низменности непосредственно увязываются синхронные им речные террасы, что дает возможность датировать последние. С этой точки зрения особого внимания заслуживает долина р. Ингури, террасы которой наиболее полно и отчетливо увязываются с морскими.

Террасы р. Ингури изучены рядом исследователей [3, 4]. Наиболее высокой и древней из четвертичных террас в предгорной зоне является чкадуашская терраса. С абс. высоты 340—350 м у с. Лиа она снижается до 175—180 м у с. Чхоуши. Фрагменты этой террасы наблюдаются и на правом склоне долины. В р-не с. Чубухиджи она непосредственно увязывается с раннечаудинской морской террасой, развитой на абс. высоте 160—170 м. В с. Рухи ей соответствует эрозивный останец на аналогичной высоте, сложенный галечником. Исходя из вышесказанного речная терраса (чкадуашская), являющаяся синхронной раннечаудинской морской террасе, должна датироваться аналогично последней. На левом склоне долины Ингури хорошо развита эцерская терраса, непрерывно прослеживающаяся вдоль реки на 17—18 км. Абс. выс. террасы в р-не с. Лиа 260—280 м. Постепенно снижаясь, она доходит до 140—160 м у с. Нацулуке, после чего непосредственно сливается в р-не Зугдиди с широкой позднечаудинской морской террасой, развитой на 100—110 м абс. выс. Терраса сложена крупным галечником мощностью 25—30 м. Галечник горизонтально расположен на чередующихся желтовато-серых песчаниках и темноцветном мергеле, которые довольно сильно дислоцированы. В этих отложениях обнаружена микрофауна: *Ciprideis* sp., *Caspiocipris* sp., *Trachyleberis* exg. *pontica* Liv., которая по определению З. Имнадзе плиоценовая.

Террасы р. Ингури, как и широкие террасы других рек, характеризуются несколькими плоскостями. Например, на левом склоне долины р. Ингури выделяются две ступени широкой рикской и эцерской террас. Резкими уступами выделяются террасовые плоскости и на чкадуашской террасе, что отмечено Л. И. Маруашивил [3]. Аналогичная картина наблюдается и в отношении морских террас. Например, кроме вышеотмеченной чаудинской террасы, наличием двух ступеней характеризуются древнеэвксинские и квангатские террасы, что указывает на колебания уровня моря в эти эпохи. Исходя из этого каждой морской террасе должна соответствовать одна речная терраса, которая в то же время является синхронной ей по возрасту. Это хорошо подтверждается на примере террас р. Ингури. Эцерская высокая терраса в р-не Зугдиди



Քրտ. 1. Հայաստանի արևելյան մասի և Գեղարքայի շրջանի քարտեզը
 1—արևելյան շրջանի, 2—Գեղարքայի շրջանի, 3—Գեղարքայի շրջանի

увязывается со 120—130-метровой морской террасой, а низкая — с 100—110-метровой. Две рикские террасы в р-не с. Кахаты непосредственно переходят в морские ступени: высокая — в 75—80-метровую, низкая — в 50—60-метровую, и соответственно датируются раннедревнеэвксинскими и позднедревнеэвксинскими. Также непосредственно сливаются с морскими террасами и более низкие террасы р. Ингури, которые хорошо выражены на обоих склонах долины. Первая терраса развитая на относительной высоте 4—6 м в р-не Зугдиди, постепенно снижаясь, в р-не с. Набакеви сливается с береговой полосой позднекараугатского морского бассейна. Граница этого бассейна здесь находится на абс. высоте 10—15 м. Пойменная терраса в р-не устья р. Ингури непосредственно переходит в древнечерноморскую террасу, развитую на абс. выс. 3—5 м, и аналогично датируется. Все вышеизложенное сведено в табл. 2.

Совершенно иная картина наблюдается в восточной части Колхидской низменности, в долинах рр. Цхенис-цкали, Риони, Квирила и Ханис-цкали, где выработаны лишь три надпойменные террасы четвертичного возраста. Так, например, первая терраса р. Квирила достигает ст. Аджамети и сливается с границей распространения позднечаудинского морского бассейна. Вторая терраса продолжается до слияния с раннечаудинской террасой, развитой на абс. высоте 120—130 м, западнее с. Аргвета; третья терраса доходит до с. Аргвета, где сливается с 160—170-метровой раннечаудинской террасой (см. табл. 2 и рис. 1).

Таким образом, вокруг Колхидской низменности, в холмисто-горной зоне широко развиты четвертичные морские террасы. Речные террасы в предгорье, непосредственно увязывающиеся с соответствующими морскими террасами, по возрасту идентичны последним.

Академия наук Грузинской ССР

Институт географии им. Вахушти

(Поступило 14.5.1968)

ფიზიკური გეოგრაფია

ჯ. მამალაძე, ა. მაკაცარია

კოლხეთის დაბლობის ზღვიური და მდინარეული ტერასების
კორელაცია და ასაკი

რეზიუმე

კოლხეთის დაბლობის ირგვლივ გორაკ-ბორცვიან ზოლში ფართოდაა გავრცელებული ტერასები, რომლებიც დღემდე მდინარეულად იყო მიჩნეული. ახალი მასალების საფუძველზე შესაძლებელი გახდა დაგვედგინა, რომ ეს ტერასები მეოთხეული ასაკის ზღვიური ტერასებია.

დათარგმნებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. П. В. Федоров. Труды Геол. ин-та, вып. 88, М., 1963.
2. Д. В. Церетели. Плейстоценовые отложения Грузии. Тбилиси, 1966.
3. Л. И. Маруашвили. Труды Ин-та географии им. Вахушти, т. XVIII, 1963.
4. С. Н. Неманишвили. Труды Ин-та географии им. Вахушти, т. XVII, 1962.



УДК 551.32(234.91)

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Ч. П. ДЖАНЕЛИДZE

**К ДИНАМИКЕ ЛЕДНИКОВ ЮЖНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО
 КAVKAZA В ГОЛОЦЕНЕ**

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. Л. Цагарели 9.6.1968)

На протяжении последних двух десятилетий вопрос о динамике горных ледников в голоцене привлекает большое внимание ввиду того значения, которое придается этому вопросу в реконструкциях физико-географических условий послеледниковой эпохи. В литературе высказаны определенные соображения о закономерностях деградации горных ледников в голоцене.

По мнению большинства исследователей, стадияльная динамика вюрмских ледников заключается в чередовании фаз отступления ледников с фазами их наступления. При этом доказывается, что фазы отступления, как правило, бывают более продолжительными и медленными, тогда как фазы наступления осуществляются сравнительно кратковременными, но быстрыми движениями ледников. Между этими фазами на определенное время устанавливается стационарное положение ледника, когда происходит образование конечных морен. Последние и являются основными аргументами, доказывающими стадияльный характер распада вюрмских ледников в горах. Во многих горных странах мира описаны комплексы, состоящие из 8 стадияльных морен, показывающих число стадий отступления вюрмских ледников в голоцене. Как теперь выяснено, стадияльная дегляциация обуславливается в основном климатическими ритмами голоценовой эпохи. Вместе с тем, в силу влияния разных геологических и географических факторов (географическое положение страны, абс. высота, экспозиция, величина области питания, неотектонические процессы и др.) чередование климатических ритмов голоцена по-разному сказывалось на режиме горных ледников. Естественно, что результаты климатических изменений в процессе сокращения вюрмского оледенения не должны были быть одинаковыми. Как показывают палеогляциологические наблюдения по разным горным районам, число стадияльных морен и их высотное положение разнятся от места к месту. Не во всех долинах сохранены полные комплексы конечно-моренных образований, иногда отсутствуют некоторые промежуточные конечные морены, которые, по всей вероятности, могли быть уничтожены

последледниковой денудацией или вовсе не образоваться в зависимости от местных условий. Палеогляциологические наблюдения во многих горных странах и в частности на Кавказе подтверждают это положение.

В предлагаемой статье дана попытка сопоставить результаты проведенного автором в трех долинах Южного склона Большого Кавказа анализа стадияльных морен с выводами других исследователей, проводивших исследования стадияльного сокращения вюрмского оледенения по другим горным районам. Автором изучены моренные образования бассейнов рр. Сакени (одна из главных составляющих р. Кодори), Гарула и Джеджори (левые притоки р. Риони). При анализе, помимо своих наблюдений, автором были использованы результаты наблюдения его предшественников по исследованию ледниковых отложений бассейнов вышеназванных рек.

На Южном склоне Большого Кавказа в силу различных физико-географических и геологических условий полные комплексы конечно-моренных образований имеются не во всех речных бассейнах. Наиболее яркие свидетельства стадияльного сокращения вюрмского оледенения в виде конечно-моренных валов сохранились в долине р. Сакени. Р. Сакени берет начало из ледников Главного Водораздельного хребта у горы Гвандра (3984 м). Питающий ее ледник Сакени залегает на юго-западном склоне Главного хребта и оканчивается на высоте 2540 м н. у. м. Примерно до такой же высоты спускаются языки других ледников, число которых в бассейне р. Сакени достигает 18. Современная снеговая граница здесь лежит на высоте 3100 м.

Л. И. Маруашвили [1] отмечает существование в долине р. Сакени стадияльных морен в высотном интервале 1500—2430 м. Этот исследователь описывает поперечные конечно-моренные валы между высотными отметками 1500—1930 м и совершенно свежие моренные образования на высоте 2450—2450 м. Примерно на тех же высотах указывает стадияльные морены в верхней части долины р. Сакени Д. В. Церетели [2]. Результаты наших наблюдений в основном, совпадают с данными упомянутых исследователей.

Конечная морена, четко выраженная в рельефе в виде поперечного по отношению к долине вала, лежит на высоте 1500 м в районе устья р. Олбаки (правый приток Сакени)! Морена имеет относительную высоту приблизительно 40 м, растянута поперек долины на 350—400 м. и покрыта хвойным лесом. Состоит она из угловатых валунов гранита средних и крупных размеров. Выше по долине, на абс. высоте 1670 м. расположен двойной вал конечной морены. Последующие стадияльные морены встречаются на отметках 1780, 1860 и 1940 м, имея такой же состав и морфологические признаки, как и нижние морены. Морена на высоте 1940 м подпирает озерную котловину на дне троговой доли-

ны. Котловина лишена моренного материала. Выше ее морены вновь появляются с высоты 2280 м. Последние имеют совершенно свежий облик и располагаются в два ряда соответственно на высотах 2280—2290 и 2490 м.

Подсчет высоты древней снеговой границы в момент образования самой нижней из описанных стадияльных морен нами сделан по методу Гефера. Средняя высота водораздельной линии верхней части бассейна р. Сакени равна 3445 м. Учитывая высоту нижней морены (1500 м) и высоту современной снеговой границы для данного бассейна, мы определяем величину депрессии снеговой границы в 630 м (для отдельных стадий величины депрессий см. в прилагаемой схеме). Здесь уместно отметить тот факт, что долина р. Сакени троговую морфологию сохраняет до абс. высоты 1200—1250 м (район лесозаготовительного пункта). Нами по обоим склонам долины на относительных отметках 15—30 м (над поймой) от лесозаготовительного пункта до места расположения описанной выше первой морены (1500 м) встречены крупные гранитные глыбы (80—100 м³). Несколько таких глыб отмечается выше лесозаготовительного пункта (1200 м) и в районе урочища «накравал» (1380 м). Эти факты наводят на мысль о возможности существования в прошлом конечно-моренных образований на отрезке долины лесозаготовительный пункт — устье р. Олбаки, т. е. между абс. отметками 1200—1500 м. Вероятно, предлагаемые моренные образования были уничтожены послеледниковой эрозией или погребены под мощными делювиальными шлейфами, которые развиты по обоим склонам долины. Если допускать достижение Сакенским ледником в прошлом отметки 1200 м, то депрессия для этой предполагаемой стадии Сакенского ледника будет равна 780 м.

Полный комплекс стадияльных морен представлен в бассейне р. Гарула. По исследованиям Д. В. Церетели [2] и Г. Д. Дондуа [3] и, отчасти, нашим наблюдениям, в долине этой реки насчитывается до 8 стадияльных морен, расположенных в высотном интервале от 1500—1550 до 2900—3000 м. Р. Гарула, берущая начало из каровых ледников Южного склона Большого Кавказа, протекает в юго-западном направлении и сливается с р. Риони выше г. Они. Большинство ледников бассейна р. Гарула в настоящее время спускается до высоты 3080—3050 м. Граница вечных снегов здесь, как и во всем бассейне р. Риони, лежит на высоте 3300 м.

Первая стадияльная морена в долине р. Гарула отмечается у с. Средняя Кважа на высоте 1550 м. Морена расположена на поверхности второй надпойменной террасы и сложена угловатыми обломками диабазов, порфиритов, песчаников и сланцев. Остальные стадияльные морены находятся на отметках 1820, 2000, 2320, 2480, 2660, 2780 и 2950 м

н. у. м. Достоверность ледникового генезиса этих отложений не подлежит сомнению. Они развиты на дне троговой долины, располагаясь поперек последней, и имеют специфические для морен морфологические признаки. Морены с высоты 1900 м в основном лишены лесной растительности и ясно выражены в рельефе долины.

Судя по высоте первой стадальной морены (1550 м), величина депрессии снеговой границы, по сравнению с ее нынешним положением, равнялась 840 м (средняя высота водораздельной линии, оконтуривающей верхнюю часть бассейна по топографической карте, равна 3370 м).

В бассейне р. Дзеджори, расположенном по соседству с бассейном р. Гарула (их отделяет друг от друга отрог Главного Кавказского хребта), ледниковые отложения в виде конечных морен изучены Д. В. Церетели и Г. Д. Дондуа. Высотные отметки конечных морен, по наблюдениям этих исследователей, в основном сходятся. Ими в этой долине отмечены 8 стадальных морен. Ниже мы укажем высоты расположения отдельных стадальных морен по наблюдениям Г. Д. Дондуа. Этот исследователь, проводивший палеогляциологические наблюдения в бассейне вышеназванной реки в 1958 г., первую стадальную морену отмечает на высоте 1500 м н. у. м. За морену исследователь принимает т. н. Накребскую террасу, выработанную в моренном материале и заключающую в себе необработанные крупные валуны сланцев и песчаников нижнеюрского возраста. Эта терраса в качестве конечной морены принята и Д. В. Церетели. Последующие стадальные морены указываются: 1) между сс. Кобета и Киста на высоте 1700 м, 2) у устья р. Тамагина — 1800 м, 3) в районе с. Верхняя Лета — 1900 м, 4) у устья р. Халаца (одна из главных составляющих р. Дзеджори) — 2300 м и выше по трог Халаца на высоте 2700, 2850 и 3000—3020 м. Депрессия снеговой границы в момент максимального развития юрмского ледника в бассейне р. Дзеджори по высотному положению самой нижней стадальной морены равна 854 м.

Депрессии снеговой линии по стадиям

Стадия	Бассейн р. Сакени		Бассейн р. Гарула		Бассейн р. Дзеджори	
	Высота морен, м	Величина депрессии, м	Высота морен, м	Величина депрессии, м	Высота морен, м	Величина депрессии, м
Максимум юрма						
1	1200	780	1550	840	1550	854
2	1500	626	1800	715	1700	754
3	1670	552	1975	628	1800	706
4	1780	482	2300	465	1900	654
5	1860	448	2450	390	2300	454
6	1940	413	2650	290	2700	254
7	2280	238	2780	225	2850	179
	2480	138	2950	140	2980	114

Анализ высотного положения отдельных стадияльных морен в бассейнах рр. Сакени, Гарула и Джеджори в соответствии с современной высотой границы вечных снегов дал возможность построить схему величин депрессий для отдельных стадий отступления ледников.

Как видно из схемы, она в некоторой степени имеет сходство с существующими схемами отступления ледников горных стран (как и для других горных районов, для Южного склона Большого Кавказа намечается тенденция восьмикратного стадияльного отступления ледников в голоцене). Наряду с этим, имеется и некоторое различие между ними, которое заключается как в разности величин депрессий снеговой границы для максимальной фазы вюрмского оледенения, так и в разнице значений для отдельных последующих фаз отступления ледников. Так, например, как известно, для Альп среднюю величину депрессии снеговой границы в момент максимального развития вюрмского оледенения определяют в 1200 м, для среднеазиатских гор, а также для Восточного Саяна, Кодара и Камчатки — в 1000 — 1100 м [4]. На Южном склоне Большого Кавказа снеговая линия в максимальной фазе последнего оледенения опускалась в среднем на 800—850 м ниже современного ее положения (Л. И. Маруашвили, 1964). Для соседних с Кавказом горных стран, имеющих сходные с ним физико-географические условия, характерны такие же величины депрессии снеговой границы максимальной фазы вюрмского оледенения. М. Бобек, проводивший палеогляциологические наблюдения на Эльбрусских (северный Иран) и Восточно-Таврских горах [5], определяет величину снижения линии и вечных снегов в максимальную фазу вюрма соответственно в 800 и 700 м.

В западной части Южного склона Большого Кавказа до восьми стадияльных морен описано и в бассейнах других рек. Например, Д. В. Церетели [2] в бассейне р. Бзыбь отмечает существование семи стадияльных морен в интервале от 1350 до 2350 м. Тот же исследователь описывает до восьми стадияльных морен в бассейне р. Ингури (долины рр. Адиши, Накра и Ненскра). В восточной части Южного склона Большого Кавказа полных комплексов стадияльных морен не имеется. Причиной этого является, во-первых, плохая сохранность более древних следов ледниковых явлений. Как известно, восточнее бассейнов рр. Терек и Большой Лиахви развиты интенсивно складчатые сланцы лейаса, легко поддающиеся денудационным процессам, вследствие чего морены, за исключением разве последних стадий отступления ледников, почти не сохранились. Во-вторых, региональные особенности в характере оледенения, а именно более крупные масштабы оледенения западной части Большого Кавказа, по сравнению с его восточной половиной, обусловленные вполне определенными климатическими причинами, по всей ве-

ростности, обуславливали слабое выражение стадияльного сокращения ледников восточной части Южного склона Большого Кавказа.

Обобщая сведения по стадияльному сокращению горных ледников Южного склона Большого Кавказа и сопоставляя их с выводами ряда исследователей, занимающихся изучением данной проблемы, автор разделяет мнение о единстве процесса сокращения вюрмского оледенения. Сокращение горных ледников в голоцене носило стадияльный характер и было связано с климатическими условиями, изменение которых носило общепланетарный характер.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт географии им. Вахушти

(Поступило 11.6.1968)

ფიზიკური გეოგრაფია

მ. ჯანელიძე

კავკასიონის სამხრეთი ფერდობების მყინვართა
 დინამიკისათვის პოლოცენში

რეზიუმე

კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებზე ზოგიერთი მდინარის (საქენი, ნაკრა, ნენსკრა, ღარულა, ჯეჯორი) აუზში დადგენილია მ ბოლომორენის არსებობა. მორენების ჰიფსომეტრიული განლაგების თავისებურება საფუძველს გვაძლევს წარმოვადგინოთ ვიურმული მყინვარების უკანდახევის ხასიათი პოლოცენურ ეპოქაში. მყინვარების უკუდახევა ატარებდა სტადიურ ხასიათს და იგი წარმოებდა კლიმატური პირობების რიტმული ცვალებადობის საერთო ფონზე.

დავოყმაგული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Л. И. Маруашвили. Труды Ин-та географии им. Вахушти, т. XIV, 1961.
2. Д. В. Церетели. Плейстоценовые отложения Грузии. Тбилиси, 1966.
3. Г. Д. Дондуа. Труды Ин-та географии им. Вахушти АН ГССР, т. XII, 1959.
4. Е. В. Максимов. Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. № 31, 1966.
5. Е. В. Максимов. Ученые записки ЛГПИ им. А. И. Герцена, т. 244, 1963.



ПЕТРОГРАФИЯ

С. А. КЕКЕЛИЯ, А. И. МАХАРАДЗЕ

**К ВОПРОСУ О ХАРАКТЕРЕ РЕГИОНАЛЬНОГО МЕТАМОРФИЗМА
ВЕРХНИХ ГОРИЗОНТОВ ПОРФИРИТОВОЙ СВИТЫ БАЙОСА
ГРУЗИИ**

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. А. Твалчрелидзе 15.6.1968)

Мощные отложения порфиритовой свиты байоса широко распространены на территории Грузии. Детальная геологическая и петрографическая характеристика этих образований приведена в работах А. И. Джанелидзе [1], И. Р. Кахадзе [2], Г. С. Дзоценидзе [3] и др. По данным Г. С. Дзоценидзе [3], в наиболее полных разрезах свиты в нижней части устанавливаются спилитовые эффузивные покровы и их пирокластолиты, выше сменяющиеся покровами и пирокластолитами роговообманковых, биотитовых, плагиоклазовых и авгитовых порфиритов. В соответствии с классификацией Ю. А. Кузнецова [4] в свите нами выделяются: 1) комплекс спилит-диабазовой формации геосинклинального этапа развития и 2) комплекс базальт-андезит-липаритовой группы магматических формаций.

Степень метаморфизма этих комплексов является, на наш взгляд, одним из основных признаков, который позволит достаточно уверенно расчленить порфиритовую свиту на главные слагающие ее части. Предварительный опыт такого рода исследования и предлагается в настоящем кратком сообщении, в основу которого положен материал, собранный авторами в западной части Абхазии, между речью Риони-Квирила и на Дзирульском массиве. Анализ этого материала устанавливает некоторые особенности поствулканического изменения верхнего комплекса порфиритовой свиты.

Поствулканические изменения в породах верхнего комплекса выражены в основном цеолитизацией, анальцимизацией, карбонатизацией и селадонитизацией основной массы порфиритов и фенокристаллов. Часто фенокристаллы плагиоклаза полностью замещены цеолитом, карбонатом, селадонитом и альбитом; местами отмечаются полные псевдоморфозы анальцима по плагиоклазу, включающие зерна кварца. Повсеместно распространены жезды, заполненные постериорными минералами. Пирит равномерно распределен по всей массе породы.

В среднеюрских породах Г. В. Гвахария [5] и Г. С. Дзоценидзе [3] установлены анальцит, натролит, мезолит, томсонит, α -леонгардит, β -леонгардит, гейландит и десмин. Сведения о широко распространенном постериорном минерале селадоните в известной нам литературе отсутствуют.

Как правило, цеолиты ассоциируются с селадонитом, последний же часто слагает мономинеральные зоны. Распределение селадонита крайне неравномерное — он присутствует нередко в большом количестве, в связи с чем порода приобретает зеленую окраску и содержание в ней калия достигает 4% (табл. 1, обр. 13, 15, 32).

Селадонит развивается по стекловатому мезостазису, микролитам, фенокристаллам плагиоклаза, роговой обманки и пироксена, он также заполняет поры и трещины в породе, образуя агрегаты сноповидной, радиально-лучистой, чешуйчатой, крупнолистоватой, коломорфной и криптокристаллической формы.

В мономинеральных жеодах селадонит обладает концентрически зональным строением, нередко образуя 1—2 зоны радиально-лучистых агрегатов вдоль стенок пор, заполненных анальцитом или кальцитом. Под микроскопом селадонит имеет светло-зеленый и фиштакново-зеленый цвета. Часто зоны радиально-лучистого строения

отличаются друг от друга интенсивностью цвета. Преломление в сориентированных препаратах варьирует в широких пределах, достигая максимального значения $Ng' = 1,622—1,625$. По мере уменьшения содержания железа и увеличения степени замещения монтмориллонитом преломление и двупреломление селадонита уменьшаются.

Рентгенструктурное исследование наиболее темно-зеленого с высоким показателем преломления селадонита показывает (см. табл. 2) полную его аналогию с селадонитом Везувия, изученным Магдэфрау и Говманом [6]. Примечательно, что изученные нами селадониты, не подверженные воздействию поверхностных агентов, за исключением редких случаев, содержат некоторое количество разбухающих слоев (рис. 1). Селадониты иерфритовой свиты являются в основном неупорядоченно смешаннослойными гидрослюда-монтмориллонитовыми минералами с незначительным содержанием разбухающих слоев. Химический анализ селадонита (сбр. 37) приведен в табл. 1.

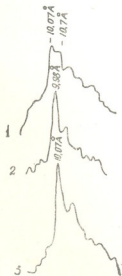


Рис. 1. Рентгенодифрактометрические кривые отражения 001 селадонита: 1—необработанный, 2—обработанный глицерином и 3—прокаленный при 550 С.

Таблица 1

Химические анализы селадонита и селадонитизированных вулканических пород

№ образцов	Влага	п. п. п.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
37	5,38	3,06	54,2	17,9	6,7	0,2	0,94	0,03	0,6	1,4	1,83	0,3	6,9
15	4,00	3,58	52,36	17,3	3,1	4,7	0,80	0,20	0,1	4,2	2,15	1,7	3,1
13	0,68	8,80	60,32	8,7	2,1	1,1	0,48	0,20	—	9,7	1,03	1,0	4,0
32	7,36	4,84	48,8	17,1	9,0	0,2	1,28	0,07	0,5	2,7	3,66	1,4	3,3

Таблица 2

Рентгенограммы селадонита, цеолитов и анальцима

1		2		3				4		5		6			
I	d/n Å	I	d/n Å	I	d/n Å	I	d/n Å	I	d/n Å	I	d/n Å	I	d/n Å	I	d/n Å
8	10,0	3	11,0	100	14,7	30	3,18	2	4,92	2	6,90	5	10,0	8	1,81
2	4,99	8	10,0	фон	повыш.	15	3,01	10	4,49	10	5,59	5	9,0	1	1,69
8	4,52	3	4,96	30 ^ш	10,0	9	2,71	4	3,68	3	4,88	3	7,0	2	1,66
6	4,32	10	4,49	ас		9	2,57	3	3,27	8	3,98	8	5,16	2	1,59
6	4,11	3	4,06	10	8,75	5	1,99	10	2,60	10	3,46	7	4,70	7	1,54
8	3,62	9	3,65	10	7,06	6	1,83	6	2,40	6	3,06	8	4,25	2	1,51
8	3,31	9	3,35	10	5,89	4	1,68	2	1,97	8	2,94	9	3,94	1	1,45
8	3,08	4	2,94	25	4,98	8	1,67	2	1,71	7	2,68	9	3,66	9	1,37
4	2,89	2	2,67	30	4,78	4	1,64	2	1,67	8	2,50	10	3,35	2	1,28
6	2,67	10	2,57	40 ш	4,54	5	1,62	9	1,52	8	2,09	1	3,18	4	1,25
10	2,57	10	2,40	{	4,48	4	1,59	1	1,44	8	1,91	6	2,96	4	1,22
2	2,48	2	2,12	40	4,43	4	1,55	8	1,30	9	1,86	4	2,79	5	1,20
8	2,39	2	1,97	40	4,22	3	1,53			9	1,74	2	2,69	7	1,18
4	2,25	1	1,83	35	4,03	4	1,51			7	1,41	2	2,59	6	1,15
2	2,14	5	1,65	35	3,86					7	1,35	5	2,44		
4	1,99	1	1,58	30	3,75					8	1,22	5	2,27		
4	1,95	10	1,51	30	3,62					3	1,18	4	2,11		
2	1,82	1	1,47	19	3,38							1	2,01		
2	1,71	1	1,42	15	3,31							2	1,95		
6	1,65	2	1,38									1	1,91		
4	1,59	1	1,33												
8	1,51	8	1,30												
4	1,34	1	1,27												
6	1,30	3	1,25												
2	1,28	6	1,20												
4	1,25														

1—Селадонит из Везувия [6]; 2—селадонит из порфириновой серы байоса (А—Fe, неотфильтрованный); 3—монтмориллонитизированный селадонит (А—Si, неотфильтрованный); 4—железистый монтмориллонит, образовавшийся за счет глауконита из порфириновой серы байоса (А—Fe, неотфильтрованный); 5—анальцим из порфириновой серы верховьев реки Псоу (А—Fe, неотфильтрованный); 6—агрегат цеолита, состоящий из смеси десмина, ломонтита и кварца из пепловых туфов кислого состава (А—Fe), неотфильтрованный; ш—широкий; ас—асимметричный.

В поверхностных условиях изученные селадониты неустойчивы и переходят в железистый монтмориллонит (табл. 2, обр. 4).

Селадонит, являясь широко распространенным постериорным минералом, образовавшимся в период регионального изменения верхнего



комплекса свиты, наряду с карбонатом, характеризует околожильное гидротермальное изменение на эпитегральных месторождениях.

Цеолиты и анальцим распространены неравномерно.

Рентгеноструктурным анализом установлено присутствие анальцима (табл. 2, обр. 5), десмина и ломонита (табл. 2, обр. 6). Гейландит диагностирован по его оптическим свойствам. На отдельных участках фиксируются пренитовые и хлоритовые скопления. Они отмечены в брекчиях авгит-лабрадоровых порфиритов и свидетельствуют о наличии пренит-пумпеллитовой зоны, переходной от цеолитовой фации к фации зеленых сланцев, характерной для нижнего комплекса порфиритовой свиты. Переход между отмеченными фациями постепенный.

Наиболее распространенными ассоциациями верхнего комплекса порфиритовой свиты являются селадонит+анальцим+карбонат, селадонит+анальцим+карбонат+кварц+альбит, анальцим+альбит, ломонит+десмин+карбонат+селадонит и гейландит+селадонит. В результате проведенных исследований установлены ассоциации, образовавшиеся в условиях цеолитовой фации, представляющей собой переходную ступень от неметаморфизованных осадков к фациям регионального метаморфизма [7, 8]. Ассоциации цеолитовой фации, по данным П. Г. Коссовской и В. Д. Шутова [9], относятся к эпигенетическим изменениям. В отличие от вулканогенных отложений Новой Зеландии, в которых выделяются две подзоны—анальцим-гейландитовая и ломонитовая, указывающие на прогрессивный характер метаморфизма в цеолитовой фации [8], в порфиритовой свите отмеченные ассоциации занимают лишь верхние части разреза и их пространственное распределение определяется составом исходных пород. Ломонит характерен для насыщенных, анальцим и гейландит—для недосыщенных кремнистой пород. Здесь наряду с зависимостью состава цеолитов от состава исходных пород, выявляется разновременность максимальных метаморфических преобразований, о чем свидетельствует наличие пренита. В аналогичных условиях подобная картина отмечена Д. С. Кумбсом [10].

По экспериментальным данным, в орде, обладающей избытком SiO_2 верхней температурной границей равновесной ассоциации анальцим+кварц+альбит+ H_2O является 200—240°C. Отсутствие свободного кремнезема повышает стабильность анальцима, и он образуется лишь при температуре свыше 500°C [8, 11].

Экспериментальные данные несопоставимы с природными, поскольку порфиритовая свита сложена породами, недосыщенными кремнеземом. Особо важное значение в процессе преобразования пород здесь приобретают, по-видимому, сопряженные реакции. Одновременное образование цеолитов, селадонита и других минералов в условиях системы, открытой для H_2O , CO_2 , Na_2O и K_2O , а возможно, и для других компо-

ნენტოვ, **მოგლო** **სპოცობსოვოთ** **პოზიჯიწიწი** **სუმიარნი** **თეპლოვო** **ეფექტა** **რეაქციი** **ი** **ვიდელენიუ** **ასოციაციი** **პრი** **ნიჯკი** **თემპერატურა**, **ხარაქტერნი** **დია** **ცეოლითოვო** **ფაციი**.

Отмеченные различные ассоциации и непостоянный состав селадонита отражают изменчивые условия температуры и состава метаморфизирующего раствора. Процесс этот близок к явлениям, наблюдаемым на участках современной вулканической деятельности [8, 12], отличаясь от него более региональным масштабом и однотипностью изменения. Подобные изменения относятся к начальной стадии первого типа метаморфизма геосинклинальных подвижных зон [13]. Однако интенсивное изменение, устанавливаемое вдоль трещин, сформированных в период складкообразования, свидетельствует о том, что низкотемпературный метаморфизм вулканогенных отложений байоса близок по времени со складчатостью. Синекладчатый, а возможно, постскладчатый характер низкотемпературного метаморфизма байосских отложений отличает его от описанных аналогичных изменений платформенных областей [9].

Собранный нами материал подтверждает необходимость выделения цеолитовой фации в самостоятельную фацию регионального метаморфизма вулканогенных комплексов геосинклинальных областей. В отличие от других регионов, в вулканогенных отложениях байоса низкотемпературный метаморфизм проявлен интенсивной селадонитизацией. Цеолиты и анальцим играют подчиненную роль.

Можно думать, что результаты исследований степени регионального метаморфизма мощных геосинклинальных монотонных стратиграфических трудно расчленяемых толщ будут способствовать выяснению их геологических и структурных особенностей.

Кавказский институт
минерального сырья

(Поступило 11.6.1968)

კეტიროგრაფია

ს. კეკელიძე, ა. მახარაძე

საქართველოს ბაიოსის კორფირიტული წყების ზედა
კორიფონტების რეგიონალური მეტამორფიზმის ხასიათის
საკითხისათვის

რეზიუმე

საქართველოს ბაიოსური წყების ზედა კორიფონტებში პოსტმაგმატური შეცვლის პროდუქტები წარმოდგენილია დაბალტემპერატურული ცეოლითური ფაციესით, რომლის დამახასიათებელი მინერალებია ანალციმი, სელადონიტი, კალციტი, ალბიტი, კვარცი, ცეოლითებიდან — ჰეილანდიტი, ლომონტიტი და დესმინი. აღნიშნულ ფაციესს აქვს ფართო რეგიონალური გავრცელება

და ჩვენ მიერ შესწავლილ რაიონებში (დასავლეთი აფხაზეთი, მდინარეების რაიონისა და ყვირილას აუზები, ძირულის მასივი) კარგადაა წარმოდგენილი. სხვა რეგიონებისაგან განსხვავებით, საქართველოს ბაიოსის პორფირიტულ წყებაში ფართო გავრცელებით სარგებლობს სელადონიტოზაციის პროცესი.

დასაწყვეთი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Джanelидзе. Геологические наблюдения в Окрибе и в смежных частях Рачи и Лечхуми. Тбилиси, 1940.
2. И. Р. Кахадзе. Труды Геол. ин-та АН ГССР т. III (VIII), сер. геологическая, Тбилиси, 1947.
3. Г. С. Дзоендидзе. Домиоценовый эффузивный вулканизм Грузии. Ин-т геол. и минер. АН ГССР, Монографии, № 1, Тбилиси, 1948.
4. Ю. А. Кузнецов. Главные типы магматических формаций. М., 1964.
5. Г. В. Гвахария. Цеолиты Грузии. Ин-т геол. и минерал. АН ГССР, Монографии, № 3, Тбилиси, 1951.
6. В. М. Михеев. Рентгенометрический определитель минералов. М., 1957.
7. У. Файф, Ф. Тернер, Дж. Ферхуген. Метаморфические реакции и метаморфические фации. М., 1962.
8. D. S. Coombs, A. I. Ellis, W. S. Fyfe, A. M. Taylor. *Acta geochim. et cosmochim.*, 17, № 1/2, 1959.
9. А. Г. Коссовская, В. Д. Шугов. В сб.: «Вулканогенно-осадочные формации и полезные ископаемые». М., 1965.
10. Д. С. Кумбе. Труды XXI Международного геол. конгресса, II, 1962.
11. Э. Э. Сендеров. В сб.: «Геохимические исследования в области повышенных давлений и температур». М., 1965.
12. С. И. Набоко. Гидротермальный метаморфизм пород в вулканических областях. М., 1962.
13. Б. Я. Хорева. Геотектоника, № 6, 1966.

ПЕТРОГРАФИЯ

М. А. БЕРИДЗЕ

О НИЖНЕЮРСКОМ ВУЛКАНИЗМЕ ВЕРХОВЬЕВ
рр. АВАДХАРА И ЛАШИПСЕ

(Представлено академиком Г. С. Дзоциндзе 5.7.1968)

Среди нижнеюрских песчано-сланцевых отложений Южного склона Большого Кавказа в пределах северо-западной Абхазии вулканогенные образования пользуются значительным распространением. Достаточно отметить, что из выделенных в нижней юре этого района свит (рис. 1) авадхарская (плинсбах — домер) и кутыкухская (верхний аален) почти целиком сложены вулканогенными породами. Эффузивы аналогичного им состава сравнительно в меньшем количестве встречаются также в лашипсинской (синемюр—плинсбах), сорской (верхний тоар) и анчхойской (аален) свитах, и только в ацгарской свите (домер—тоар) они не наблюдаются.

Вулканогенные образования авадхарской свиты предыдущими исследователями определялись по-разному: плагиолипариты, кварцевые порфиры, кератофиры, альбитофиры. Общим является то, что все исследователи подчеркивают кислый характер этих эффузивов.

Петрография и химизм пород этой свиты сравнительно детально освещаются в работе М. Г. Ломизе и М. Л. Сомина [1]. Однако, по нашему мнению, отнесение этими исследователями пород авадхарской свиты к кварцевым кератофирам по приведенным в работе химическим анализам вряд ли оправдано. Дело в том, что начальные точки векторов всех химических анализов, нанесенные авторами на диаграмму А. Н. Заварицкого, расположены значительно ниже и левее (проекция *asb*) от точек среднего кератофира по Дэли, а также В. А. Заварицкому (средний кератофир Южного Урала) и Ф. Ю. Левинсону-Лессингу (средний кератофир Крыма). Значительно левее отклонились эти точки также от точек среднего кератофира и на проекции *csb*.

Это свидетельствует о большей основности эффузивов авадхарской свиты, а также о меньшем содержании в них щелочных металлов, что хорошо подтверждается и нашими петрохимическими данными.

Среди вулканогенных пород авадхарской свиты различаются два типа. К первому относятся лавовые породы (покровы и обломки в брекчиях), характеризующиеся витрофировой, микрофельзитовой и трахитовидной структурами основной массы. Фенокристаллы — эффузивный



кварц и кислый плагиоклаз. Содержание SiO_2 (табл. 1) в этих породах достигает 69%, сумма же щелочей — 6% с резким преобладанием Na_2O над K_2O . По отмеченным признакам эти породы можно отнести к дацитам или точнее к риолитоидным дацитам.

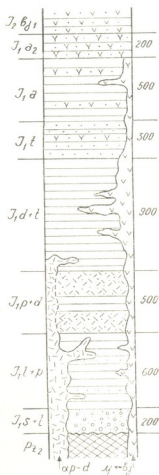


Рис. 1. Стратиграфическая колонка нижнеюрских отложений верховьев рр. Авадхара и Лашинсе (по Г. Н. Абесадзе, Ш. А. Адамян и М. А. Беридзе).

Pz_2 — породы кристаллического фундамента; J_1s+l — базальные образования нижней юры; J_1l+p — лашинская свита; J_1p+d — авадхарская свита; J_1d+t — ацгорская свита; J_1t — сорская свита; J_1a — ачхойская свита; J_1a_2 — кутыкухская свита; J_2bj_1 — спилитовый горизонт порфириновой серии байоса; J_1p+d — дациты и альбитофиры; $y-bj$ — диабазы

Другой, также широко распространенный тип вулканогенных пород авадхарской свиты, в отличие от первого, характеризуется гранобластобой, микропиклитовой и реже сферолитовой основной массой. Фенокристаллы — кислый плагиоклаз и кварц; характерны многочисленные неправильной формы вторичные выделения кварца. В химическом составе (табл. 1) привлекает внимание повышенное содержание SiO_2 (72—79%) и в некоторых случаях несколько пониженное количество щелочей. Как по структуре, так и по составу этот тип пород следует отнести к кварцевым альбитофирам.

Наличие в этих породах многочисленных кварцевых прожилков, желваков и гнезд, а также их постепенные переходы в породы вышеописанного первого типа говорят о том, что альбитофиры авадхарской свиты формировались в результате поствулканического изменения дацитовых пород.

Таблица 1
Химические анализы пород авадхарской вулканической свиты
(аналитик Л. И. Беридзе)

№ п/п	№№ образцов	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	Влага	п. п.	Сумма
1	566	68,91	13,09	1,07	1,50	0,23	0,07	5,22	1,01	0,05	нет	1,10	4,30	0,66	3,24	100,45
2	576	68,67	12,74	1,67	1,52	0,23	0,03	4,05	1,36	0,04	сл.	1,40	4,48	0,14	4,06	100,39
3	578	60,00	13,09	1,61	5,50	0,77	0,07	4,25	3,58	0,04	0,42	1,00	3,90	0,57	4,84	99,64
4	163	75,37	12,31	2,05	0,59	0,27	сл.	0,51	1,13	нет	2,00	2,50	2,44	0,72	1,74	101,63
5	534	71,31	10,48	2,11	1,55	0,48	0,07	3,55	1,27	0,08	1,65	1,74	2,64	4,36	нет	101,29
6	452	69,68	11,70	1,20	1,16	0,22	0,03	2,49	1,00	0,01	0,57	2,20	3,70	0,89	5,03	99,88
7	500	79,76	10,65	0,78	0,79	0,17	0,03	0,50	1,26	нет	нет	2,56	2,06	0,55	1,17	100,28
8	380	75,86	13,44	0,61	0,72	0,36	сл.	0,53	0,88	0,11	нет	сл.	6,60	нет	0,98	100,08
9	1324	80,97	8,65	1,06	1,44	0,13	сл.	0,61	1,64	нет	нет	сл.	3,50	0,55	1,53	100,08

1—дацит, обломок в брекчии, хр. Гурджишха, 2—дацит, лавовый покров, хр. Гурджишха, 3—туф дацита, хр. Гурджишха, 4—кварцевый альбитофир, покров, хр. Ахукдара, 5—кварцевый альбитофир, покров, хр. Ахукдара, 6—дацит, субвулканическое тело, левый приток р. Лашинсе, 7—туф кварцевого альбитофира, левый приток р. Лашинсе, 8—альбит-порфир, субвулканическое тело, хр. Анчхо, 9—альбит-порфир окварцованный, покров, хр. Анчхо.

Таким образом, как по нашим, так и по приведенным М. Г. Ломизе и М. Л. Сомниным материалам, вулканизм авадхарской свиты можно определить как дацитовый (риолитоидные дациты), приобретший на отдельных участках альбитофирный характер.

Вулканогенные образования кутыкухской свиты, так же как и отдельные туфовые пачки и прослои в верхних частях сорской и низах анчхойской свит, имеют порфириновый характер. Они сложены из материала авгит-альбитовых (спилитовых) и реже авгит-роговообманково-альбитовых, преимущественно гналопилитовых порфиритов, содержащих в разных количествах обломки эффузивного кварца и гнездовидные выделения кварц-альбит-пренит-карбоната. По химическому составу (табл. 2) туфы отвечают андезито-базальтам: содержание SiO₂ в них 52—57%, а щелочей — 5,2—7,5%.

Нетрудно убедиться, что туфовые продукты кутыкухской свиты по петрографическому и химическому составу резко отличаются от вулка-

ногенных образований авадхарской свиты; последние имеют риолито-дацитовый состав, тогда как туфы кутыкухской свиты отвечают андезито-базальтам, содержащим, однако, кристаллы эффузивного кварца.

Следует отметить, что туфовые образования кутыкухской свиты в пределах исследованного района, определенно датируемые как аален⁽¹⁾, стратиграфически выше постепенно сменяются мощной вулканогенной серией байоса, начинающейся пирокластолитами спилитового состава.

Таблица 2

Химические анализы туфовых пород кутыкухской свиты
(аналитик Л. И. Беридзе)

№ п/п	№№ образцов	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	Влага	п. п. п.	Сумма
1	312	53,70	16,67	3,03	6,0	1,77	0,14	4,10	3,56	6,12	нет	3,20	4,30	0,94	3,06	99,62
2	135	49,51	16,66	3,00	7,64	1,93	0,14	5,73	4,66	0,36	нет	2,80	3,90	0,79	3,53	99,65
3	45	56,27	16,40	2,45	5,56	1,73	0,07	4,26	4,91	0,69	0,59	0,80	6,30	0,73	1,69	100,07
4	333	43,71	17,18	5,68	5,30	0,76	0,21	10,14	6,75	3,16	нет	0,40	3,50	1,55	5,00	100,34
5	1317	51,69	16,53	2,95	5,92	0,62	0,21	6,90	5,00	0,10	сл.	3,00	2,20	0,95	1,74	99,81

1—туф кварцевого порфирита, правый приток р. Авадхара, 2—туф кварцевого порфирита, хр. Кутыкух, 3—туф кварцевого порфирита, хр. Ахукдара, 4—туф авгит-альбитового порфирита, хр. Анчх: J₂Bj, 5—туф авгит-роговообманкового порфирита, хр. Анчхо.

Характерным является то, что туфы кутыкухской свиты проявляют большое сходство с породами спилитового горизонта байоса и отличаются от них лишь содержанием кристаллов эффузивного кварца. В химическом составе (табл. 2) это различие выявилось в несколько повышенном количестве SiO₂ в туфах кутыкухской свиты. Повышенное содержание K₂O в некоторых анализах туфов кутыкухской свиты, вероятно, обусловлено примесью глинистого гидрослюдистого материала.

Рассматривая общую картину развития вулканизма в нижней юре исследованного района, можно отметить следующее. В плинсбахе и нижнем домере (в незначительном количестве также в синемюре) изливаются лавы риолитоидных дацитов. После некоторого затишья (верхний домер — нижний тоар) появляются туфовые продукты основного состава — авгит-альбитовые порфириты, содержащие также эффузив-

(1) В сланцах этой свиты в ущ. р. Лашипсе, ниже пансионата «Авадхара» нами совместно с геологом Б. Я. Какабадзе были найдены верхнеааленский аммонит *Ludwigia* sp. и верхнеяласские двухстворчатые (опр. К. Ш. Нуцубидзе).

ный кварц и роговую обманку (верхний тоар — нижний аален). В верхнем аалене интенсивность извержений пирокластолитов этого состава усиливается (кутыкухская свита). В нижнем же байосе формируются спилиты (авгит-альбитовые порфириды), не содержащие, в отличие от верхнелейасских вулканогенов, кристаллы эффузивного кварца.

Плинсбах-домерский кислый вулканизм Южного склона Большого Кавказа, по Г. С. Дзоценидзе [2], является доорогенным, проявившимся при погружении геосинклинали на ее периферии — в зоне контакта с срединным массивом. Кислый (дацитовый) состав этих первых продуктов юрского вулканизма, по мнению этого исследователя [3], вероятно, обусловлен процессами кантаминации магмы с глыбой.

Верхнелейасско-байосские вулканогенные образования характеризуются андезито-базальтовым составом. Однако верхнелейасские туфовые породы, по сравнению с породами байосской спилито-порфировой формации, выделяются несколько кислым составом и являются своеобразными предшественниками главной, собственно байосской фазы юрского вулканизма.

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт

(Поступило 9.7.1968)

პეტროგრაფია

მ. ბერიძე

მდ. ავადხარისა და ლაშიფსის სათავეების ქვედაიურული
ვულკანიზმის შესახებ

რეზიუმე

ჩრდილო-დასავლეთ აფხაზეთში, კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ქვედაიურული ასაკის თიხაფიქლების სერიაში მძლავრი ვულკანური აქტივობა ძირითადად ორ სტრატეგრაფიულ დონეს უკავშირდება: პლინსბახურ-ქვედადომერულს (ავადხარის წყება) და აალენურს (კუტიკუხის წყება). ამ უკანასკნელის ასაკი ფაუნისტური მონაცემებითაა დადგენილი.

ავადხარის წყების ვულკანოგენები რიოლიტ-დაციტური შემადგენლობისაა (ისინი გარკვეულ უბნებზე პოსტეულკანური ზეპოქმედების შედეგად კვარციან ალბიტოფირებადაა გარდაქმნილი); კუტიკუხის წყების ტუფური ქანები კი შედგენილობით ანდეზიტურ-ბაზალტურია, მაგრამ ამავე დროს ეფუზიური კვარცის შემცველობით ხასიათდება, რითაც ისინი ერთგვარად განსხვავდებიან საკუთრივ ბაიოსური სპილიტ-პორფირიტული ვულკანოგენებისაგან.

დავით აღმაშენებლის სახელობის ინსტიტუტი — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. Г. Ломизе, М. Л. Сомин. Вестник Московского университета, сер. IV, геол., № 6, 1962.
2. Г. С. Дзоценидзе. Геотектоника, № 3, 1966.
3. Г. С. Дзоценидзе. Домноценовый эффузивный вулканизм Грузии. Институт геологии и минералогии АН ГССР, Монографии, № 1, Тбилиси, 1948.



ПЕТРОГРАФИЯ

И. Д. ШАВИШВИЛИ

О ЩЕЛОЧНЫХ ПОРОДАХ МЕРИССКОГО МАССИВА

(Представлено членом-корреспондентом Академии Г. М. Заридзе 6.7.1968)

Щелочные интрузивные породы известны лишь в северо-западной части Аджаро-Триалетской складчатой системы [1—3] в переходной полосе к Грузинской глыбе и генетически связаны с верхнеэоценовой щелочной эффузивной серией [3]. Поэтому вызывает интерес нахождение щелочных пород в Мерисском массиве, расположенном значительно южнее, в Ахалцихской подзоне Южной зоны Аджаро-Триалетской геосинклинали, где ранее описывались интрузивные породы лишь известково-щелочного и субщелочного рядов.

Щелочные породы Мерисского массива обнажаются в Чалатском и Намонастревском выходах, где интрузив преимущественно представлен породами субщелочного ряда — биотит-пироксеновыми габбро-монцонитами, монцонитами и сиенитами. Наиболее крупный выход щелочных пород наблюдается на отроге водораздельного хребта около пос. Сатевзиа и непосредственно в русле р. Лоднари. Этот выход штоковой формы, площадью 200×400 м, имеет резкие секущие контакты с габбро-монцонитами. Жильные секущие тела щелочных пород мощностью до 1 м встречаются ниже по течению р. Лоднари, на правом склоне ущелья в биотит-пироксеновых сиенитах и роговиках. Система мелких прожилков отмечается также в биотит-пироксеновых монцонитах около сел. Намонастреви.

В строении штока принимают участие эгириновые и биотитовые кварцевые сиениты. Первые слагают краевые части штока и щелочные жильные образования, а биотитовые кварцевые сиениты — его центральную часть. Между этими двумя разновидностями пород наблюдаются постепенные взаимопереходы.

Эгириновые кварцевые сиениты макроскопически представляют собой мелко- (размер зерен 0,3—0,9 мм), реже среднезернистые (размер зерен 1,0—1,8 мм) породы серого или розовато серого цвета. Структура гипидиоморфнозернистая. Породообразующие минералы представлены кали-натровым полевым шпатом (78—95%), плагиоклазом (1—2,5%), кварцем (5—15%), эгирином (3—7%), щелочным амфиболом (до 1%) и аксессуарами — сфеном, апатитом, магнетитом, цирконом.



Биотитовые кварцевые сиениты макроскопически представляют собой среднезернистые (размер зерен 2,0—4,5 мм) породы розоватого цвета. Структура гипидиоморфиозернистая. Порода состоит из кали-натрового полевого шпата (86—92% %), плагиоклаза (1 — 10% %), кварца (до 5%), биотита (до 5%) и аксессуаров — сфена, апатита, магнетита, циркона. В сложении штока принимают участие также переходные породы, содержащие, наряду с биотитом, эгирин и щелочной амфибол.

Кали-натровый полевой шпат является главным минералом щелочных пород и целиком представлен микропертитом. Морфологически выделяются волокнистые микропертиты и микропертиты замещения. Первый встречается в эгириновых кварцевых сиенитах и породах переходного типа, тогда как микропертиты замещения наиболее характерны для биотитовых кварцевых сиенитов. Волокнистые микропертиты образуют идиоморфные, таблитчатые, прозрачные выделения, содержащие волокнистые, реже веретенообразные включения альбита (до 60%). Микропертиты замещения ксеноморфны и включения плагиоклазов (Ap_{15-20}) имеют неправильную форму, а в некоторых случаях различную оптическую ориентировку. Следует отметить, что аналогичные микропертиты замещения детально были изучены Т. В. Иванчиким [4] в различных породах Аджарии.

В исследованных щелочных породах в незначительном количестве встречаются также и антипертиты замещения.

Плагиоклаз в щелочных породах представлен двумя генерациями. Плагиоклаз первой генерации (Ap_{27-30}) присутствует в малых количествах и образует относительно крупные призматические выделения, что иногда придает породе порфиривидный облик. Плагиоклаз второй генерации (Ap_{5-12}) встречается в форме таблитчатых выделений, нередко образуя мелкие скопления иногда в тесной ассоциации с кварцем. Следует отметить, что обе генерации плагиоклаза сильно корродированы кали-натровым полевым шпатом.

Кварц, как правило, выполняет межзерновые пространства без каких-либо признаков реакционного взаимоотношения с другими минералами. В биотитовых кварцевых сиенитах изредка наблюдаются скопления кварца.

Щелочной пироксен встречается в виде идиоморфных пластинчатых, часто изометрических кристаллов; в жильных телах наблюдаются также стебельчатые выделения. Пироксены окрашены в яркотравяно-зеленый цвет (Np) и плеохроируют по Nm в желтовато-зеленых и по Ng в коричневатозеленых тонах. У некоторых зерен окраска центральных частей менее интенсивна. Измерения оптических констант на столике Федорова показали, что густоокрашенные зерна и перифе-

рические части зональных кристаллов представляют собой эгирин ($cNp=5^{\circ}-9^{\circ}$; $2VNp=50^{\circ}-60^{\circ}$), а слабоокрашенные внутренние части — эгирин-авгит ($cNp=16^{\circ}-18^{\circ}$; $2VNp=67^{\circ}-80^{\circ}$). В биотитовых кварцевых сенигах очень редко наблюдаются единичные зерна эгиринсодержащего авгита ($cNp=40^{\circ}-42^{\circ}$; $2VNg=68^{\circ}-70^{\circ}$).

Щелочной амфибол встречается в виде выделений неправильной формы; иногда образует стебельчатые кристаллы. В некоторых случаях наблюдаются реакционные каемки щелочного амфибола вокруг зерен эгирина. Выделения амфибола окрашены в светло-сине-голубой цвет (Ng) и плеохроируют в светло-голубовато-зеленых тонах по Np. Измерения оптических констант показали, что щелочной амфибол принадлежит к группе эккерманит-арфведсонита ($cNp=10^{\circ}-30^{\circ}$; $2VNp=66^{\circ}-72^{\circ}$).

Оксиды	445	451	565	567	Нердмар- кит [6]
SiO ₂	63,53	63,24	64,42	62,44	64,36
TiO ₂	0,39	0,20	0,34	0,49	0,45
Al ₂ O ₃	18,09	17,10	16,04	17,68	16,81
Fe ₂ O ₃	1,80	2,10	2,00	2,10	1,08
FeO	0,75	0,75	0,83	0,91	2,71
MnO	0,08	0,12	0,17	0,14	0,15
MgO	0,74	1,01	1,33	0,91	0,72
CaO	1,80	1,40	1,80	1,10	1,55
Na ₂ O	5,39	6,32	5,58	6,57	5,76
K ₂ O	5,81	6,23	6,40	6,48	5,62
P ₂ O ₅	0,22	0,09	0,11	0,07	0,09
SO ₂	0,06	0,05	0,06	0,03	—
H ₂ O ^{тто}	0,26	0,23	0,14	0,18	0,70
П. п. п.	0,78	0,66	0,38	0,70	—
Сумма	99,70	99,50	99,60	99,80	100,00
a	20,7	22,7	21,1	23,5	20,6
c	2,0	0	0,13	0,14	0,8
b	3,7	5,9	6,7	5,4	5,9
s	73,6	71,4	72,1	70,9	72,7
l'	61,1	42,5	35,0	47,5	61,4
m'	33,3	28,7	33,0	27,5	20,4
e'	5,6	58,8	32,0	25,0	18,2
n	58,4	60,7	57,1	60,8	60,8
φ	40,7	29,9	24,0	32,5	—
t	0,47	0,28	0,37	0,57	—
Q	+3,9	-2,6	+1,8	-5,4	+3,4
a : c	10,3	—	—	—	25,8
Кэфф. аспа- вности	0,84	1,00	1,01	1,01	—

445—сигнетитовый кварцевый сенигит.

451, 567—эгирин-сигнетитовые кварцевые сенигиты (породы переходного типа).

565—эгиринный кварцевый сенигит.

(† Здесь и далее при определении темноцветных минералов использована номенклатура и классификация В. Е. Трегера [5].

Биотит содержится в виде мелких чешуек, имеющих иногда шестоватую форму; окрашен в красно-бурый, нередко в желтовато-зеленый цвет. В породах переходного типа биотит образует реакционные каемки вокруг эгирина и эккерманита. В заключение необходимо отметить, что в биотитовых кварцевых сиенитах проявлены постмагматические процессы, выраженные в пелитизации и карбонатизации полевошпатовой части пород и хлоритизации биотитов. В эгириновых кварцевых сиенитах постмагматические изменения проявлены слабо.

Выводы

1. Биотитовые кварцевые сиениты относятся к богатым щелочами породам плюмазитового ряда с высоким значением коэффициента агпаитности (0,84), тогда как эгириновые кварцевые сиениты и породы переходного типа относятся к щелочным породам агпаитового ряда (коэффициент агпаитности = 1,0 — 1,01).
2. Исследованные породы характеризуются высокими значениями величины «а» от 20, 64 до 23, 53, что обычно имеет место в щелочных породах.
3. Как для биотитовых, так и для эгириновых кварцевых сиенитов характерны очень низкие содержания двухвалентных оснований.
4. Величина Q щелочных пород варьирует в узких пределах (от +3,93 до —5,38) и показывает, что породы, вообще, насыщены кремнеземом.
5. Эгириновые кварцевые сиениты соответствуют нордмаркитам [6].

Академия наук Грузинской ССР

Геологический институт

(Поступило 10.7.1968)

გეოლოგია

ი. შავიშვილი

მერიტის მსიგის ტუტე მანების შესახებ

რეზიუმე

ტუტე ავპიტური ქანები — ეგირიანი კვარციანი სიენიტები მერიტის მსიგის ფარგლებში და საერთოდ აჭარა-თრიალეთის გეოსინკლინის დასავლეთ ნაწილში ცნობილი არ იყო. პეტროქიმიური მახასიათებლებისა და მინერალური შემადგენლობის მიხედვით შესწავლილი ქანები ახლო დგანან ნორდმარკიტებთან. ეგირიანი კვარციანი სიენიტების ურთიერთდამოკიდებულება ამ მსიგის სუბტუტე ქანებთან. მათ უფრო გვიანდელ წარმოქმნაზე მიუთითებს.

დასრულებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Т. Г. Казахашвили, П. А. Топурия. ДАН СССР, т. 23, № 6, 1939.
2. Г. С. Дзоценидзе, Н. И. Схиртладзе. Сообщения АН ГССР, X, № 8, 1949.
3. Г. С. Дзоценидзе. Геотектоника, №3, 1966.
4. Т. В. Иваницкий. Сообщения АН ГССР, т. XLVII, № 3, 1967.
5. В. Е. Трегер. Таблицы для оптического определения породообр. минералов. М., 1958.
6. А. Н. Заварицкий. Изверженные горные породы. М., 1955.



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

А. Д. НАДИРАДЗЕ

УСТОЙЧИВОСТЬ СЖАТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТЕРЖНЕЙ
ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 25.5.1968)

Были изготовлены железобетонные колонны прямоугольного сечения 5×10 см длиной 150 см, т. е. размеры образцов отвечали гибкости ~ 100 . Колонны армировались гладкой арматурой 6 мм, четырьмя стержнями, процент армирования составлял 2%, марка бетона „300“.

Испытание опытных образцов производилось на силовом стенде с низкочастотным возбудителем. Преимущество этого возбудителя перед высокочастотными пульсаторами в том, что на нем динамическая нагрузка заданной амплитуды устанавливается сразу и заранее заданная нагрузка действует на образец с первого же цикла. На пульсаторах же заданную нагрузку можно получить только за время разгона машины в течение нескольких тысяч циклов постоянно возрастающей нагрузки.

Оценка динамического повторного нагружения может осуществляться путем сравнения несущей способности элемента при динамической нагрузке с его статической несущей способностью. Поэтому часть железобетонных колонн испытывалась статическим нагружением, которое осуществлялось ступенями (по 0,5—1,0 тонны) до тех пор, пока образец не терял устойчивости. По осциллограмме измерялось максимальное отклонение луча, которое соответствовало максимальному усилию. Величина усилия определялась по тарифовочному графику.

Из трех статических испытанных колонн две разрушались от потери устойчивости, а третья—от раздавливания бетона на конце, т. е. в последнем случае наблюдалась картина разрушения, аналогичная испытанию бетонных призм, а именно постепенное выкалывание бетона с боков сечения. При этом максимальная нагрузка для колонны, разрушенной от раздавливания бетона, превышала максимальную нагрузку колонн, разрушенных от потери устойчивости.

Такое различие в характере разрушения для довольно гибких колонн, изготовленных в одинаковых условиях, можно объяснить, по-видимому, сравнительно большой неоднородностью бетона.



При испытании образцов на повторное нагружение оказалось, что при числе повторения до 1000 циклов усилие в образце составляло не более $0,9 P_{кр}^{ст}$.

Как и при статическом испытании обнаружилось, что часть образцов разрушалась вследствие раздавливания бетона на конце.

а) Колонны, разрушенные от раздавливания бетона

Анализ осциллограмм испытанных образцов показал, что по характеру они могут быть разделены на два типа.

По осциллограммам, отвечающим I типу, определялось усилие и число циклов. По осциллограммам же, отвечающим II типу, определялись усилие P_1^a и P_2^a и соответствующее им число нагружений n_1 и n_2 . На рисунках испытаний такие образцы снабжались стрелкой, указывающей на то, что при амплитуде равной, либо только P_1 или только P_2 , и при соответствующем числе n_1 или только n_2 образец не разрушался и имел еще некоторый запас несущей способности, по сравнению с учитываемым числом нагружений n_1 или n_2 .

Усилия фиксировались двумя парами датчиков. Почти одинаковые показания датчиков свидетельствуют о центральном приложении усилий. Скорость нагружения составляла 48 циклов в минуту.

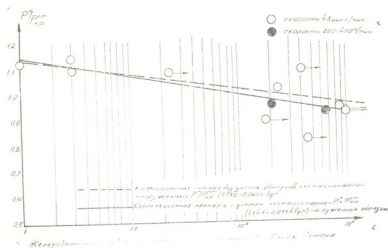


Рис. 1

На графике рис. 1 нанесены экспериментальные данные. С достаточной степенью точности зависимость $\frac{P_{кр}^a}{P_{кр}^{ст}} - \lg n$ может быть принята линейной. Уравнение прямой (сплошной) имеет вид

$$P_{кр}^a = P_{кр}^{ст} (1,145 - 0,0754 \lg n), \quad (1)$$

коэффициент корреляции $k = 0,77$.

Из рассмотрения уравнения следует заключить, что прочность бетонных образцов при малых числах нагружения может превышать свой статический эквивалент.

Усматривается, что ряд образцов воспринимал нестабильную нагрузку и такие образцы наносились на график дважды (как два самостоятельных испытания), снабженные стрелкой. Интересно установить, насколько влияет на зависимость $P^n/P_{кр}^T - \lg n$ представление дважды образцов, испытанных нестационарной нагрузкой; иными словами, при учете их дважды, т. е. P_1^n и n_1 и P_2^n и n_2 . Для этого на рис. 1 проведена корреляционная прямая (пунктиром), отвечающая только стационарно нагруженным образцам, уравнение которой

$$P^n = P_{кр}^{ст} (1,136 - 0,0605 \lg n). \quad (2)$$

Уравнения (1) и (2) близки между собой.

Для уточнения вопроса, влияет ли изменение скорости нагружения на несущую способность железобетонных колонн, восемь образцов были испытаны при частоте циклов 200—400 нагружений в минуту.

Из восьми испытанных железобетонных колонн на повторное нагружение при скорости 200—400 циклов в минуту шесть образцов разрушились от потери устойчивости, а два образца разрушились от раздавливания бетона. Оба образца прошли от 600 до 1200 циклов при неустановившемся режиме, который, естественно, трудно учесть при определении несущей способности образцов.

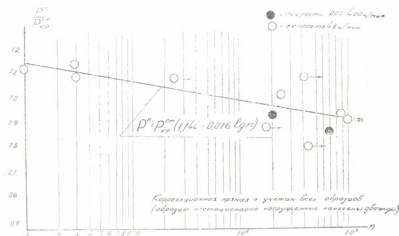


Рис. 2

На графике рис. 2 наряду с образцами, испытанными при скорости 50 циклов в минуту (белые кружки), помещены два образца (черные круж-



ки), частота нагружения которых составляла 200—400 циклов в минуту. Уравнение корреляционной прямой имеет вид

$$P^n = P_{кр}^{ст} (1,144 - 0,076 \lg n), \quad (3)$$

$$k = 0,78.$$

Уравнения (1), (2), (3) похожи друг на друга. Результаты испытания показали, что изменение скорости нагружения от ~50 до ~400 циклов в минуту не повлияло на несущую способность железобетонных колонн, потерявших устойчивость.

б) Результаты испытаний колонн, потерявших устойчивость

Опытами установлено, что колонны теряют устойчивость при меньшем усилии, чем при разрушении от раздавливания бетона.

Замечено также, что большинство образцов потеряло устойчивость при первом же цикле.

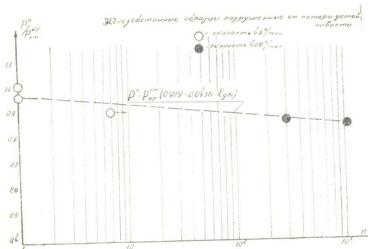


Рис. 3

Данные нанесены на график рис. 3. Уравнение корреляционной прямой имеет вид

$$P^n = P_{кр}^{ст} (0,979 - 0,0436 \lg n). \quad (4)$$

Из уравнения (4) следует, что несущая способность сжатых гибких элементов, обусловленная устойчивостью, не превышает несущей способности, определенной статическим нагружением и с увеличением числа повторений до 1000 мало изменяется.

Изменение скорости нагружения от 50 до 400 циклов в минуту не повлияло на несущую способность железобетонных колонн.

Выводы

1. Железобетонные колонны при испытании на повторное нагружение разрушались по-разному: часть образцов теряла устойчивость, другие разрушались от раздавливания бетона.
2. Другими словами, несущая способность одних обуславливалась устойчивостью, других — прочностью.
3. Несущая способность железобетонных элементов, разрушаемых от потери устойчивости при повторном нагружении, не превышает свой статический эквивалент и с увеличением числа нагружений сравнительно мало меняется.
4. Увеличение скорости испытания от 50 до 400 циклов в минуту не влияет на несущую способность элементов.
5. Результаты проведенных исследований не показали увеличения несущей способности сжатых гибких элементов при динамическом нагружении по сравнению со статическим эквивалентом.
6. Для гибких элементов, теряющих устойчивость при разрушении, влияние скорости не обнаруживается, как это замечено для элементов, несущая способность которых обуславливается прочностью. По-видимому, это следует объяснить тем, что скорость нагружения существенно влияет на прочностные характеристики материалов и значительно меньше на упругие, которые и определяют несущую способность сжатых гибких элементов, теряющих устойчивость при разрушении.
6. Из результатов проведенного исследования следует, что при проектировании строительных конструкций, подверженных динамическому воздействию, необходимо считаться с пониженной несущей способностью сжатых элементов при проверке их устойчивости.

Тбилисский институт сооружений
и гидроэнергетики
им. А. В. Винтера

(Поступило 28.5.1968)

საშენიანო მეცნიერება

ა. ნადირაძე

რკინაბეტონის კოლონების მდგრადობა დინამიკური დატვირთვების დროს

რეზიუმე

შრომში განხილულია რკინაბეტონის კოლონების მდგრადობა დინამიკური დატვირთვების დროს. საცდელ ნიმუშებად გამოვიყენეთ კოლონები ზომა-ებით 5 — 10 სმ, სიგრძით 150 სმ. არპირება განხორციელდა 6 მმ 4 ლერითი (არპირების პროცენტი 2%, ბეტონის მარკა „300“).

გამოირკვა, რომ კოლონების მზიდი უნარიანობა დინამიკური დატვირთვების დროს თითქმის არ განსხვავდება მზიდი უნარიანობისაგან, რაც განსაზღვრულია სტატიური დატვირთვებით, ხოლო დატვირთვების რაოდენობის გაზრდა 1-დან 1000-მდე, მზიდ უნარიანობას ცვლის მცირე სიდიდით. ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე დადგენილია დამოკიდებულება მზიდ უნარიანობასა და დატვირთვების რაოდენობას შორის.

დაიფუთავული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. С. Вольмир. Строительная механика и расчет сооружений, № 1, 1960.
2. X. А. Рахматулин, Ю. А. Демьянов. Прочность при интенсивных кратковременных нагрузках. Физматгиз, 1961.
3. Б. М. Малышев. Инженерный журнал механика твердого тела, № 4, 1966.
4. А. Д. Надирадзе. Сообщения АН ГССР, XXXIII, № 1, 1965.

Н. Г. ХОМАСУРИДZE

К ПРЕОБРАЗОВАНИЮ И РЕШЕНИЮ УРАВНЕНИИ ПОЛОГОЙ КРУГОВОЙ СФЕРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

(Представлено академиком К. С. Завриевым 27.5.1968)

Система дифференциальных уравнений круговой в плане пологой сферической оболочки приводится к уравнению плиты на упругом основании и уравнениям Коши—Римана относительно функций

$$L = \frac{\partial u}{\partial \rho} + \frac{u}{\rho} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{1+\nu}{R} w = \frac{1-\nu}{E\delta} (N_1 + N_2) - \frac{1-\nu}{R} w$$

и

$$F = \frac{1-\nu}{2} \left(\frac{1}{\rho} \frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial v}{\partial \rho} - \frac{v}{\rho} \right).$$

Такая запись уравнений равновесия оболочки после определения функции L тем или иным способом на контуре оболочки сводит ее расчет к уравнению четвертого порядка относительно прогиба w и двум уравнениям второго порядка, первое из которых записано относительно перемещения u , а второе—относительно перемещения v .

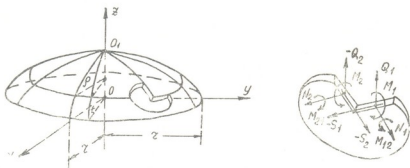


Рис. 1

Согласно технической теории пологих оболочек [1], систему дифференциальных уравнений, описывающую напряженно-деформированное состояние пологой круговой сферической оболочки (рис. 1), можно записать следующим образом:

$$\begin{aligned}
 \text{a) } & D\nabla^2 \nabla^2 \omega + \frac{E\delta}{R^2} \omega = P_3 - \frac{E\delta}{R(1-\nu)} L, \\
 \text{б) } & \rho \frac{\partial L}{\partial \rho} + \frac{\partial F}{\partial t} = -\frac{1-\nu^2}{E\delta} \rho P_1, \\
 \text{в) } & \frac{\partial L}{\partial t} - \rho \frac{\partial F}{\partial \rho} = -\frac{1-\nu^2}{E\delta} \rho P_2.
 \end{aligned} \tag{1}$$

В случае же введения только лишь функции L будем иметь

$$\begin{aligned}
 \text{a) } & D\nabla^2 \nabla^2 \omega + \frac{E\delta}{R_2} \omega = P_3 - \frac{E\delta}{R(1-\nu)} L, \\
 \text{б) } & \nabla^2 u + \frac{2}{\rho} \frac{\partial u}{\partial \rho} + \frac{u}{\rho^2} = -\frac{1+\nu}{R} \left(\frac{2\omega}{\rho} + \frac{\partial \omega}{\partial \rho} \right) + \\
 & + \frac{2L}{\rho} - \frac{1+\nu}{1-\nu} \frac{\partial L}{\partial \rho} - \frac{2(1+\nu)}{E\delta} P_1, \\
 \text{в) } & \nabla^2 v - \frac{v}{\rho^2} = -\frac{2}{\rho} \frac{\partial u}{\partial t} - \frac{1+\nu}{R} \frac{1}{\rho} \frac{\partial \omega}{\partial t} - \\
 & - \frac{1+\nu}{1-\nu} \frac{1}{\rho} \frac{\partial L}{\partial t} - \frac{2(1+\nu)}{E\delta} P_2.
 \end{aligned} \tag{2}$$

Внутренние усилия и моменты через перемещения выражаются следующим образом:

$$\begin{aligned}
 \text{а) } & N_1 = \frac{E\delta}{1-\nu^2} \left(\frac{\partial u}{\partial \rho} + \nu \frac{u}{\rho} + \frac{\nu}{\rho} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{1+\nu}{R} \omega \right), \\
 \text{б) } & N_2 = \frac{E\delta}{1-\nu^2} \left(\frac{1}{\rho} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{u}{\rho} + \nu \frac{\partial u}{\partial \rho} + \frac{1+\nu}{R} \omega \right), \\
 \text{в) } & S_1 = S_2 = S = \frac{E\delta}{2(1+\nu)} \left(\frac{1}{\rho} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\nu v}{\partial \rho} - \frac{v}{\rho} \right),
 \end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 \text{а) } & M_1 = -D \left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial \rho^2} + \frac{\nu}{\rho^2} \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2} + \frac{\nu}{\rho} \frac{\partial \omega}{\partial \rho} \right), \\
 \text{б) } & M_2 = -D \left(\frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \omega}{\partial \rho} + \nu \frac{\partial^2 \omega}{\partial \rho^2} \right), \\
 \text{в) } & M_{21} = M_{12} = -D(1-\nu) \left(\frac{1}{\rho} \frac{\partial^2 \omega}{\partial \rho \partial t} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial \omega}{\partial t} \right),
 \end{aligned} \tag{4}$$

$$\text{а) } Q_1 = -D \frac{\partial}{\partial \rho} \nabla^2 \omega, \quad \text{в) } Q_2 = -D \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial t} \nabla^2 \omega, \tag{5}$$

где w , u , v —соответственно вертикальное, радиальное и окружное перемещения, δ —толщина оболочки, R —радиус оболочки, ν —коэффициент Пуассона, E —модуль упругости, P_3 , P_1 , P_2 —соответственно вертикальная, радиальная и окружная составляющие внешней нагрузки.

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2}, \quad D = \frac{E\delta^3}{12(1-\nu^2)}.$$

Из уравнений б) и в) системы (1)

$$\nabla^2 L = -\frac{1-\nu^2}{E\delta} \left(\frac{P_1}{\rho} + \frac{\partial P_1}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P_2}{\partial t} \right). \quad (6)$$

Если теперь воспользоваться безмоментной теорией пологой сферической оболочки [2], то, решив ее уравнения с тангенциальными граничными условиями моментного состояния, можно будет определить значения функции L (с точностью, вполне достаточный для практических целей [3]) на контуре оболочки. После этого из уравнения (6) определяем значения функции L везде внутри области, а затем последовательно решаем систему (2). Отметим при этом, что в большинстве случаев расчет оболочки (не с большим ущербом для точности) можно прекратить после решения уравнения (2а), а значения тангенциальных перемещений u и v взять те, которые получились после решения уравнений безмоментной теории.

В случае осесимметричной нагрузки и произвольных граничных условий уравнения равновесия оболочки запишутся следующим образом:

$$а) \quad D\nabla^2 \nabla^2 w + \frac{E\delta}{R^2} w = P_3 - \frac{E\delta}{R(1-\nu)} L, \quad (7)$$

$$б) \quad \frac{dL}{d\rho} = \frac{d^2 u}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{du}{d\rho} - \frac{u}{\rho^2} + \frac{1+\nu}{R} \frac{dw}{d\rho} = 0, \quad \left(-\frac{1-\nu^2}{E\delta} P_1 \right),$$

где

$$\nabla^2 = \frac{d^2}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{d}{d\rho}, \quad L = \frac{du}{d\rho} + \frac{u}{\rho} + \frac{1+\nu}{R} w.$$

Внутренние усилия и моменты в этом случае примут вид

$$а) \quad N_1 = \frac{E\delta}{1-\nu^2} \left(\frac{du}{d\rho} + \nu \frac{u}{\rho} + \frac{1+\nu}{R} w \right), \quad (8)$$

$$б) \quad N_2 = \frac{E\delta}{1-\nu^2} \left(\frac{u}{\rho} + \nu \frac{du}{d\rho} + \frac{1+\nu}{R} w \right),$$

$$\begin{aligned}
 \text{а) } M_1 &= -D \left(\frac{d^2 w}{d\rho^2} + \frac{\nu}{\rho} \frac{dw}{d\rho} \right), \\
 \text{б) } M_2 &= -D \left(\frac{1}{\rho} \frac{dw}{d\rho} + \nu \frac{d^2 w}{d\rho^2} \right), \\
 \text{в) } Q_1 &= -D \frac{d}{d\rho} \nabla^2 w.
 \end{aligned} \tag{9}$$

Из уравнения (7 б) функция L определяется с точностью до постоянной, т. е.

$$L = -\frac{1-\nu^2}{E\delta} \int P_1 d\rho + \text{const.} \tag{10}$$

При $P_1 = 0$ (что и имеет место в большинстве случаев) везде внутри области и на ее краях $L = n = \text{const.}$

Следовательно, решив последовательно уравнения (7), получим значения перемещений в произвольной точке оболочки с точностью до постоянной n , т. е. $w = w(\rho, n)$, $u = u(\rho, n)$. Для определения постоянной n рассмотрим равновесие части оболочки, расположенной над параллельным кругом радиуса ρ_1 (рис. 2 а). Если приходящуюся на эту часть оболочки результирующую вертикальную нагрузку обозначить через $P_{зр}$, то уравнение равновесия будет

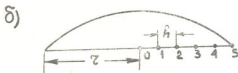
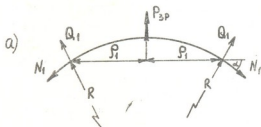


Рис. 2

$$2\pi\rho_1(N_1 \sin \alpha - Q_1 \cos \alpha) = P_{зр}$$

или

$$\frac{\rho_1}{R} N_1 - \sqrt{1 - \left(\frac{\rho_1}{R}\right)^2} Q_1 = \frac{P_{зр}}{2\pi\rho_1}. \tag{11}$$

Это последнее уравнение и будет служить для определения постоянной n .

Пример 1. Дана полая сферическая оболочка (рис. 2 б) со следующими параметрами: $r = 8$ м, $R = 13$ м, $\delta = 0,1$ м, $\nu = 0,166$. Требуется

определить перемещения в оболочке, если на нее действует сосредоточенная нагрузка в центре, а край ее закреплен так, что при

$$\rho = r \quad \omega = \frac{dw}{d\rho} = u = 0.$$

Задачу решаем в конечных разностях, беря шаг h равным 1,6 м. Сосредоточенную нагрузку P представляем распределенной на кругу радиусом $0,5 h$ и с центром в полюсе.

Результаты решения представлены в табл. 1.

$$\bar{w} = \frac{D \cdot \omega \cdot 10^4}{h^4 P} \quad \bar{u} = \frac{D \cdot R \cdot u \cdot 10^4}{(1 + \nu) h^5 P} \quad (12)$$

Таблица 1

Перемещения	№ узлов					
	0	1	2	3	4	5
\bar{w}	194	9	-5	-4	-3	0
\bar{u}	0	-46	-25	-11	-4	0

Пример 2. Пусть оболочка, рассмотренная в примере 1, опирается так, что при $\rho = r \quad \omega = M_1 = N_1 = 0$. Тогда безразмерные перемещения \bar{w} и \bar{u} , связанные с w и u согласно равенствам (12), примут значения приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Перемещения	№ узлов					
	0	1	2	3	4	5
\bar{w}	208	23	8	10	9	0
\bar{u}	0	-53	-40	-35	-43	-46

6. ხომასურიძე

 მრგვალკონტურისანი სფერული დამრეცი გარსის განტოლებათა
 გარდაკმენისა და ამოხსნისათვის

რეზიუმე

შრომში განხილულია სფერული დამრეცი გარსის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის დაყენა კოში-რ-მანის განტოლებებზე და ფილის დიფერენციალურ განტოლებებზე დრეკადი ფუძით. გარსის განტოლებათა ასეთი ჩაწერა აადვილებს გარსის გაანგარიშებას, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც გარსი სიმეტრიულ დეფორმაციას განიცდის.

დადოებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Назаров. Основы теории и методы расчета полых оболочек. М.—Л., 1966.
2. А. Р. Р ж а н и ц и н. Пологие оболочки и волнистые настилы. Научное сообщение. вып. 13, ЦНИИСК, М., 1960.
3. А. Л. Г. о д е н в е й з е р. Теория упругих тонких оболочек. М., 1953.



УДК 620.171.5

МЕТАЛЛУРГИЯ

Дж. М. ЛОМСАДЗЕ, Х. ЧАНДРАШЕКАРАН, М. М. МИКАУТАДЗЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОЙ КОВКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ
ЗАГОТОВОК МЕТОДОМ ФОТОУПРУГОСТИ

(Представлено академиком Ф. Н. Тавадзе 17.5.1968)

Поперечная ковка цилиндрических заготовок является операцией свободной ковки, широко применяемой для производства весьма ответственных деталей единичного и мелкосерийного производства, как например поковок разных осей, коленчатых валов, валов гидротурбин и др.

Как известно, в процессе поперечной ковки цилиндрических заготовок часто наблюдается разрушение осевой части заготовки, что вызывает брак дорогостоящей продукции. Исследование причин, вызывающих разрушение металла, является одним из основных вопросов теории обработки давлением. Надо отметить, что до сегодняшнего дня не существует единого мнения о причине разрушения осевой части заготовки при поперечной ковке, а также при поперечной и кривой прокатке.

Сторонники теории касательных напряжений [1, 2] пренебрегают действием нормальных напряжений на разрушение металла, а сторонники теории нормальных напряжений [3—5] — действием касательных напряжений. В труде [6] дается двойственный характер разрушения металла как путем среза, так и путем отрыва в зависимости от условий осуществления этого процесса и геометрических соотношений в очаге деформации. В трудах [7—9], опубликованных нами, впервые высказана мысль, что при поперечной ковке и прокатке для разрушения осевой части заготовки необходимо одновременное действие как касательных, так и нормальных напряжений. При отсутствии одного из них разрушение металла в вышеуказанных процессах невозможно. Касательные напряжения подготавливают почву для разрушения металла нормальными напряжениями. Эта мысль в дальнейшем получила подтверждение в труде [10].

Для предотвращения разрушения металла заготовку после каждого удара при протяжке между плоскими бойками поворачивают под большим углом, т. е. с переходом на квадрат или на многогранник. При повороте заготовок на малый угол появляется опасность разрушения металла.



Эксперименты на свинцовых заготовках показали [11], что при ковке с малым углом поворота на торцах заготовки наблюдается интенсивная пластическая деформация (рис. 1, в), и на третьем обороте — разрушение осевой части. При ковке аналогичного образца (в своих случаях число ударов $n = \text{const}$ и единичное обжатие $\delta = 12\%$) с большим углом поворота (сохранением круглого сечения) появление полости и искажение радиальных рисков на торцах заготовки не наблюдались (рис. 1, а).

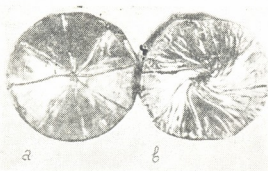


Рис. 1 Свинцовые образцы послековки: а — с малым углом поворота; б — с большим углом поворота

Для выяснения влияния весьма существенного фактора — угла поворота заготовки (α) была исследована модель процессаковки (рис. 2) заготовок круглого сечения в зависимости от α .

Из рис. 2 видно, что с увеличением α уменьшается асимметричность действующих усилий в отношении оси заготовки и при определенном значении α (зависящем от относительного обжатия) асимметричность исчезает. Указанное предельное значение α_p легко найти из простых геометрических соотношений (рис. 2):

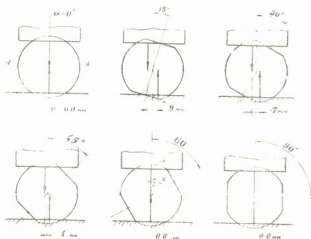


Рис. 2. Схемаковки заготовок с разным углом поворота

$$\alpha_p = 2 \arccos \left(1 - \frac{\delta}{100} \right),$$

где δ — относительное обжатие, %.

Для исследования вышеуказанных моделей был использован поляризационно-оптический метод — фотоупругость [12]. На оптически активных моделях поковок изучалось напряженное состояние. Изучение пре-

дельного напряженного состояния дает возможность получить приближенную картину распределения касательных напряжений в переходный момент по объему модели, установить первоначальные очаги возникновения пластической деформации. Так как изменение напряжений в переходный момент от упругого состояния к пластическому происходит без разрыва непрерывности [13], то можно считать, что нормальные и касательные напряжения, которые были в упругом состоянии, сохраняют знак и величину по крайней мере в первый момент пластического деформирования. Поэтому общая картина напряженного состояния в начальный период пластического деформирования будет такой же, как и в упругой области. Метод фотоупругости мы использовали для исследования плоского, а не объемнонапряженного состояния, но в нашем случае и это допустимо, так как при ковке заготовок достаточной длины деформированное состояние в местах, достаточно удаленных от торцов заготовки, близко к плоскому.

В настоящее время метод фотоупругости широко применяется для исследования различных процессов обработки металлов давлением [14].

Исследование проводилось на моделях поковок, изготовленных из пластинок оптически активного материала. Пластины (состав: эпоксидная смола ЭД—6100 единиц; малеиновый ангидрид 20—30 единиц) после отливки подвергались длительной (6 дней) термообработке для снятия остаточных напряжений. Механические свойства пластинок следующие: модуль упругости $E=30600$ кг/см²; предел прочности при одноосном растяжении $\sigma_u=530$ кг/см²; предел прочности при одноосном сжатии $\sigma_{-u}=1290$ кг/см²; относительное удлинение $\delta=1,6\%$.

При изучении процесса поперечнойковки первоначально модели имели форму дисков диаметром $D=50$ мм и толщину $b=8$ мм. Исследования проводились на установке ППУ-5. Для иллюстрации обжатия применили довольно удачный метод снятия лысков [13]. На первом образце (диске) снимались две диаметрально противоположные лыски по 3 мм с каждой стороны, что соответствовало обжатию по диаметру $\delta=12\%$. Обжатие этого образца соответствовало первому удару при ковке. На остальных образцах снимались дополнительные лыски в соответствии с углом поворота заготовки (рис. 2.). Образцы при исследовании подвергались нагрузке $P=150$ кг.

На рис. 3 проведены изохромы и изоклины некоторых образцов.

Изохромы (геометрическое место точек, имеющих одну и ту же величину наибольшего касательного напряжения) фотографировались при круговой поляризации света с зеленым светофильтром. Изоклины (геометрическое место точек, в которых главные напряжения параллельны) снимались непосредственно от руки наложением кальки на матовое стекло фотоаппарата. После этого кривые, полученные грубой зарисовкой,



сглаживались и несколько подправлялись, с тем чтобы привести их в соответствие с условиями на контуре. Снятие изоклин проводилось без светофильтра при плоской поляризации света. Полное семейство изо-

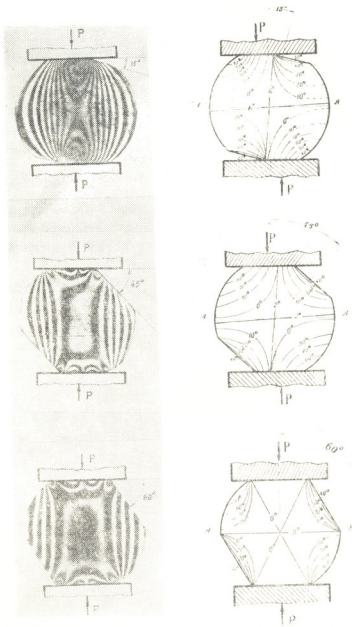


Рис. 3. Картина полос и изоклин для образцов: $\alpha=15^\circ$; $\tau=45^\circ$; $\alpha=60^\circ$

клин было получено путем одновременного вращения поляризатора и анализатора вокруг оптической оси установки через каждые 10° .

Картина изохром в сочетании с системой изоклин дает все необходимые данные для полного решения плоской задачи. В данной работе исследовались только лишь касательные напряжения, численные значения которых в любой точке сечения легко определяются по известной формуле [12]

$$\tau = F \cdot \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \sin 2\theta = F \cdot \frac{n}{2} \sin 2\theta,$$

где F — оптическая постоянная модели $F = 13,5 \text{ кг/см}^2$. Значения разности главных напряжений $(\sigma_1 - \sigma_2)$, т. е. порядок полос $-n$ и параметр изоклин в любой точке образца, легко определяются из картины полос и изоклин. На рис. 4 даны кривые изменения $(\sigma_1 - \sigma_2)$ и θ в диаметральном сечении (А—А) образцов, а также касательные напряжения τ , вычисленные по формуле (2) в том же сечении.

Из полученных результатов можно заключить, что для разрушения осевой части заготовки при поперечной ковке необходимым условием является развитие интенсивной пластической деформации в осевой части заготовки. Интенсивность пластической деформации в осевой части заготовки прямо пропорционально асимметричности деформирующих усилий в отношении оси заготовки.

Установлен предельный угол ($\alpha_{\text{пр}}$) поворота заготовки (после каждого удара), выше которого асимметричность действия деформирующего усилия исчезает, а ниже ее указанная асимметричность возрастает.

Грузинский политехнический
институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 21.5.1968)

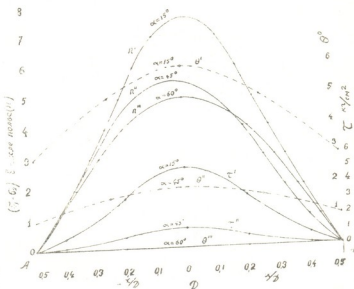


Рис. 4. Кривые изменения $(\sigma_1 - \sigma_2)$, θ и τ в сечении АА

ჯ. ლომსაძე, ხ. ჩანდრაშეკარანი, მ. მიკაუტაძე

ცილინდრული ნაშადის ბანივი ზედვის გამოკვლევა ფოტოდრეკადობის მეთოდით

რეზიუმე

შრომში განხილულია თავისუფალი ჰედვის პროცესში ნაშადის შემობრუნების კუთხის გავლენა მის ღერძულ ზონაში პლასტიკური დეფორმაციის განვითარებაზე. ფოტოდრეკადობის მეთოდით გამოთვლილია მხები ძაბვების მნიშვნელობები ნაშადის დიამეტრულ კვეთში. დადგენილია, რომ ნაშადის ღერძული ზონის ნგრევისათვის აუცილებელი პირობაა ნორმალურ გამჭიმავ ძაბვებთან ერთად ინტენსიური მხები ძაბვების მოქმედება. ეს უკანასკნელი დამოკიდებულია ნაშადზე მოქმედი მადეფორმირებელი ძალების ასიმეტრიულობაზე; ეს კი თავის მხრივ დამოკიდებულია ყოველი დარტყმის შემდეგ ნაშადის შემობრუნების კუთხეზე. დადგენილია ამ კუთხის ზღვრული მნიშვნელობა (მოჭიმვის დროს), რომლის ზემოთაც მოქმედ ძალთა ასიმეტრიულობა ისპობა, ზოლო მის ქვემოთ ასიმეტრიულობა იზრდება. ამრიგად, ცილინდრული ნაშადების ბრტყელ საცემებში გამოჰედვის დროს საჭიროა ნაშადი ყოველი დარტყმის შემდეგ ვაბრუნოთ ზღვრულ კუთხეზე მეტი კუთხით, წინააღმდეგ შემთხვევაში თავიდან ვერ ავიცილებთ ლითონის მთლიანობის დარღვევას, ე. ი. წუნს.

დამოკიდებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. К. Кодрон. Горячая обработка металлов, т. 1, Машгиз, 1929.
2. Э. Зигель. Обработка металлов в пластическом состоянии. Металлургия, 1934.
3. И. А. Фомичев. Сталь, № 11, 1936.
4. А. Ф. Лисочкин. Сталь, № 11, 1936.
5. В. С. Смирнов. Поперечная прокатка. Машгиз, 1948.
6. В. С. Смирнов. Теория прокатки. «Металлургия», 1967.
7. Д. М. Ломсадзе. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 3 (64), 1959.
8. Л. Н. Оклей, Д. М. Ломсадзе. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 4 (84), 1962.
9. Л. Н. Оклей, Д. М. Ломсадзе. Известия вузов. Черная металлургия, № 3, 1963.
10. И. А. Фомичев. Косая прокатка. Металлургия, 1963.
11. Д. М. Ломсадзе, М. М. Микауტაძე. Труды ГПИ им. В. И. Ленина, № 2 (100), 1965.
12. М. Фрохт. Фотоупругость, т. 1, М.—Л., 1948.
13. Е. П. Унксов. Инженерные методы расчета усилий при обработке металлов давлением. Машгиз, 1955.
14. Пластическая деформация металлов и сплавов. Сб. статей МИС и С, т. XLII, «Металлургия», 1967, 228—287.



РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

М. Н. ТЕВЗАДЗЕ

**РАЗВИТИЕ ШАХТНОЙ ПОЛИГОНОМЕТРИИ ПОЛЯРНЫМ
 МЕТОДОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИРОТЕОДОЛИТА
 И СВЕТОДАЛЬНОМЕРА**

(Представлено членом-корреспондентом Академии А. А. Дзидзигури 23.6.1968)

Внедрение в практику маркшейдерских работ гиротеодолитных и светодальномерных измерений в ближайшие годы позволит по иному решать вопросы развития подземной геометрической основы шахт. Во-первых, появится возможность создавать на горизонтах отработки опорные полигонометрические сети значительно более высокой точности в сравнении с рекомендуемыми действующей технической инструкцией по производству маркшейдерских работ. Во-вторых, такие сети будут обобщать теодолитные съемки, произведенные в период проведения горных выработок и создавать более надежную основу для последующего развития горных работ. Наконец, гиротеодолиты и малые светодальномеры найдут применение для развития всяких ходов полярным методом.

Подземную полигонометрию предлагается развивать в две очереди. Первая очередь обобщает ранее проложенные теодолитные ходы в части их укрупнения, т. е. максимально возможного увеличения длин сторон и сокращения количества пунктов. Такая сеть создает жесткий каркас для развития полигонометрии второй очереди. Пункты полигонометрии второй очереди служат для текущего обоснования горных работ и являются промежуточными точками по отношению к пунктам каркасной сети.

Пункты каркасной сети целесообразно располагать на концах прямолинейных горных выработок с образованием замкнутых контуров сети. Цикл измерений состоит в определении гироазимутов сторон и светодальномерных измерений их длин. Каждая сторона сети ориентируется самостоятельно и независимо. Поэтому ее качество во всех частях равномерное, т. к. не происходит нарастающего накапливания ошибок измерений с удалением от мест вскрытия залежи полезного ископаемого, как это наблюдается в обычных полигонометрических сетях.

Повышение точности измерений и ориентирования каркасной сети делает целесообразным строгое уравнивание результатов измерений. Са-

остоятельное ориентирование сторон сети уменьшает степень зависимости результатов измерений и их функций и порождает диагональные и кодиагональные матрицы уравнивания. Такие матрицы, как известно, проще обращаются и облегчают процесс уравнивания. Отсутствие побочных миноров улучшает оценку точности уравниваемых величин. Наряду с повышением точности геометрической основы, имеет место и экономическая выгода от применения гиротеодолитов и малых светодальномеров. Затраты времени на развитие каркасной сети по опытным данным автора в среднем в 3 с лишним раза меньше, чем при обычных средствах измерения.

В настоящей статье более подробно обсуждается вопрос о развитии висячих полигонометрических ходов полярным методом.



Рис. 1

Согласно рис. 1, точки 2, 3, 4, 5, 6 можно определить с точки 1 полярным методом: по гироазимутам направлений и светодальномерным длинам пучков линий, исходящих из точки 1. Тогда координаты каждой точки (2, 3, 4, 5, 6) будут найдены независимо друг от друга по дирекционным углам и длинам, определенным гиротеодолитом и светодальномером.

Рассмотрим различие в оценке точности положения точек, определенных полигонометрическим путем в обычном смысле и полярным способом в предлагаемом смысле.

В обычном смысле точки 2, 3, 4, 5, 6 связывают висячим полигонометрическим ходом. Для такого рода ходов тензор ошибок в обобщенной форме можно выразить следующей формулой [1]:

$$T_0 = \sigma^2 \cdot K, \quad (1)$$

где T_0 — тензор ошибок, описываемый матрицей; σ^2 — некоторый множитель, зависящий от ошибок непосредственно измеренных величин; $K = C^{-1}$ — ковариационная матрица, элементы которой отражают зависимость положения последующих пунктов от предыдущих.

Явный вид элементов тензора (1) можно усмотреть из известных формул [2] для висячего хода:

$$m_x^2 = \sum_1^{i-1} m_s^2 \cdot \cos^2 \alpha + \frac{1}{\rho^2} \sum_1^i s^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot m_{\beta_j}^2, \quad (2)$$

$$m_y^2 = \sum_1^{i-1} m_s^2 \cdot \sin^2 \alpha + \frac{1}{\rho^2} \sum_1^i s^2 \cdot \cos^2 \alpha \cdot m_{\beta_j}^2.$$

При введении условной системы координат, в которой ось X_0 направлена по направлению замыкающей, тензору (1) можно придать вид диагональной матрицы

$$T'_0 = \begin{vmatrix} m_a^2 & & \\ & m_u^2 & \\ & & m_t^2 \end{vmatrix}, \quad (3)$$

где m_a — ошибка дирекционных углов сторон; m_u — поперечная ошибка точки хода; m_t — продольная ошибка точки хода.

Для конечной точки висячего хода имеем

$$T'_0 = \begin{vmatrix} n \cdot m_p^2 & & \\ & \frac{m_p^2}{\rho^2} \sum R^2 & \\ & & \sum m_s^2 \end{vmatrix}. \quad (4)$$

Рассмотрим теперь оценку точности положения точек полярным способом в предлагаемом варианте. Исходный обобщенный тензор ошибок будет иметь вид

$$T_\Gamma = \sigma'^2 \cdot J, \quad (5)$$

где σ' имеет указанный ранее смысл; J — единичная матрица.

В данном случае имеем определение каждой точки независимо по азимуту и расстоянию, т. е. ошибки положения точек по мере удаления от начала хода не накапливаются, что следует из формул в произвольном базисе:

$$m_{x_i}^2 = m_{s_c}^2 \cdot \cos^2 \alpha_\Gamma + \frac{1}{\rho^2} \cdot s^2 \cdot \sin^2 \alpha_\Gamma \cdot m_{a_\Gamma}^2, \quad (6)$$

$$m_{y_i}^2 = m_{s_c}^2 \cdot \sin^2 \alpha_\Gamma + \frac{1}{\rho^2} \cdot s^2 \cdot \cos^2 \alpha_\Gamma \cdot m_{a_\Gamma}^2,$$

где m_{s_c} — ошибка измерения расстояния светодальномером, практически $\approx \text{Const}$; m_{a_Γ} — ошибка определения дирекционного угла гиротеодолитом.

В базисе главных осей явный вид тензора (5) будет выражаться матрицей [3]

$$T'_\Gamma = \begin{vmatrix} m_{a_\Gamma}^2 & & \\ & s^2 m_{a_\Gamma}^2 & \\ & & m_{s_c}^2 \end{vmatrix}, \quad (7)$$

причем $m_u = s \cdot m_{a_\Gamma}$; $m_t = m_{s_c}$.

Элементы тензора (7) показывают, что накопления ошибок не происходит (ср. с (4)).

В случае определения положения точки с двух пунктов ошибка в координатах точки выразится следующей приближенной формулой:

$$m_{x_i}^2 = \frac{\bar{m}_{x_i}^2 \cdot \bar{m}_{x_i}^2}{\bar{m}_{x_i}^2 \cdot \bar{m}_{x_i}^2}, \quad m_{y_i}^2 = \frac{\bar{m}_{y_i}^2 \cdot \bar{m}_{y_i}^2}{\bar{m}_{y_i}^2 \cdot \bar{m}_{y_i}^2}, \quad (8)$$

в которой члены правой части определяются по формулам (6).

Для практического подтверждения предлагаемого способа развития подземной полигонометрии на шахте „Комсомольская“ треста „Ткибул-уголь“ были поставлены следующие экспериментальные измерения. Полигонометрический ход длиной 1 км был проложен в штольне шахты дважды: обычным путем и с применением гиротеодолита ГИ-51 и светодальнометра СТ-65 (рис. 1).

Программа обычных измерений включала измерение углов теодолитом ТБ-1, а измерение длин сторон—50-метровой компарированной лентой с точностью 1:50000. Повышенная точность измерений потребовалась для того, чтобы иметь эталон для сравнения с результатами измерений новыми приборами.

Программа измерений полярным способом включала определение гироазимутов сторон пучка при ориентировании гироблока на север по четырем точкам реверсии и одном пуске и измерение расстояний по программе, рекомендуемой для СТ-65. Наблюдения ГИ-51 и СТ-65 велись с пунктов 1 и 6.

Предрассчитаем элементы тензоров ошибок, взяв за исходные:

а) в полигонометрии $\frac{m_s}{s} = 1 : 50000$; $m_{\beta} = \pm 2''$;

б) в теодолитном ходе 1-го разряда $\frac{m_s}{s} = 1 : 3000$; $m_{\beta} = \pm 22''$;

в) в ходе, проложенном полярным методом, $m_s = \pm 20$ мм = Const;
 $m_{\alpha_r} = \pm 20''$.

Тогда для конечной точки 6 хода длиной ~ 1 км получим:

а) для полигонометрии 1 : 50000

$$T_0^{1/2} = \begin{vmatrix} \pm 4'' \\ \pm 10 \text{ мм} \\ \pm 20 \text{ мм} \end{vmatrix}; \quad (9)$$

б) для теодолитного хода 1-го разряда

$$T_0^{1/2} = \begin{vmatrix} \pm 46'' \\ \pm 110 \text{ мм} \\ \pm 500 \text{ мм} \end{vmatrix}; \quad (10)$$

в) для хода, проложенного полярным методом

$$T_0^{1/2} = \begin{vmatrix} \pm 20'' \\ \pm 50 \text{ мм} \\ \pm 20 \text{ мм} \end{vmatrix}. \quad (11)$$

При подсчетах по формулам (2) будем иметь при $\alpha = 45^\circ$:

а) $m_{x_0} = m_{y_0} \approx \pm 24$ мм;

б) $m_{x_0} = m_{y_0} \approx \pm 394$ мм.

А по формуле (6) получим $m_{x_0} = \pm 72$ мм; $m_{y_0} = \pm 72$ мм.

Приведем далее результаты измерений и вычислений полевых исследований (табл. 1).

Таблица 1

С пункта	На пункт	Вычислены по теодолитному ходу		Получены из наблюдений	
		дирекционные углы α	расстояния S , м	ГИ-Б1	СТ-64
				дирекционные углы α_r	расстояния S_c , м
1	2	45°31'09"	295,674	45°31'23"	294,678
	3	30 12	493,796	30 25	493,804
	4	30 11	667,340	30 04	667,349
	5	29 44	842,936	29 30	842,942
	6	29 45	1016,358	29 57	1016,355
6	5	225°29'47"	174,422	225°29'58"	173,413
	4	28 55	349,018	28 48	349,006
	3	29 19	522,562	29 29	522,550
	2	29 10	721,686	29 38	721,677
	1	29 45	1016,358	30 09	1016,355

Результаты к оценке точности по двойным измерениям приведены в табл. 2.

Таблица 2

Разности			Относительная ошибка измерения сторон СТ-65
$\Delta\alpha = \alpha - \alpha_r$	$\Delta S = S - S_c$ мм	$\Delta S' = \Delta S - o$ мм	
-14"	-4	-6	1:73700
-13	-8	-10	1:61700
+7	-9	-11	1:74100
+14	-9	-8	1:140500
-12	-3	+1	1:339000
-11	+9	+7	1:19300
+7	+12	+10	1:29100
-10	+12	+10	1:43500
-28	+9	+7	1:80200
-24	+3	+1	1:339000
$[\Delta\alpha^2]=2384$	$[\Delta]=\pm 21$	$[\Delta S^2]=621$	

Из табл. 2 следует, что средняя квадратическая ошибка определения дирекционного угла гиротеодолитом ГИ-Б1 по внешней сходимости составляет $m_{\alpha_r} = \pm 15''$, 4. Систематическая ошибка измерения расстояний светодальномером СТ-65 $\sigma = \pm 2$ мм; случайная ошибка измерения расстояний $\mu = \pm 8$ мм на среднюю длину ~ 610 м., т. е. в среднем относительная ошибка измерения расстояний светодальномером по внешней сходимости оказалась равной 1:76200.

Расхождения в координатах точек оказались в пределах от 2 до 6 см. При измерениях в шахте были замечены следующие обстоятельства. При визировании на точки гиротеодолитом желательно выставлять световые сигналы. Гиротеодолит ГИ-Б1 и светодальномер СТ-65 в шахтных условиях работают очень устойчиво и дают устойчивые показания.

Затраты времени характеризуются следующими величинами. Цикл измерений гиротеодолитом при наблюдении 5 направлений одним приемом занимает 40 минут. На цикл измерений одной линии требуется 15 минут. Итого затраты чистого времени на измерения для схемы на рис. 1 составили 4,5 часа без учета времени на установку инструментов и переходы. На полигонометрию 1:50000 обычным путем было затрачено 12 часов. При проложении по тем же точкам теодолитного хода 1-го разряда потребовалось 8 часов. Таким образом, затраты времени уменьшаются в 2—3 раза при повышении точности результатов по сравнению с теодолитным ходом 1-го разряда и одинаковой точности результатов по сравнению с полигонометрией 1:50000. Выигрыш во времени достигается в основном благодаря светодальномерным измерениям и сокращению числа установок инструментов.

Проведенные эксперименты позволяют сделать вывод о том, что внедрение гиротеодолитов ГИ-Б1 и светодальномеров СТ-65 в практику маркшейдерских работ дает возможность повысить точность основной шахтной полигонометрии до 1:20000—1:50000 при уменьшении затрат времени на измерения в 2 раза.

Академия наук Грузинской ССР

Институт горной механики, разработки
месторождений и физики взрыва

(Поступило 26.6.1968)

საბაღოთა დამუშავება

3 თეზისი

კოლარული მეთოდით საშახტო პოლიგონომეტრიის განვითარება.
ბირთვამოლოგიისა და ელექტროპტიკური მანძილზომის (სინათლის)
მანძილზომის გამოყენებით

რეზიუმე

წერილში განხილულია ძირითადი უპირატესობა გიროთეოდოლიტისა და ელექტროპტიკური მანძილზომის СТ-65-ის გამოყენებისა საშახტო პოლიგონომეტრიის განვითარებისათვის. რეკომენდებულია მიწისქვეშა პოლიგონომეტრიის ორი სახის განვითარება: დასაყრდენი ქსელი და შუალედური სელები.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Худсон. Статистика для физиков. М., 1967.
2. Ф. Ф. Павлов, Б. И. Беляев и др. Практикум по высшей геодезии. М., 1966.
3. Ю. А. Гордеев. Ученые записки ЛВИМУ, вып. XV. М., 1959.



И. Г. ШЕКРИЛАДЗЕ, Ш. А. МЕСТВИРИШВИЛИ

ПРИБЛИЖЕННАЯ ТЕОРИЯ ПРОЦЕССА ПЛЕНОЧНОЙ КОНДЕНСАЦИИ ДВИЖУЩЕГОСЯ ПАРА ВНУТРИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЦИЛИНДРА

(Представлено членом-корреспондентом Академии В. И. Гомеллаури 16.5.1968)

В ранее проведенных исследованиях [1, 2] было показано, что в гидродинамике процесса пленочной конденсации движущегося пара определяющую роль играет поперечный поток массы, пересекающий поверхность раздела пар—жидкость в связи с фазовым превращением. Наличие указанного потока для процессов конденсации, представляющих практический интерес, приводит к такому виду течения, при котором величина касательного напряжения на поверхности раздела фаз в основном определяется переносом импульса конденсирующейся массой пара.

С учетом этих особенностей в работах [1, 2] были даны решения для ряда случаев пленочной конденсации в условиях наружной задачи (на поверхностях различной геометрии, обтекаемых неограниченным потоком пара). В данной статье излагаются результаты теоретического исследования пленочной конденсации движущегося пара на внутренней поверхности вертикального цилиндра (внутренняя задача).

Рассмотрены закономерности трения и теплообмена, даны расчетные зависимости для гидравлических сопротивлений и коэффициентов теплоотдачи. Все решения получены для случая равномерного теплового потока по длине цилиндра ($q = \text{const}$). В основу анализа положена двухобластная схема течения внутри цилиндра (тонкая пленка жидкости на стенке и поток насыщенного пара в остальной части живого сечения).

Закономерности межфазного трения и расчет гидравлических сопротивлений

Касательное напряжение на поверхности раздела фаз определяется балансом продольной компоненты количества движения парового потока.

Если пренебречь толщиной конденсатной пленки по сравнению с радиусом цилиндра и скоростью на поверхности раздела фаз по сравнению со скоростями в ядре потока, указанный баланс можно записать следующим образом:



$$\tau_{\text{тр}} = - \frac{1}{2\pi R} \frac{d}{dx} \left[\int_0^R 2\pi \rho'' U_x^2 y dy \right], \quad (1)$$

где $\tau_{\text{тр}}$ — касательное напряжение на внешней поверхности конденсационной пленки;

ρ'' — плотность пара;

U_x — скорость пара вдоль продольной координаты x ;

R — радиус внутренней поверхности цилиндра;

y — поперечная координата.

Далее, учитывая, что распределение скоростей в потоке конденсирующегося пара на всей длине цилиндра остается подобным распределению на входном участке канала (трапециевидальная форма кривой распределения с весьма малой толщиной пограничного слоя), с хорошим приближением интеграл в правой части уравнения (1), выражающий полный поток количества движения, можно заменить произведением массового расхода пара на его среднюю скорость в том же сечении:

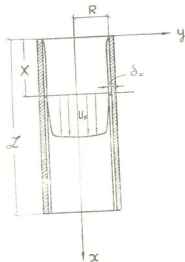


Рис. 1

$$\tau_{\text{тр}} = - \frac{1}{2\pi R} \frac{d}{dx} (M_x \bar{U}_x). \quad (2)$$

Принимая плотность пара постоянной по длине цилиндра и учитывая условие $q = \text{const}$, из зависимости (2) получаем уравнение, выражающее закон межфазного трения в процессе конденсации движущегося пара внутри цилиндрического канала:

$$\tau_{\text{тр}} = 2 \frac{q}{r} \bar{U}_x, \quad (3)$$

где r — скрытая теплота конденсации.

Сравнение уравнения (3) с уравнением (4) из работы [2] показывает, что касательное напряжение при конденсации внутри канала при одинаковых значениях теплового потока примерно в два раза больше, чем при конденсации на плоской пластинке (при одинаковых значениях средней скорости пара в цилиндре и скорости набегающего пара на пластине). Указанная разница обусловлена тем обстоятельством, что в отличие от случая конденсации на пластине (где скорость пара вдали от поверхности является постоянной по длине пластины) средняя скорость парового потока при конденсации внутри цилиндра уменьша-

ется по длине канала. Следует отметить также, что уравнение (3), поскольку оно, как и уравнение (4) из работы [2], выведено из балансовых соотношений, справедливо независимо от характера движения парового потока.

Изменение давления по длине цилиндра обуславливается двумя факторами: с одной стороны, трение на поверхности цилиндра приводит к падению давления, с другой же стороны, в связи с уменьшением расхода пара по длине канала происходит притормаживание парового потока, уменьшение \bar{U}_x , что приводит к восстановлению давления. Выражение для градиента давления запишется следующим образом:

$$\frac{dP}{dx} = -\frac{4\tau_{cr}}{D} - \frac{d}{dx} \left(\frac{\rho'' \bar{U}_x^2}{2} \right), \quad (4)$$

где τ_{cr} — касательное напряжение на стенке цилиндра.

Учитывая, что в хорошем приближении $\tau_{cr} = \tau_{тр}$, будем иметь

$$\frac{dP}{dx} = \frac{16q^2x}{r^2\rho''D^2} - \frac{12\bar{U}_0q}{rD}, \quad (5)$$

где \bar{U}_0 — средняя скорость пара на входе в канал;

D — диаметр цилиндра.

Как видно из уравнения (5), давление пара при конденсации внутри канала может меняться как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения (обычно в начальной части канала, где преобладают потери давления на трение, давление пара падает, но к концу канала, особенно когда происходит полная конденсация, давление парового потока увеличивается).

Приняв плотность пара постоянной вдоль X и проинтегрировав уравнение (5), получим следующее расчетное выражение для перепада давления в цилиндре:

$$\Delta P = \frac{8q^2}{r^2\rho''} \left(\frac{L}{D} \right)^2 - \frac{12\bar{U}_0q}{r} \frac{L}{D}. \quad (6)$$

Выражение (6) справедливо для случаев, когда ΔP значительно меньше абсолютного давления P (в связи с допущением $\rho'' = \text{const}$). Для применения полученных результатов при больших значениях ΔP нужно вести последовательный расчет на нескольких отдельных участках (принимая на каждом участке соответствующее постоянное значение ρ'') и складывать полученные результаты. В заключение следует отметить также, что выражения (5) и (6), как это вытекает из последовательности их получения, справедливы независимо от ориентации цилиндра в поле тяжести и независимо от того, какое термическое сопротивление является основным в процессе конденсации (термическое сопротивление пленки конденсата, сопротивление фазового перехода или контактное сопротивление между пленкой и поверхностью цилиндра).



Теплоотдача при ламинарном режиме течения в пленке конденсата

Рассматривается процесс конденсации пара, движущегося сверху вниз на внутренней поверхности вертикального цилиндра. Основным термическим сопротивлением принимается сопротивление ламинарной пленки конденсата (конденсация неметаллических жидкостей). Рассматривается плоское, стационарное движение жидкости. При анализе уравнения течения инерционными членами пренебрегаем. Межфазное трение определяем по уравнению (3). Учитываем также влияние градиента давления. При принятых предположениях система уравнений, описывающих процесс, примет вид

$$\mu \frac{d^2 U_x}{dy^2} + \gamma - \frac{dP}{dx} = 0, \quad \frac{d}{dx} (\bar{U}_x \delta_x \rho) = \frac{q}{r}, \quad \alpha_x = \frac{\lambda}{\delta_x}. \quad (7)$$

Решение будем искать при следующих граничных условиях:

$$\begin{aligned} U_x &= 0, \quad q = \text{const} \quad \text{при} \quad y = R, \\ \frac{dU_x}{dy} &= \frac{2q}{\mu r} \bar{U}_x, \quad q = \text{const} \quad \text{при} \quad y = R - \delta_x, \\ \delta_x &= 0 \quad \text{при} \quad x = 0. \end{aligned} \quad (8)$$

Решение системы (7) при граничных условиях (8) дает следующее кубическое уравнение для локального значения коэффициента теплоотдачи:

$$\alpha_x^3 - \frac{\bar{U}_x \lambda^2 \rho}{x \mu} \alpha_x - \frac{\lambda^3 \gamma^* \rho r}{3 q x \mu} = 0, \quad (9)$$

где $\gamma^* = \gamma - \frac{dP}{dx}$, а $\frac{dP}{dx}$ определяется по уравнению (5).

В случае $\gamma^* = 0$ будем иметь

$$\alpha_x = \sqrt{\frac{\lambda^2 \bar{U}_x \rho}{x \mu}}. \quad (10)$$

Теплоотдача при турбулентном режиме течения в пленке конденсата

Рассмотренная выше модель процесса анализируется с учетом турбулентного переноса импульса и энергии.

Уравнения теплового потока и касательного напряжения в турбулентной пленке конденсата согласно аналогии Рейнольдса запишутся следующим образом:

$$q = \lambda \left(1 + \text{Pr} \frac{\varepsilon_q}{\nu} \right) \frac{dT}{dy}, \quad \tau = \mu \left(1 + \frac{\varepsilon_\tau}{\nu} \right) \frac{dU_x}{dy}, \quad (11)$$

где Pr —число Прандтля; ν —кинематический коэффициент вязкости; T —температура; τ —касательное напряжение в пленке.



Согласно аналогии Рейнольдса для неметаллических жидкостей принимается равенство коэффициентов турбулентного обмена тепла и касательного напряжения:

$$\varepsilon_q = \varepsilon_\tau = \varepsilon.$$

Для решения тепловой задачи величина $\frac{\varepsilon}{\nu}$ должна быть определена из решения соответствующей гидродинамической задачи. Принимаем трехслойную модель течения в пленке конденсата:

ламинарная область $\omega^+ = y^+$ ($0 \leq y^+ \leq 5$);

переходная область $\omega^+ = -3,05 + 5 \ln y^+$ ($5 \leq y^+ \leq 30$) (Мартинелли);

турбулентная область $\omega^+ = 5,5 + 2,5 \ln y^+$ ($30 \leq y^+ \leq \delta^+$) (Никурадзе), где $\omega^+ = \frac{u}{\sqrt{\frac{\tau_{cr}}{\rho}}}$; $y^+ = \frac{y}{\nu} \sqrt{\frac{\tau_{cr}}{\rho}}$; δ^+ —безразмерная толщина пленки конденсата.

Определив по принятой модели при помощи второго уравнения системы (11) величину $\frac{\varepsilon}{\nu}$, для термических сопротивлений отдельных слоев получаем

$$R_1 = \frac{5 \nu}{v^* \lambda}, \quad (12)$$

$$R_2 = \frac{5 \nu}{v^* \lambda Pr} \ln(1 + 5 Pr), \quad (13)$$

$$R_3 = \frac{2,5 \nu}{v^* \lambda Pr} \ln \frac{\delta^+}{30} \frac{\tau_{cr} - \tau_0}{\tau_v}, \quad (14)$$

где

$$v^* = \sqrt{\frac{\tau_{cr}}{\rho}}; \quad \tau_0 = \gamma \delta_x; \quad \tau_{cr} = \gamma \delta_x + \tau_{tr}.$$

Просуммировав термическое сопротивление отдельных слоев, для локального значения коэффициента теплоотдачи получаем

$$\alpha_x = \frac{v^* \lambda}{5 \nu \left[1 + \frac{1}{Pr} \ln(1 + 5 Pr) + \frac{1}{2 Pr} \ln \frac{\delta^+}{30} \frac{\tau_{cr} - \tau_0}{\tau_v} \right]}. \quad (15)$$

Для расчета α_x нам следует определить также v^* и δ^+ . Внося значение τ_{cr} в выражение для v^* , будем иметь

$$v^{*3} - \frac{\tau_v}{\rho} v^* - g \nu \delta^+ = 0, \quad (16)$$

где g —ускорение силы тяжести.

Путем графического построения зависимости $\bar{U}_x = f(\delta^+)$ находим интерполяционную формулу, дающую хорошее приближение в интересующих нас пределах изменения параметров:

$$\delta^+ = -5450 + \sqrt{30 \cdot 10^6 + 625 \frac{q_x}{\nu r \rho}}. \quad (17)$$

Зависимости (15), (16) и (17), таким образом, дают окончательное решение задачи.

Для случая $\gamma^* = 0$ будем иметь

$$\alpha_x = \frac{\nu^* \lambda}{5 \nu \left[1 + \frac{1}{Pr} \ln(1 + 5 Pr) + \frac{1}{2 Pr} \ln \frac{\delta^+}{30} \right]}, \quad (18)$$

где

$$\nu^* = \sqrt{\frac{\tau_{rp}}{\rho}}.$$

В рассматриваемом случае, как и в случае, описываемом уравнением (9), получение в явном виде выражения для расчета средних коэффициентов теплоотдачи оказывается невозможным. В конкретных инженерных расчетах определение средних коэффициентов следует производить методом численного интегрирования.

(Поступило 16.5.1968)

შემაჯობით

ი. შეხრილადე, შ. მესტირიშვილი

ვერტიკალურ ცილინდრში მოძრავი ორთქლის აფსკოვანი
კონდენსაციის პროცესის მიახლოებითი თეორია

რეზიუმე

ადრე მიღებული შედეგების საფუძველზე ჩატარებულია ვერტიკალურ ცილინდრში მოძრავი ორთქლის აფსკოვანი კონდენსაციის პროცესის მიახლოებითი ანალიზი. მიღებულია გამოსახულებები ჰიდრავლიური დანაკარგებისა და თბოგადაცემის საანგარიშოდ.

დამოუკიდებელი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. Г. Шекриладзе. Сообщения АН ГССР, XXXV:3, 1964, 619—626.
2. J. G. Shekrladze, V. I. Gomelaury. Int. J. Heat Mass Transfer, 9, 1966, 581—591.

Д. Б. МГАЛОБЛИШВИЛИ

К ВОПРОСУ О СТАБИЛЬНОЙ РАБОТЕ ЭЛЕКТРОВИБРАЦИОННЫХ МАШИН

(Представлено академиком Р. Р. Двали 30.5.1968)

В процессе работы вибромашин рассеиваемая в упругой системе энергия переходит в тепло и нагревает рессорный пакет. В результате этого возникают добавочные цепные усилия, меняется собственная частота вибратора и нарушается стабильность его работы. Как показывает практика эксплуатации, следствием этого являются перебои в работе, уменьшение производительности машин, а в некоторых случаях поломки рессор в результате увеличения фактических напряжений.

На рис. 1 представлены результаты экспериментов, откуда хорошо видно изменение собственной частоты вибромашин в зависимости от температуры рессорного пакета. Собственная частота меняется в пределах 2—3 гц, что вполне достаточно для потери амплитуды рабочего органа вибромашин.

Рассматриваемый вопрос еще недостаточно изучен в литературе, хотя температурный фактор играет существенную роль для устойчивой, стабильной работы вибромашин.

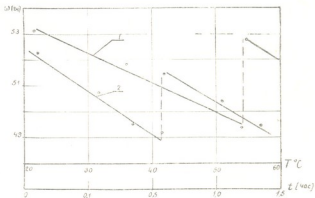


Рис. 1

На рис. 2 представлена принципиальная схема вибромашин с приведенной массой $m_{ин}$. Дифференциальное уравнение, описывающее вынужденные колебания вибромашин с учетом нелинейного возмущения электромагнита и собственной частоты, зависящей от амплитуды и времени, имеет вид

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + \omega^2(\tau) = \varepsilon \left[f_1 \left(\tau, y, \frac{dy}{dt} \right) + f_2(y) \cdot \sin \nu t + \varepsilon f_3(y) \cdot \cos 2 \nu t \right]. \quad (1)$$

Здесь

$$f_1\left(\tau, y, \frac{dy}{d\tau}\right) = -2n \frac{dy}{d\tau} - \omega^2(\tau) cy^3 + \left(q_n + \frac{1}{2}\right) \times \\ \times (P_0 + P_1 y + P_2 y^2 + P_3 y^3),$$

$$f_2(y) = 2q_n (P_0 + P_1 y + P_2 y^2 + P_3 y^3) \cdot \sin \nu t,$$

$$f_3(y) = \frac{1}{2} (P_0 + P_1 y + P_2 y^2 + P_3 y^3) \cdot \cos 2\nu t,$$

ε — малый параметр,

$\tau = \varepsilon t$ — „медленное“ время,

y — безразмерная координата перемещения,

ω — собственная частота вибромашины без учета нелинейности упругой системы,

ν — частота возмущения электромагнита,

n — коэффициент демпфирования,

c — коэффициент, учитывающий нелинейность упругой системы,

q_n — коэффициент подмагничивания,

P_0, P_1, P_2, P_3 — коэффициенты, числовые значения которых получены в результате обработки опытных характеристик электромагнитов при постоянном значении силы тока электромагнита,

$$\omega(\tau) = \omega(1 \pm k\tau), \quad (2)$$

где k — скорость изменения собственной частоты вибромашины (рад/сек/сек), определяемая экспериментально (при нагревании рессорного пакета сле-

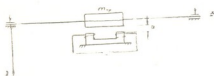


Рис. 2

дует брать знак минус, при остывании — плюс). Без учета нелинейности упругой системы и выражения (2) при $f_3(y) = 0$ уравнение (1) рассмотрено в литературе.

Ввиду того что изменение собственной частоты происходит „медленно“ по отношению к периоду колебаний вибратора, для решения уравнения (1) применим асимптотический метод, развитый в работах Н. Н. Боголюбова и Ю. А. Митропольского [1]. Согласно этому методу в первом приближении решение ищем в виде

$$y = a \cdot \cos(\theta + \vartheta), \quad (3)$$

где a — безразмерная амплитуда,

$$\frac{d\theta}{dt} = \nu = \text{const.}$$

a и ϑ определяются из следующих дифференциальных уравнений

$$\begin{aligned} \frac{da}{dt} &= \varepsilon A_1(\tau, a, \vartheta) + \varepsilon^2 A_2(\tau, a, \vartheta) + \dots, \\ \frac{d\vartheta}{dt} &= \omega(\tau) - \nu + \varepsilon B_1(\tau, a, \vartheta) + \varepsilon^2 B_2(\tau, a, \vartheta) + \dots \end{aligned} \quad (4)$$

Из выражения (3) определим значения $\frac{dy}{dt}$ и $\frac{d^2y}{dt^2}$ с учетом зависимости (2), при этом пренебрегаем членами при ε^2 и выше, после чего воспользуемся уравнениями гармонического баланса, интегрирование которых дает систему дифференциальных уравнений для определения коэффициентов A_1 и B_1 :

$$\begin{aligned} [\omega(\tau) - \nu] \frac{\partial A_1}{\partial \vartheta} - 2a\omega(\tau)B_1 &= -\frac{3}{4}\omega^2(\tau)ca^3 + \\ + \left(q_n^2 + \frac{1}{2}\right) \left[aP_1 + \frac{3}{4}P_3a^3 \right] - 2q_n \left(P_0 + \frac{3}{4}P_2a^2 \right) \cdot \sin \vartheta, \\ [\omega(\tau) - \nu] \frac{\partial B_1}{\partial \vartheta} \cdot a + 2\omega(\tau) \cdot A_1 &= a\omega(\tau)(k - 2n) - \\ - 2q_n \left(P_0 + \frac{1}{4}P_2a^2 \right) \cdot \cos \vartheta. \end{aligned} \quad (5)$$

Решая полученную систему относительно A_1 и B_1 и подставляя их значения в уравнения (4), получаем:

$$\begin{aligned} \frac{da}{dt} &= \varepsilon \left[\frac{e_1 e_4 - e_2 e_6}{e_2^2 - e_1^2} \cdot \cos \vartheta - \frac{e_5}{e_2} \right], \\ \frac{d\vartheta}{dt} &= \omega(\tau) - \nu + \varepsilon \left[\frac{e_2 \cdot e_4 - e_1 e_6}{a(e_2^2 - e_1^2)} \cdot \sin \vartheta + \frac{e_3}{a \cdot e_2} \right], \end{aligned} \quad (6)$$

где

$$\begin{aligned} e_1 &= \omega(\tau) - \nu, \\ e_2 &= -2\omega(\tau), \\ e_3 &= \left(q_n^2 + \frac{1}{2}\right) \left(aP_1 + \frac{3}{4}P_3a^3 \right) - \frac{3}{4}a^3c\omega^2(\tau), \\ e_4 &= -2q_n \left(P_0 + \frac{3}{4}P_2a^2 \right), \\ e_5 &= a\omega(\tau)(k - 2n), \\ e_6 &= -2q_n \left(P_0 + \frac{1}{4}P_2a^2 \right). \end{aligned} \quad (7)$$

В случае стационарного режима работы вибромашины значения a и ϑ остаются постоянными во времени, поэтому необходимо в выраже-



ниях (6) значения $\frac{da}{dt}$ и $\frac{d\vartheta}{dt}$ приравнять нулю и из этих условий разделить зависимость амплитуды колебания от частоты возмущения. Учитывая вышесказанное и исключая фазу ϑ , а также принимая, что вблизи от резонанса разность $(\omega - \nu)$ по сравнению с другими членами, входящими в уравнения (6), является величиной более высокого порядка малости, получаем:

$$\left(\frac{\nu}{\omega_c}\right)_{1,2} = 1 \pm \frac{e_4}{e_2 a \cdot \omega_c} \sqrt{1 - \frac{e_5^2}{e_6^2}},$$

где

$$\omega_c = \omega(\tau) \left(1 + \frac{e_3}{ae_2 \omega(\tau)}\right).$$

Учитывая обозначения (8), окончательно получаем:

$$\left(\frac{\nu}{\omega(\tau)}\right)_{1,2} = \left[1 + \frac{3}{8} a^2 \cdot c - \left(q_n^2 + \frac{1}{2}\right) \frac{P_1 + \frac{3}{4} P_2 a^2}{2 \omega^2(\tau)}\right] \pm \frac{q_n \left(P_0 + \frac{3}{4} P_2 a^2\right)}{a \omega(\tau) \omega_c} \sqrt{1 - \frac{a^2 \omega^2(\tau) (k - 2n)^2}{4 q_n^2 \left(P_0 + \frac{1}{4} P_2 a^2\right)}}, \quad (8)$$

где $\omega(\tau)$ определяется выражением (2).

На рис. 3, 4 представлены амплитудно-частотные характеристики, вычисленные и построенные согласно выражению (8) для П- и Ш-образного магнитов с коэффициентами подмагничивания, равными 1,7 и 2 при различных значениях затухания. Числовые значения коэффициентов P_0, \dots, P_3 для П и Ш-образных магнитов приведены в литературе для единичной массы и равны:

а) магнит П-образный: $P_0 = 130$, $P_1 = -5285,4$, $P_2 = 80518$, $P_3 = -406397,7$;

б) магнит Ш-образный: $P_0 = 112,4$, $P_1 = 3837,9$, $P_2 = -3322,4$, $P_3 = 136008,5$.

Там же даны числовые значения коэффициентов $2n = 60 \div 30$, $c = 0,728$ для электровибромашин мощностью 0,5 квт.

Значения коэффициента k равны: для шлифованных рессор $k = 0,0087 \div 0,0052$, для нешлифованных рессор $k = 0,0012 \div 0,0043$.

Из приведенных графиков следует, что в зависимости от типа электромагнита и величины постоянной составляющей значения собственной частоты вибромашин смещаются вправо (жесткая характеристика рис. 3) или влево (мягкая характеристика рис. 4); смещение зависит также от коэффициента подмагничивания; так, при $q_n = 2$ смещение больше (рис. 4), чем при $q_n = 1,7$. В данном случае электромагнит-

ное возбуждение можно использовать для настройки электровибрационных машин на желаемый режим. Влияние электромагнитного возбуждения сказывается и на смещении резонансных пиков, несмотря на то что характеристика рессорной системы вибромашины жесткая, возбуждение Ш-образным магнитом дает результирующую мягкую характеристику (рис. 4).

Влияние температуры нагрева рессорного пакета на стабильность работы электровибромашины, как это видно из соотношения (2), выражается в изменении ее собственной частоты. Так, если машина настроена в дорезонансный режим (например, точка 1 на рис. 3), в результате изменения температуры рессорного пакета ее частота будет меняться и точка начнет двигаться по резонансной кривой, т. е. будет меняться величина рабочей амплитуды. При этом изменение температуры рессорного пакета практически не влияет на величину демпфирования.

При уменьшении собственной частоты вибромашины на 2 гц, точка 2 переместится в точку 2', что соответствует уменьшению амплитуды колебания на 25%, а уменьшение частоты на 3 гц дает падение рабочей амплитуды примерно на 50% (точка 2'').

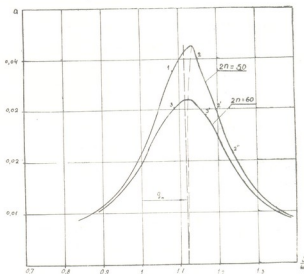


Рис. 3

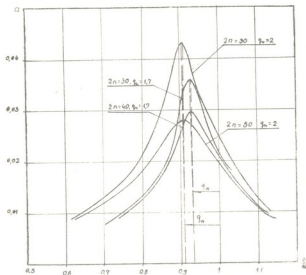


Рис. 4

в точку 2', что соответствует уменьшению амплитуды колебания на 25%, а уменьшение частоты на 3 гц дает падение рабочей амплитуды примерно на 50% (точка 2'').

При уменьшении собственной частоты вибромашины на 2 гц, точка 2 переместится



Такое нежелательное изменение рабочей амплитуды при длительном режиме работы, вызванное нагревом рессорного пакета, можно уменьшить за счет уменьшения потерь как в материале самих рессор (уменьшение допускаемых напряжений), так и в местах их заземления (уменьшение усилия поджатия, применение шлифовальных рессор). Наибольшая стабильность амплитуды может быть обеспечена при работе в дорезонансном режиме в непосредственной близости от резонанса с введением дополнительного демпфирования, увеличивающего ширину резонансного пика. Так, при увеличении коэффициента демпфирования от 50 до 60 уменьшение собственной частоты на 3 гц вызовет изменение амплитуды рабочего органа всего лишь на 5% (точки 3 и 3' на рис. 3).

Академия наук Грузинской ССР
Институт механики машин и
полимерных материалов
Тбилиси

(Поступило 4.6.1968)

მანქანათმშენებლობა

ჯ. მგალობლიშვილი

ელექტრომაგნიტური სტაბილური მუშაობის უზრუნველყოფა

რეზიუმე

შრომში განხილულია ელექტრომაგნიტური სტაბილური მუშაობის საკითხები ელექტრომაგნიტის არაწრფივი მახასიათებლისა და დროზე დამოკიდებული საკუთარი სიხშირის მხედველობაში მიღებით მოყვანილია ექსპერიმენტული გზით მიღებული დამოკიდებულება ტემპერატურისა საკუთარ სიხშირეზე და მისი გავლენა ელექტრომაგნიტის სტაბილურ მუშაობაზე.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Н. Боголюбов, Ю. А. Митропольский. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. М., 1963.

О. С. ЕЗИКАШВИЛИ, В. А. ЦИКЛАУРИ, Н. Г. БАРДЗИМОВ

О КОЭФФИЦИЕНТЕ ВЗАИМНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ ДЛЯ СЛУЧАЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ВИНТОВОГО ДВИЖЕНИЯ ТРУЩИХСЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

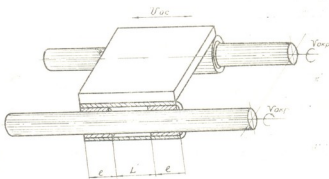
(Представлено членом-корреспондентом Академии Д. С. Тавхелидзе 16.6.1968)

На условия теплоотдачи из зоны контакта при сухом трении тел большое влияние оказывает коэффициент взаимного перекрытия, представляющий собой отношение площадей трения контактирующей пары. До настоящего времени коэффициент взаимного перекрытия исследовался в основном применительно к тормозным парам трения. При этом в условиях относительного вращательного движения трущихся тел, например в механизме дискового тормоза, величина коэффициента взаимного перекрытия выражается [1] формулой

$$K_{вз} = \frac{A_{H'} \cdot A_{H''}}{A_{усл}^2}, \quad (1)$$

где $A_{усл}$ —условная контурная площадь трения, полученная вращением элементов пары вокруг центра вращения; $A_{H'}$, $A_{H''}$ —контурные площади первого и второго элементов пары трения.

В связи с разработкой конструкций направляющих сухого трения с использованием принципа винтового движения вала в пластмассовом подшипнике—втулке [2] (схематическое устройство этих направляющих изображено на фиг. 1),



Фиг. 1

характеризуемых весьма малым коэффициентом трения в осевом направлении и хорошими демфирующими свойствами, возник вопрос о коэффициенте взаимного перекрытия поверхностей трущихся пар в условиях суммирования движений: вращательного движения вала и поступательного движения вкладыша. Величина коэффициента трения при



перемещении узла по данным направляющим выражается в первом приближении (без учета зависимости силы трения от скорости скольжения) [4] формулой

$$f_{oc} = f_{окр} \frac{V_{oc}}{V_{окр}}, \quad (2)$$

где f_{oc} и $f_{окр}$ —коэффициенты трения соответственно в осевом и окружном направлении; V_{oc} —скорость поступательного перемещения узла по направляющим; $V_{окр}$ —окружная скорость валов направляющих.

Из выражения (2) следует, что при прочих равных условиях чем выше допускаемая скорость $V_{ск}$ относительного скольжения вала по поверхности пластмассовой втулки подшипника, равная

$$V_{ск} = \sqrt{V_{oc}^2 + V_{окр}^2}, \quad (3)$$

тем значительнее можно уменьшить величину коэффициента трения.

В формуле (1) величины $A_{н'}$, $A_{н''}$, $A_{усл}$ практически являются постоянными и не зависят от усилия прижатия трущихся поверхностей и скорости скольжения. В подшипнике скольжения, выполненном в виде пластмассовой втулки, вследствие сравнительно небольшой величины модуля упругости пластмассы, контурная площадь трения вкладыша

$$A_{вкл} = R_s \cdot \alpha \cdot l, \quad (4)$$

где $R_s = \frac{D_s}{2}$ —радиус вала, α —угол дуги контактирования, l —длина втулки, не является величиной постоянной (3), а зависит от разности сопряженных диаметров вала и втулки, модулей упругости материалов вала E_s и втулки $E_{вт}$ и радиальной нагрузки P , т. е.

$$A_{вкл} = f(R_s, E_s, E_{вт}, \phi, P), \quad (5)$$

где

$$\phi = \frac{D_{вт} - D_{вала}}{D_{вала}} \text{— относительный зазор.}$$

Контурная площадь трения вала в этом случае представляет собой цилиндрическую поверхность:

$$A_{вала} = 2\pi R_s \cdot l. \quad (6)$$

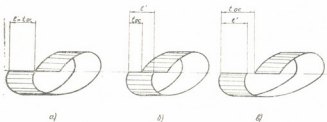
Коэффициент взаимного перекрытия равен

$$K_{вз} = \frac{R_s \cdot \alpha \cdot l}{2\pi R_s \cdot l} = \frac{\alpha}{2\pi}. \quad (7)$$

Рассмотрим случай относительного винтового движения трущихся поверхностей, имеющий место при осевом перемещении подшипниковой



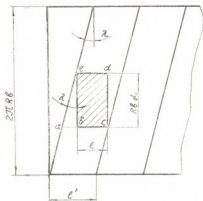
втулки по вращающемуся валу. Контактная площадь трения вала будет представлять собой расположенную на поверхности вала в виде спирали полосу, как изображено на фиг. 2 для разных случаев соотношения скоростей $V_{ос}$, $V_{окр}$, а также осевого шага спирали $t_{ос}$ и приведенной длины втулки l' .



Фиг. 2

Известно, что в неметаллических подшипниках, работающих без смазки, теплоотвод осуществляется главным образом в вал и поэтому, анализируя изображенные на фиг. 2 схемы контактирования поверхности вала и втулки, следует отметить, что наиболее благоприятные условия теплоотвода будут на схеме 2, в и хуже всего на схеме 2, б, когда происходит частичное совпадение полосы контактирования.

Однако контактирование по схеме 2, в осуществимо в том случае, когда соотношение скоростей $\frac{V_{ос}}{V_{окр}}$ достаточно велико и вследствие этого увеличен коэффициент трения $f_{ос}$ в осевом направлении. Очевидно, в реальных конструкциях направляющих контактирование следует осуществлять по схеме 2, а.



Фиг. 3

Рассмотрим соответствующую развертку поверхности вала (фиг. 3).

Прямоугольник $bdec$ представляет собой развертку поверхности контактирования втулки.

Приведенная длина l' равна

$$l' = bc + ab = l + R_в \alpha \cdot \operatorname{tg} \lambda, \quad (8)$$

где

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{V_{ос}}{r V_{окр}} - \text{угол подъема спирали полосы контактирования.}$$

Окончательно имеем

$$l' = l + R_a \alpha \frac{V_{oc}}{V_{окр}} \quad (9)$$

Контурная площадь трения вала будет равна в этом случае рабочей поверхности вала:

$$A_{p-вала} = 2\pi R_a (L + l'), \quad (10)$$

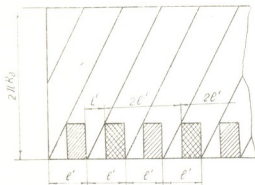
где L —ход узла, перемещаемого по направляющим (см. фиг. 1).

Коэффициент взаимного перекрытия будет равен

$$K_{вз} = \frac{R_a \alpha l}{2\pi R_a (L + l')},$$

$$K_{вз} = \frac{\alpha l}{2\pi \left(L + l + R_a \alpha \frac{V_{oc}}{V_{окр}} \right)} \quad (11)$$

В реальных конструкциях перемещаемый по направляющим узел, как правило, опирается на каждый вал посредством двух втулок (фиг. 1), вследствие чего на валу образуются как бы две полосы контактирования.



Фиг. 4

Если $L \leq L'$, где L' —расстояние между вкладышами, то тогда коэффициент взаимного перекрытия вычисляется для каждого вкладыша по формуле (11).

Если же $L > L'$, то из всех возможных случаев для нас представляет интерес контактирование по схеме, изображенной на фиг. 2, а, но с двумя полосами контактирования.

На фиг. 4 изображена соответствующая развертка поверхности вала с двумя полосами контактирования.

Данная схема контактирования осуществляется при следующих условиях:

$$L' = 2KL', \quad (12)$$

где $K = 0, 1, 2, 3, \dots$ —любое целое число

$$l' = \pi R_a \frac{V_{oc}}{V_{окр}} \quad (13)$$

При проектировании направляющих с использованием принципа винтового движения вала во вкладыше мы можем варьировать только величиной $V_{окр}$, так как значения R_g и l обуславливаются допустимым удельным давлением и жесткостью валов, расстояние L' — габаритами перемещаемого узла, а скорость V_{oc} — производительностью машины. Поэтому выражение (13) можно записать так:

$$V_{окр} = \pi R_g \frac{V_{oc}}{l} . \quad (14)$$

Подставив значение l' из уравнения (9), определим величину окружной скорости $V_{окр}$ вала, обеспечивающей при выполнении равенства (13) желаемую схему контактирования:

$$V_{окр} = \frac{R_g V_{oc}}{l} (\pi - \alpha) . \quad (15)$$

Коэффициент взаимного перекрытия для этого случая равен

$$K_{вз} = \frac{A_{втул} \pi u}{A_{вала}} = \frac{R_g \alpha l}{2 \pi R_g (L + 2l' + l')} .$$

После преобразований получим

$$K_{вз} = \frac{2 \alpha l}{\pi \left[L + 2 R_g \frac{V_{oc}}{V_{окр}} (\pi - \alpha) + l' \right]} . \quad (16)$$

Полученные зависимости (11), (12), (15) и (16) могут быть использованы при проектировании вращающихся направляющих и выборе их оптимальных параметров.

Грузинский политехнический институт
 им. В. И. Ленина

(Получило 19.6.1968)

განკანაღმცემდნობა

თ. უზიგაშვილი, ც. წიკლაური, ნ. ბარბიძე

მოხატუნე ზედაპირების ურთიერთგადახურვის კოეფიციენტი
 ფარდობითი ხრახნული მოძრაობის შემთხვევისათვის

რეზიუმე

წერილში განხილულია გადახურვის კოეფიციენტის განსაზღვრის საკითხი და არჩეულია კონტაქტრობის ოპტიმალური სქემა ხრახნული მოძრაობის დროს მიღსაყმი, რასაც ადგილი აქვს ზოგიერთ მიმართველ კონსტრუქციაში.



შედეგების ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. С. Щедров, А. В. Чичинадзе. Сборник «Повышение эффективности тормозных устройств. Свойства фрикционных материалов». М., 1959.
2. В. А. Кудинов. Динамика станков. М., 1967.
3. Н. Г. Бардзимов. Исследование трения при винтовом движении вала во втулке применительно к опорам поступательного перемещения. Автореферат, Тбилиси, 1967.



УДК 537.311.33

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Н. И. ЖГЕНТИ

ИСТОЧНИК ОПОРНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА СТАБИЛИТРОНАХ С ПЛАВНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ И НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ ПОРЯДКА 0,001%

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. Г. Абелишвили 14.5.1968)

В цифровых и аналоговых приборах часто применяется компенсационный метод сравнения двух напряжений: опорного и измеряемого.

Обычно в качестве опорного элемента применяются нормальные элементы, обладающие рядом недостатков, например невозможность регулирования опорного напряжения и изменение стабильности их э. д. с. от нагрузки током.

В последнее время вместо указанных источников в качестве опорных элементов используются кремниевые стабилитроны (КС). Применение кремниевых стабилитронов типа Д808 — Д813 ограничивается относительно небольшим допустимым максимальным током стабилизации (20—33 ма) [1, 2]. Для создания источников питания на большие токи нагрузки следует использовать стабилитроны типа Д815А—Д815Ж, у которых ток стабилизации можно менять в широких пределах (от 25 до 1400 ма). При изменении тока нагрузки большое динамическое сопротивление стабилитрона является одной из основных причин нестабильности выходного напряжения.

По сравнению со стабилитронами типа Д808 — Д813, стабилитроны типа Д815 имеют меньшее динамическое сопротивление. Динамическое сопротивление R_d у стабилитронов типа Д808 — Д813 равно 6 — 18 ом при токе стабилизации $I_{ст} = 5$ ма, а у стабилитронов типа Д815 соответственно 18 ом при $I_{ст} = 10$ ма [1—4], тогда как у стабилитрона Д815Б при $I_{ст} = 1000$ ма $R_d = 0,8$ ом. Некоторые технические данные этих стабилитронов приведены в табл. 1.

Отсутствие данных о стабильности выходного напряжения $U_{вых}$ стабилитронов указанных типов во времени, т. е. данных о том, с какой точностью $U_{вых}$, установленное при его изготовлении, сохраняет свое значение при длительной эксплуатации, приводит к затруднениям при использовании КС типа Д815 на практике.

Автором проведены исследования длительной стабильности выходного напряжения стабилитронов типа Д815Г. Предварительно была исследована группа стабилитронов, из которой были отобраны стабили-



№	Тип стабилизатора	Напряжение стабилизации $U_{ст}$, в	Ток стабилизации $I_{ст}$, ма	Дифференциальное сопротивление R_d , ом, при токе стабилизации $I_{ст}$, ма				ТКН, %/°C
				$t=25^\circ\text{C}$				
				25	50	500	1000	
1	D815A	$5,6 \pm 10\%$	50—1400	—	20	—	—	0,045
2	D815B	$6,8 \pm 10\%$	50—1150	—	15	—	0,8	0,05
3	D815B	$8,2 \pm 10\%$	50—950	—	8	—	1	0,07
4	D815Г	$10 \pm 10\%$	25—800	15	—	1,8	—	0,08
5	D815Д	$12 \pm 10\%$	25—650	20	—	2	—	0,09
6	D815E	$15 \pm 10\%$	25—550	25	—	2,4	—	0,1
7	D815Ж	$18 \pm 10\%$	25—450	30	—	3	—	0,11

троны, имеющие минимальный кратковременный дрейф. Результаты этих исследований для трех стабилизаторов показаны в виде зависимостей $\delta = f(t)$ на рис. 1, где δ —нестабильность $U_{вых}$ в %, t —время. На их основании была собрана схема макета источника опорного напряжения с плавным регулированием выходного напряжения от 1 до 10 в (рис. 2).

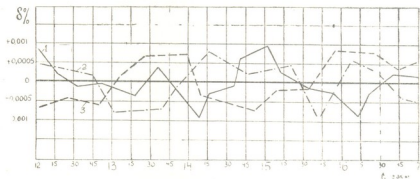


Рис. 1. Изменение выходного напряжения стабилизатора типа D815Г:
 1—стабилизатор № 5; 2—стабилизатор № 8; 3—стабилизатор № 11

ИОН питается от предварительного стабилизатора СИП-01, нестабильность выходного напряжения которого порядка $\pm 0,02\%$. Резистором R_{22} задается рабочий ток через стабилизатор. Температурная компенсация осуществляется резисторами $R_{11} \div R_{21}$ [3]. Благодаря тому что резисторы $R_{11} \div R_{15}$ и $R_{16} \div R_{20}$ намотаны из разных материалов (манганин и никель соответственно), путем поочередного ввода и вывода указанных резисторов попарно можно добиться точной температурной компенсации.

Для регулирования выходного напряжения был использован декадный делитель напряжения типа Кельвина—Варлея. Декада состоит из десяти последовательно соединенных одинаковых (100 ом) резисторов

$R_1 \div R_{10}$. При любой установке переключателя П какая-либо пара соседних резисторов шунтируется потенциометром R_n (200 ом).

Делитель $R_1 \div R_{10}$ и сопротивления R_{21} и R_{22} , которые могли влиять на стабильность выходного напряжения, были сделаны из состаренного марганца. Стабилитрон Д815Г помещен в термостат, в котором поддерживается температура 30°C с точностью $\pm 0,01^\circ\text{C}$. Изменение выходного напряжения параметрического стабилизатора $U_{\text{вых}}$ и тока стабилизации $I_{\text{ст}}$ стабилитрона Д815Г производилось на высокоомном 6-декадном потенциометре типа ПВ-9 (класса 0,001) с пределом измерения от 0 до 20 в. В качестве установочного элемента E_y служил нормальный элемент класса 0,001, который находился в термостатированном сейфе ($t = 20 \pm 0,01^\circ\text{C}$). Нульиндикатором был использован автокомпенсационный микровольт-ноамперметр Р-325 с фотоусилителем Ф-305. Найденное в процессе исследования динамическое сопротивление R_x стабилитрона Д815Г при токе $I_{\text{ст}} = 100$ ма равнялось

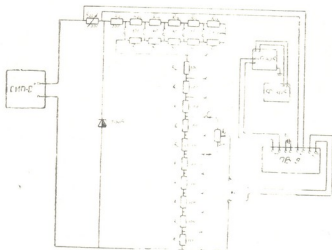


Рис. 2. Электрическая схема источника опорного напряжения с плавным регулированием выходного напряжения

производилось на высокоомном 6-декадном потенциометре типа ПВ-9 (класса 0,001) с пределом измерения от 0 до 20 в. В качестве установочного элемента E_y служил нормальный элемент класса 0,001, который находился в термостатированном сейфе ($t = 20 \pm 0,01^\circ\text{C}$). Нульиндикатором был использован автокомпенсационный микровольт-ноамперметр Р-325 с фотоусилителем Ф-305. Найденное в процессе исследования динамическое сопротивление R_x стабилитрона Д815Г при токе $I_{\text{ст}} = 100$ ма равнялось

$$R_x = \frac{\Delta U_{\text{ст}}}{\Delta I_{\text{ст}}} = 2,8 \text{ ом.}$$

Для получения значения динамического сопротивления изменялся ток стабилизации при помощи разрядных образцовых сопротивлений R_{22} , которые были хорошо изучены и стабильны во времени. Падение напряжения на сопротивлении подавалось на вход X_1 потенциометра ПВ-9, и вычислялось точное значение тока стабилизации $I_{\text{ст}} = \Delta U / R_{22}$.

В ходе исследования было получено значение температурного коэффициента напряжения, равное $\gamma = \Delta U_{\text{ст}} / \Delta t = 0,052\% / ^\circ\text{C}$.

Результаты испытания источника опорного напряжения для напряжении $U_{\text{вых}} = 5$ в и $U_{\text{вых}} = 10$ в приведены в табл. 2.

Из результатов исследования видно, что наибольшая нестабильность $U_{\text{вых}}$ за рабочий день не превышала $\pm 0,001\%$ (50 и 100 мкв).

Полученные результаты дают основание полагать, что полупроводниковые параметрические стабилизаторы на стабилитронах Д815Г могут

Таблица 2

№ п/п	Время, час	Выходное напряжение $U_{\text{вых.}}$, в	Нестабиль- ность $U_{\text{вых.}}$, $\pm \delta$ %	Выходное напряжение $U_{\text{вы.}}$, в	Нестабиль- ность $U_{\text{вых.}}$, $\pm \delta$ %
1	12.00	5,00000	0,0000	10,0'000	0,000
2	12.20	5,00003	0,0003	10,00005	0,0002
3	12.40	5,00007	0,0007	10,00'06	0,0003
4	13.00	5,00008	0,0008	10,00010	0,0005
5	13.20	5,00009	0,0009	10,0'016	0,0008
6	13.40	5,00010	0,001	10,0'018	0,0009
7	14.00	5,00010	0,001	10,00017	0,0008
8	14.20	5,00009	0,0009	10,00015	0,0007
9	14.40	5,00010	0,001	10,0'019	0,0009
10	15.00	5,00010	0,001	10,00020	0,001
11	15.20	5,00009	0,0009	10,00'20	0,001
12	15.40	5,00010	0,001	10,00'19	0,0009
13	16.00	5,00010	0,001	10,00020	0,001
14	16.20	5,00010	0,001	10,00'20	0,001
15	16.40	5,00008	0,0008	10,00020	0,001
16	17.00	5,00009	0,0009	10,00020	0,001

служить источниками образцового напряжения в точных измерительных устройствах. Для возможности широкого применения указанных стабилизаторов необходимо продолжать их исследование в различных климатических и температурных условиях, а также накопить достаточный статистический материал по их эксплуатации.

Всесоюзный институт метрологии
им. Менделеева

(Поступило 15.5.1968)

ელეგანტობა

6. შიშობი

საპროექტი ძაბვის წყარო სტაბილიზატორებზე გამოსასვლელი ძაბვის მდომარე რეზულტირებობითა და 0,001% არასტაბილიზატორით

რეზიუმე

შრომში მოცემულია D815Г ტიპის სტაბილიზატორების გამოსასვლელი ძაბვის ხანგრძლივი სტაბილობის გამოკვლევის შედეგები. მათ საფუძველზე მოცემულია საპროექტი ძაბვის წყაროს სქემა, რომლის გამოსასვლელი ძაბვა შეიძლება მდომარე ვარიეტულირით 1-დან 10 ვოლტამდე. გამოშვებული ძაბვის არასტაბილობა 0,001%-ს არ აღემატება.

დავრწმობული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. Д. Додик. Полупроводниковые стабилизаторы постоянного напряжения и тока. М., 1962.
2. Полупроводниковые приборы справочник. М., 1964.
3. P. Jeanguenin, P. Koch. Etalon de tension transportable à diode de Zener; essai de réalisation. Comité consultatif d'électricité, Paris, 1965.
4. Н. Н. Вострокнутов. Измерительная техника, № 8, 1964.

АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА

А. Ш. ГУГУШВИЛИ, Г. Ш. БАГАТУРИЯ, Б. А. АРЕФЬЕВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСТОЯННОЙ ВРЕМЕНИ НЕЛИНЕЙНЫХ
ОБЪЕКТОВ ПРИ СИНУСОИДАЛЬНЫХ ВХОДНЫХ
ВОЗДЕЙСТВИЯХ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. В. Габашвили 3.6.1968)

Для построения системы управления объектом возникают задачи определения ряда параметров объекта. Если объект является нелинейным, то данная задача представляется сложной.

В последнее время большое распространение получили вероятностные методы определения характеристик нелинейных объектов. Однако некоторые важные параметры нелинейного объекта можно получить путем создания типовых возмущений на его входе.

Существует несколько методов определения характеристик нелинейных объектов при детерминированных входных воздействиях [1—3], но они, из-за накладываемых на них ограничений не всегда приводят к положительным результатам.



Рис. 1

Ниже предлагается метод определения постоянной времени нелинейного объекта, математическая модель которого представляет последовательно соединенные нелинейное и аperiодическое звенья 1-го порядка (рис. 1). Относительно статической характеристики сделаем предположение, что она является непрерывной функцией входной величины. В основу метода легла идея, предложенная одним из авторов [5]. В данном случае постоянная времени определяется не при треугольных входных воздействиях, а при синусоидальных входных воздействиях.

Уравнение объекта имеет вид

$$T \frac{dY}{dt} + Y = f(\tilde{x}), \quad (1)$$

где \tilde{x} и Y —входные и выходные величины объекта, T —постоянная времени объекта, $f(\tilde{x})$ —функция—выходной сигнал нелинейного звена.



Дифференциальное уравнение (1) составлено для линейной части нашего объекта. Создадим на входе возмущение синусоидальной формы, изменяя значение входной переменной от некоторого значения X_0

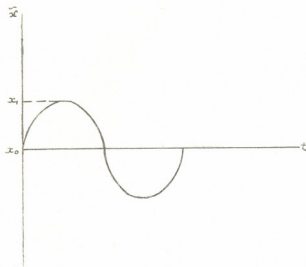


Рис. 2

до $X_1 = X_0 + A$ и обратно от X_1 до X_0 с периодом движения 4θ (рис. 2).

В общем виде входную переменную можно представить следующим образом:

$\tilde{x} = X - X_0 = A \sin \omega t$,
где A — амплитуда колебаний синусоидального сигнала, ω — круговая частота колебаний входной переменной.

Уравнение входной переменной имеет вид

$$\frac{d^2 \tilde{x}}{dt^2} + \omega^2 \tilde{x} = 0. \quad (2)$$

Исключая из уравнений (1) (2) время и решая совместно, получаем дифференциальное уравнение, связывающее вход объекта \tilde{x} с выходом объекта Y :

$$\frac{dY}{d\tilde{x}} + \frac{1}{T\omega \sqrt{A^2 - \tilde{x}^2}} Y = \frac{1}{T\omega \sqrt{A^2 - \tilde{x}^2}} f(\tilde{x}). \quad (3)$$

Уравнение (3) представляет собой линейное дифференциальное уравнение 1-го порядка.

Решение уравнения (3) имеет следующий вид:

$$Y = \exp \left\{ -\frac{1}{T\omega} \int_{x_0}^{x_1} \frac{d\tilde{x}}{\sqrt{A^2 - \tilde{x}^2}} \right\} \left[Y_0 + \int_{x_0}^{x_1} \frac{f(\tilde{x})}{T\omega \sqrt{A^2 - \tilde{x}^2}} \times \right. \quad (4)$$

$$\left. \times \exp \left\{ \frac{1}{T\omega} \int_{x_0}^{x_1} \frac{d\tilde{x}}{\sqrt{A^2 - \tilde{x}^2}} \right\} d\tilde{x} \right] = Y_0 \exp \left\{ -\frac{1}{T\omega} \int_{x_0}^{x_1} \frac{d\tilde{x}}{\sqrt{A^2 - \tilde{x}^2}} \right\} - F(\tilde{x}),$$



где

$$F(\tilde{x}) = \frac{1}{T\omega} \exp \left\{ -\frac{1}{T\omega} \int_{x_0}^{x_1} \frac{d\tilde{x}}{\sqrt{A^2 - \tilde{x}^2}} \right\} \int_{x_0}^{x_1} \frac{f(\tilde{x})}{\sqrt{A^2 - \tilde{x}^2}} \times \\ \times \exp \left\{ \frac{1}{T\omega} \int_{x_0}^{x_1} \frac{d\tilde{x}}{\sqrt{A^2 - \tilde{x}^2}} \right\} d\tilde{x}.$$

Подавая на вход нелинейного объекта синусоидальный сигнал, беря значения выходной величины Y при значении входной величины $X_{2n+1} = X_1$, ($n = 0, 1, 2, 3, \dots, N$) и принимая во внимание (4), можем составить следующую систему уравнений:

$$Y_{2i+1} = Y_{2i} \exp \left\{ -\frac{1}{T\omega} \int_{x_0}^{x_1} \frac{d\tilde{x}}{\sqrt{A^2 - \tilde{x}^2}} \right\} - F(\tilde{x}), \quad (5)$$

$$Y_{2i-1} = Y_{2i-2} \exp \left\{ -\frac{1}{T\omega} \int_{x_0}^{x_1} \frac{d\tilde{x}}{\sqrt{A^2 - \tilde{x}^2}} \right\} - F(\tilde{x}). \quad (6)$$

Вычитая из (5) (6), получаем систему уравнений

$$Y_{2i+1} - Y_{2i-1} = \exp \left\{ -\frac{1}{T\omega} \int_{x_0}^{x_1} \frac{d\tilde{x}}{\sqrt{A^2 - \tilde{x}^2}} \right\} (Y_{2i} - Y_{2i-2}),$$

т. е.

$$Y_{2i+1} - Y_{2i-1} = \exp \left\{ -\frac{1}{T\omega} \left[\arcsin \frac{\tilde{x}}{A} \right]_{x_0}^{x_1} \right\} (Y_{2i} - Y_{2i-2})$$

или, учитывая $\tilde{x} = X_1 - X_0 = A$,

$$Y_{2i+1} - Y_{2i-1} = \exp \left\{ -\frac{\pi}{2T\omega} \right\} (Y_{2i} - Y_{2i-2}). \quad (7)$$

Решая (7) относительно T , получаем

$$T = \frac{\pi}{2\omega} \left[\ln \frac{Y_{2i} - Y_{2i-2}}{Y_{2i+1} - Y_{2i-1}} \right]^{-1}. \quad (8)$$

Учитывая, что

$$\omega = \frac{2\pi}{4\Theta} = \frac{\pi}{2\Theta},$$

имеем

$$T = \Theta \left[\ln \frac{Y_{2i} - Y_{2i-2}}{Y_{2i+1} - Y_{2i-1}} \right]^{-1}. \quad (9)$$



Полученное выражение (9) позволяет определить постоянную времени нелинейного объекта, не зная его статической характеристики. В ряде случаев разности, стоящие в числителе и знаменателе, могут быть малыми и на их величинах и общем результате могут сказаться погрешности измерения. Такое явление прежде всего следует ожидать, когда в процессе исследования система выходит к установившимся режимам.

Для уменьшения действия помех разность между соседними значениями $Y_{2i \pm 1}$ должна быть более чем в десять раз больше среднего уровня помех [6]. Соответствующие формулы получить несложно: беря уравнение (4) при индексах $2i + 1$, отличающихся друг от друга на $2n$ ($n = 1, 2, 3, \dots$), и вычитывая одно из другого, можем получить систему выражений

$$\begin{aligned} Y_{2i+1} - Y_{2i-1} &= \exp \left\{ -\frac{\pi}{2T\omega} \right\} (Y_{2i} - Y_{2i-2}), \\ Y_{2i+3} - Y_{2i+1} &= \exp \left\{ -\frac{\pi}{2T\omega} \right\} (Y_{2i+2} - Y_{2i}), \\ &\dots \dots \dots \\ Y_{2i+2n+1} - Y_{2i+2n-1} &= \exp \left\{ -\frac{\pi}{2T\omega} \right\} (Y_{2i+2n} - Y_{2i+2n-2}). \end{aligned}$$

Складывая приведенные выше уравнения, получаем

$$Y_{2i+2n+1} - Y_{2i-1} = \exp \left\{ -\frac{\pi}{2T\omega} \right\} (Y_{2i+2n} - Y_{2i-2}),$$

отсюда

$$T = \Theta \left[\ln \frac{Y_{2i+2n} - Y_{2i-2}}{Y_{2i+2n+1} - Y_{2i-1}} \right]^{-1}. \quad (10)$$

Как видно, в знаменателе и числителе выражения (10) берутся разности между очень удаленными точками. Но это возможно только в том случае, если период входного воздействия существенно меньше постоянной времени объекта, иначе быстро наступает насыщение выходной величины и брать далеко удаленные точки друг от друга не имеет смысла, так как разности в знаменателе и числителе уравнения (10) соизмеримы с помехой или равняются нулю. Однако уменьшению периода входного сигнала препятствуют совершенно естественные ограничения, поскольку недопустимо беспредельно уменьшать период входного сигнала. Поэтому возникает необходимость обратиться к более сильным методам обеспечения помехоустойчивости. Таким является метод накопления [7]. Суть метода заключается в том, что эксперимент проводится не один раз, а

несколько раз. Затем все отсчеты складываются и постоянную времени определяют не по отдельному отсчету, а по сумме k отсчетов.

Принимая во внимание все вышесказанное, уравнение (9) примет вид

$$T = \Theta \left[\ln \frac{\sum_{m=1}^k (Y_{2im} - Y_{2im-2})}{\sum_{m=1}^k (Y_{2im+1} - Y_{2im-1})} \right]^{-1} \quad (11)$$

Однако с применением этой системы уравнения связаны некоторые трудности. Чтобы определить постоянную времени требуется повторение опытов, что в промышленных условиях не всегда возможно, к тому же T определяется тем точнее, чем больше k . В связи с этим для определения постоянной времени нелинейного объекта в зависимости от условий на реальном промышленном объекте применяют одно из выражений (9), (10), (11).

В заключение нужно отметить, что получены очень простые выражения для определения постоянной времени нелинейных объектов. Для их определения требуется только знание значения периода входных сигналов и значения выходных сигналов нелинейного объекта. Абсолютно не требуется знание статической характеристики нелинейного объекта. Как говорилось выше, на статическую характеристику объекта накладывается лишь то ограничение, что она должна являться непрерывной функцией входной величины.

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

(Поступило 3.7.1968)

ავტობიოგრაფია და ბიბლიოგრაფია

ა. ზუგუშვილი, ბ. ბალაძე, ბ. არაფიცი

არაწრფივი ობიექტების დროის მუდმივას განსაზღვრა
სინუსოიდალური შესასვლელი ალფომთებების დროს

რეზიუმე

წერილში განსაზღვრულია არაწრფივი ობიექტების დროის მუდმივა სინუსოიდალური შესასვლელი ალფომთებების დროს. დროის მუდმივას განსაზღვრა ხდება ობიექტების შესასვლელი სიგნალის პერიოდისა და ობიექტების გამოსასვლელი სიდიდების საშუალებით.



დავით აღმაშენებლის სახელობის ლიბრარია — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. Л. Черныков. Изв. АН СССР, Техническая кибернетика, № 4, 1964.
2. М. П. Симою. Приборостроение, 13, 1965.
3. М. П. Симою. Автоматика и телемеханика, № 6, 1957.
4. А. Ш. Гугушвили. Труды аспирантов ЛИТМО, 1966.
5. Б. А. Арэфьев. Автоматика, № 6, 1966.
6. А. Г. Ивахненко. Техническая кибернетика, 1962.
7. А. А. Харкевич. Борьба с помехами. Физматгиз, 1965.

(12)



ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

В. К. БАЛАВАДЗЕ, А. Д. НАДИРАДЗЕ

К ВОПРОСУ АДсорбЦИОННОГО Понижения Прочности БЕТОНА

(Представлено академиком К. С. Завриевым 24.5.1968)

В бетоне (если его специально не высушить) всегда содержится свободная, химически не связанная вода, которая по отношению к нему является поверхностно-активным веществом. Поэтому эффект адсорбционного понижения прочности материала, безусловно, имеет место в бетоне. При этом, чем больше водонасыщенность бетона, тем ярче должен проявляться указанный эффект.

При изучении комплекса вопросов, связанных с особенностью работы бетона при сжатии нас в особенности интересовал вопрос о роли стесненности деформации поперечного растяжения при адсорбционном понижении прочности бетона, выражающемся в расклинивающем действии воды в нем. Нам представляется, что чем больше стесненность деформации растяжения бетона при его сжатии, в частности осуществляемая трением (между гранями опытного образца и щеками пресса), тем меньше расклинивающее действие воды, и, что чем больше воды в бетоне, тем значительнее положительное влияние стесненности деформации растяжения бетона. Это обстоятельство имеет большое практическое значение для гидротехнического бетона, находящегося в воде или омываемого ею. При этом роль армирования или трения (например, между породой и отделкой тоннеля), создающих стесненность деформированию бетона, была бы более значительной, чем для воздушно-сухого бетона.

Для проверки правильности высказанного представления нами было проведено экспериментальное исследование работы сжимаемого бетона разных возрастов и размеров в водонасыщенном и воздушно-сухом состоянии. Вначале были изготовлены две серии опытных образцов-призм размерами $10 \times 10 \times 30$ см из бетона марки „200“. Первая серия содержала 6 близнецов, а вторая — восемь.

По истечении 6 месяцев после изготовления указанных образцов были изготовлены из бетона марки „250“ — „300“ 2 серии новых опытных образцов, из которых первая имела 6 кубиков размерами $15 \times 15 \times 15$ см, а вторая — 12 призм размерами $15 \times 15 \times 15$ см. Распалубка образцов производилась через сутки. Хранились они в нормальных условиях. За 6 дней до испытания образцов все шесть кубиков и часть призм были уложены в воду, а остальная часть призм хранилась на воздухе.

Образцы первых двух серий в семимесячном возрасте, а вторых серий в месячном подверглись испытанию на сжатие на прессе типа 2ПГ—125. Из призм $10 \times 10 \times 30$ см первой серии семимесячного возраста в воздушно-сухом состоянии испытывались 3 штуки при наличии трения с установлением предела прочности $R_{с.т.}$, а 3 штуки с устранением трения парафином, для определения предела прочности $R_{с.б.}$. Все призмы $10 \times 10 \times 30$ см второй серии в семимесячном возрасте были испытаны при наличии трения, но 4 штуки из них — в водонасыщенном, а 4 других — в воздушно-сухом состоянии. При этом были установлены соответствующие пределы прочности $R_{с.т.}$ и $R_{в.т.}$.

Кубики $15 \times 15 \times 15$ см месячного возраста в водонасыщенном состоянии были испытаны: 3 штуки с трением и 3 штуки без трения с установлением пределов прочности $R_{в.т.}$ и $R_{в.б.}$.

Из 12 призм $15 \times 15 \times 45$ см месячного возраста шесть штук было испытано в воздушно-сухом состоянии, из коих 3 штуки — с трением и 3 штуки — без трения, а остальные шесть образцов испытывались в водонасыщенном состоянии: 3 штуки — с трением и 3 штуки — без трения.

Результаты опытов помещены в таблице, последний столбец которой содержит характерные отношения средних значений пределов прочности бетона на сжатие в зависимости от трения, среды, возраста и видов образцов. Анализ этих табличных данных показывает, что отношение предела прочности на сжатие водонасыщенных бетонных кубиков при наличии трения в опорных плоскостях к их пределу прочности при устранении трения парафином равно трем, в то время как по известным литературным данным это отношение при воздушно-сухом состоянии сжимаемых кубиков колеблется около двух.

Подобное отношение пределов прочности для водонасыщенных бетонных призм размерами $15 \times 15 \times 45$ см, по нашим опытам, составляет 1,5, а по литературным данным при воздушно-сухом состоянии призм оно не превышает 1,2. Наши эксперименты также подтверждают эти данные. Из таблицы явствует, что при воздушно-сухом состоянии отношение призмной прочности бетона при наличии трения к его прочности с устранением трения парафином равно для призм размерами $15 \times 15 \times 45$ см 1,17, а для призм размерами $10 \times 10 \times 30$ см 1,14. Некоторая разница, имеющая при этом место в величинах указанных отношений, вполне закономерна, т. к. она вызвана различием размеров площадей трения и возрастов упомянутых призм.

Из анализа табличных данных видно, что имеем дело с весьма интересным явлением. Трение (т. е. стесненность поперечной деформации растяжения) повышает кубиковую прочность водонасыщенного бетона в три раза, в то время как оно у воздушно-сухого бетона повышает такую в 2 раза. Призмную же прочность водонасыщенного бетона трение повышает на 50%, а воздушно-сухого — на 20%.

Значения пределов прочности бетона на сжатие

№ п/п видов и опытных образцов	Вид и размеры опытных образцов	С о с т о я н и е								Характерные отношения средних значений пределов прочности по видам опытных образцов
		воздушно-сухое				водное				
		при трении $R_{с, г}$, кг/см ²	среднее значение $R_{ср, с, т}$, кг/см ²	без трения $R_{с, б}$, кг/см ²	среднее значение $R_{ср, с, б}$, кг/см ²	при трении $R_{в, т}$, кг/см ²	среднее значение $R_{ср, в, т}$, кг/см ²	без трения $R_{в, б}$, кг/см ²	среднее значение $R_{ср, в, б}$, кг/см ²	
I	Кубики 15x15x15 см месячн. возр.									$\frac{R_{ср, в, т}}{R_{ср, в, б}} = 3$
1						355		119		
2						346		117		
3						339	346	115		
II	Призмы 15x15x45 см месячн. возр.									$\frac{R_{ср, в, т}}{R_{ср, с, б}} = 1,17$ $\frac{R_{ср, в, т}}{R_{ср, в, б}} = 1,5$ $\frac{R_{ср, с, т}}{R_{ср, в, т}} = 1,12$
1		196		169		184		128		
2		208	201	171	172	184	180	122	121	
3		198		175		173		113		
III	Призмы 10x10x30 см 7-мес. возр.									$\frac{R_{ср, с, т}}{R_{ср, с, б}} = 1,14$
1		206		176						
2		194	200	178	176					
3		201		174						
IV	Призмы 10x10x30 см 7-мес. возр.									$\frac{R_{ср, с, т}}{R_{ср, в, т}} = 1,3$
1		211				155				
2		243				164				
3		206	213			169	162			
4		190			160					

Важное заключение можно сделать и из сравнения отношения

$\frac{R_{ср, с, т}}{R_{ср, в, т}} = 1,12$ для призм 15x15x45 см месячного возраста с отношением $\frac{R_{ср, с, т}}{R_{ср, с, б}} = 1,3$ для призм 10x10x30 см семимесячного возраста.

Ведь водонасыщенность молодого бетона вызывает, с одной стороны, адсорбционное понижение прочности бетона, а с другой — интенсивный рост прочности. Конечный результат зависит от того, какое из этих явлений возьмет вверх, что будет превалировать. Если адсорбционное по-

нижение прочности сильнее, чем интенсивность роста прочности бетона, то ясно, будем иметь уменьшение его предела прочности, и наоборот.

В наших опытах над призмами $15 \times 15 \times 45$ см месячного возраста отношение $\frac{R_{\text{ср.с.т}}}{R_{\text{ср.с.т}}} = 1,12$, т. е. имеет место незначительное понижение прочности. А в водонасыщенных бетонных призмах $10 \times 10 \times 30$ см семи-месячного возраста рост прочности был незначительный и преобладало адсорбционное понижение прочности, что привело к отношению $\frac{R_{\text{ср.с.т}}}{R_{\text{ср.с.т}}} = 1,3$, т. е. имело место значительное понижение прочности.

В ы в о д ы

1. Опыты подтвердили факт понижения предела прочности бетона на сжатие при его водонасыщенности, что является результатом адсорбционного влияния воды, выражающегося в ее расклинивающем действии в микротрещинах и микрообразованиях напряженного бетона. При этом тем меньше понижение прочности, чем моложе бетон, что объясняется интенсивным ростом прочности молодого бетона.

2. Эффективность положительного влияния стесненности деформации поперечного растяжения на прочность сжимаемого бетона в водонасыщенном состоянии значительно выше, чем при воздушно-сухом состоянии.

8. Стесненность деформации растяжения водонасыщенного бетона, в особенности в подводных и омываемых водами гидротехнических сооружениях и тоннельных обделках, может значительно повысить его предел прочности.

Тбилисский институт сооружений
и гидроэнергетики
им. А. В. Вишера

(Поступило 11.6.1968)

გაზალათა ტექნოლოგია

მ. ბალავაძე, ა. ნადირაძე

ბეტონის სიმტკიცის აღსორბციული შემცირების
საპრობლემური

რეზიუმე

ცდების საშუალებით დასტურდება ფაქტი ბეტონის სიმტკიცის ზღვარის შემცირებისა, წყლით გაჯენით შემთხვევაში. ეს მოვლენა გამოწვეულია წყლის აღსორბციული მოქმედებით, რაც გამოიხატება მისი გამორღევი მოქმედებით დაბალე ბეტონის მიკრობზარებაში. ამ შემთხვევაში მათ უფრო მეტია სიმტკიცის შემცირება. რაც უფრო ახალგაზრდაა ბეტონი, ეს აიხსნება ახალგაზრდა ბეტონის სიმტკიცის ინტენსიური ზრდით. ექსპერიმენტებმა საშუალებით მტკიცდება, რომ შეზღუდული დეფორმირების გავლენა შეკუმშული ბეტონის სიმტკიცეზე, წყლით გაჯენით მდგომარეობაში გაცილებით მეტია, ვიდრე გავლენა სიმტკიცეზე ბეტონის მშრალ მდგომარეობაში.

რ. მარაღალიშვილი

ტყის ყავისფერი ნიდაგავის ბაკულტურების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა მ. საბაშვილმა 12.5.1968)

ნიდაგის გაკულტურება თანამედროვე ნიდაგმცოდნეობის აქტუალური საკითხია. იგი დიდი ხანია იპყრობს მკვლევართა ყურადღებას და სადღეისოდაც ფართო შესწავლის ობიექტს წარმოადგენს.

კულტურული ნიდაგების კლასიფიკაციის პრინციპები განხილული აქვთ საბჭოთა მეცნიერებს: ნ. ბლაგოვიდოვს [1], ა. დოლოტოვს [2], ი. გრიგორევიჩსა და ვ. ფრიდლანს [3], ი. გარკუშას [4] და სხვებს.

საქართველოში ნიდაგების გაკულტურების საკითხის შესწავლა და მათი გენეზისურ-საწარმოო კლასიფიკაციის დადგენა პროფ. მ. საბაშვილმა დაიწყო 1938 წელს ვ. ჩერეპახინასთან ერთად [5].

ცნობებს საქართველოს ნიდაგების გაკულტურების შესახებ ვხვდებით მ. საბაშვილის [5—7], ნ. კვარაცხელიასა და გ. ახვლედიანის [8, 9], ი. გოგობერიძის [10] და სხვათა შრომებში.

მ. საბაშვილი [7] თვლის, რომ ნიდაგის გაკულტურება ხდება არა ერთი რომელიმე ღონისძიების (ნიდაგების დამუშავება, მორწყვა, სასუქის შეტანა და სხვა), არამედ ღონისძიებათა კომპლექსის შედეგად. რაც იწვევს ნიდაგის შედგენილობა-თვისებების ძლიერ შეცვლას და მისი ნაყოფიერების გადიდებას შედარებით ხანგრძლივი დროით. ავტორი საჭიროდ მიიჩნევს ნიდაგების დაჯგუფებებში მათზე ძირითადი ზემოქმედებისა და მის მიერ გამოწვეული გაკულტურების სახის ჩვენებას.

ტყის ყავისფერი ნიდაგების გაკულტურების შესახებ ცნობებს ვხვდებით ნ. კვარაცხელიასა და გ. დ. ახვლედიანის [8, 9] შრომებში, სადაც ავტორები გაკულტურების მაჩვენებლად თვლიან ჰუმუსის, ხსნადი ფოსფორმჟავასა და შთანთქმულ ფუძეთა ჯამის შედარებით დიდ შემცველობას, ასევე ჰუმუსიანი ჰორიზონტისა და წყალგამძლე ავრგატების რაოდენობის გადიდებას.

1965—1966 წწ. ჩვენ მიერ შესწავლილია ცივ-გომბორის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთ და სამხრეთ კალთებზე (გურჯაანის რაიონის ფარგლებში) გავრცელებული ტყის ყავისფერი ნიდაგები, რაც ფართოდ არის ათვისებული ვენახებით და ერთწლიან სასოფლო-სამეურნეო კულტურებით.

გავითვალისწინეთ რა ვაზის კულტურის გავლენა ნიდაგზე. სახელობრ პირველადი დამუშავება პლანტაჟის წესით 40—60 სმ-ზე, სასუქებს- შეტანა და სხვა აგროღონისძიებების ზემოქმედება, ვიკლევლით ნიდაგის მორფოლოგიურ, ქიმიურ და ფიზიკურ თვისებებში გამოწვეულ ცვლილებებს.

ერთი და იგივე რელიეფის პირობებში არსებული ყამირი და ვენახით ათვისებული ნიადაგების პროფილის ურთიერთშედარებამ გვიჩვენა, რომ ეს ნიადაგები განსხვავდებიან გენეზისური პორიზონტების სისქით, სტრუქტურით, სიმკვრივით, ახალქმნილების ჩანართებით, ტენის და კარბონატების შემცველობით. აღნიშნული ცვლილებების გამოხატულებას გვიჩვენებს ნიადაგის როგორც ქიმიური, ისე ფიზიკური თვისებები.

ერთნაირი აგროტექნიკური ღონისძიებების, კერძოდ, ნიადაგის 50—60 სმ-ზე დამუშავებისას პლანტაჟის წესით, დიდი სისქის ნიადაგი გაკულტურების შედარებით უკეთესი ხარისხით აღინიშნება, ვიდრე საშუალო სისქისა. საკითხის ასახსნელად მოგვყავს სოფ. მუკუზნისა და ჩუმლაყის ტერიტორიაზე ვენახის დიდი და საშუალო სისქის ნიადაგების გაკულტურების ხარისხის შედარება ყამირთან.

სოფ. მუკუზნის შემთხვევაში დიდი სისქის ყამირი (ჭრილი № 9) ნიადაგის ჰუმუსიანი ფენა (A+B) 50 სმ-ს არ აღემატება. ხოლო იქვე მახლობლად 10 წლის ვენახში, სადაც ნიადაგის პირველადი დამუშავება პლანტაჟის წესით ჩატარდა 60 სმ-ის სიღრმეზე, ჰუმუსიანი ფენა (A+B) გაიზარდა 10 სმ-ით.

ქიმიური ანალიზიდან (იხ. ცხრილი) ჩანს, რომ კულტურული ნიადაგი გამოირჩევა ყამირისაგან ზედა ფენებში ჰუმუსის შედარებით ნაკლები, ხოლო ქვედა ფენებში, პირიქით, მეტი შემცველობით, რაც გამოწვეულია ჰუმუსის ვადანაწილებით მთელ პლანტაჟირებულ სიღრმეზე. სხვადასხვა ტიპის ნიადაგისათვის დამუშავებისა და სხვა ღონისძიებების შედეგად ზედა ფენებში ჰუმუსის პროცენტული შემცირება, ხოლო მისი მარაგის გადიდება აღნიშნული აქვთ სხვა მკვლევარებს [4, 5]. ჩვენს შემთხვევაში ორგანული ნივთიერების საერთო მარაგის რაოდენობა, 60 სმ სიღრმეზე გადაანგარიშებით, ერთ ჰა-ზე 4.9 ტონით მეტია კულტურულ ნიადაგში. საშუალო სისქის ნიადაგის შემთხვევაში (სოფ. ჩუმლაყი) ყამირის (ჭრილი № 2) ჰუმუსიანი ფენის სისქე 35 სმ-ია, ხოლო მახლობლად მდებარე 5 წლის ვენახში (ჭრილი № 66), სადაც ნიადაგის პირველადი დამუშავება პლანტაჟის წესით 55 სმ-ზე ჩატარდა, ჰუმუსიანი ფენა გაიზარდა 20 სმ-ით. ნიადაგის პლანტაჟის შედეგად აქაც აკუმულაციის ფენის გაღრმავებას მოჰყვა ჰუმუსის შედარებით მკვეთრი შემცირება, რაც გამოიწვია ილუვიურ (C) პორიზონტიდან დაბალნაყოფიერი ნიადაგის მასის ამოტანამ ზედა ფენაში. ამ შემთხვევაშიც ჰუმუსის საერთო მარაგის შემცველობა ყამირ ხიდაგთან შედარებით არ შემცირებულა.

როგორც ჩანს, დიდი და საშუალო სისქის ნიადაგების დამუშავებისას ჰუმუსიანი ფენის სიღრმე ორივე შემთხვევაში გაიზარდა და თითქმის გათანაბრდა. მაგრამ პირველ შემთხვევაში მივიღეთ 60 სმ-ზე გაფხვიერებული, ჰუმუსის შედარებით თანაბრად შემცველი ნიადაგი, რომელიც ორგანული ნივთიერების საერთო რაოდენობას პლანტაჟირებულ ფენაში ჰექტარზე 252,1 ტ შეიცავს. საშუალო სისქის ნიადაგში კი ჰუმუსის საერთო მარაგი 238,7 ტ შეადგენს.

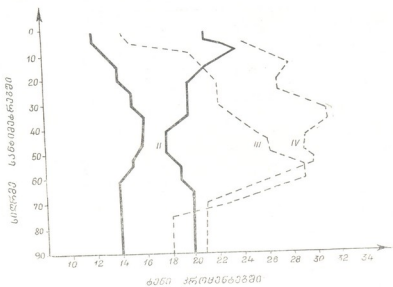
ნიადაგის ტიპი	სიღრმე, მ	ჩვენი, %	ჩვენი, %		ფოსფორი		NO ₃ -N კონცენტრაცია, 100 გ/მ ²	CaCO ₃ , %	ბუნებრივი ნიადაგების კომპლექსური მუდმივი მონიტორინგის შედეგები			საშუალო		საშუალო წლის ნიადაგის ნიადაგის 60 სმ-ის 1 მ ² ფართობზე ნიადაგის მასა		
			ბუნებრივი	ბუნებრივი	მ	მ			მ	მ	მ	მ				
			ბუნებრივი	ბუნებრივი	მ	მ			მ	მ	მ	მ				
ბუნებრივი ნიადაგის ტიპი № 9 (ს. მუდმივი)	0-10	5,94	0,30	5,94	0,109	1,0	12,0	ახ	38,16	4,00	42,16	17,27	39,60	13,74	29,39	1,08
	15-25	4,23	0,26	4,86	0,097	1,0	12,2	ახ	36,95	4,10	41,05	12,90	37,53	19,09	30,48	1,28
	35-45	2,75	0,13	2,66	0,035	1,0	9,6	ახ	32,25	4,35	36,60	3,24	28,13	25,74	42,89	1,35
	50-60	0,80	0,05	-	0,054	1,0	9,6	1,95	26,54	4,78	31,42	ახ	11,23	33,00	55,77	1,38
ბუნებრივი ნიადაგის ტიპი № 8 (ს. მუდმივი)	0-10	4,60	0,24	12,0	0,135	3,2	41,4	ახ	37,40	3,95	41,35	9,63	34,42	17,37	38,58	1,13
	15-25	3,05	0,18	8,80	0,135	2,8	34,5	ახ	36,00	4,15	40,15	10,31	37,72	14,68	37,29	1,28
	30-40	3,55	0,18	4,10	0,080	0,6	11,2	ახ	26,15	4,40	40,55	7,05	32,39	20,94	39,62	1,30
	50-60	2,48	0,13	-	0,070	-	10,6	1,40	35,40	4,90	39,35	4,17	23,46	30,84	41,53	1,30
ბუნებრივი ნიადაგის ტიპი № 2 (ს. მუდმივი)	0-10	4,65	0,24	6,90	0,065	1,2	10,0	ახ	35,08	4,35	39,43	11,46	36,63	17,55	34,36	1,15
	25-35	2,62	0,14	2,23	0,043	1,2	9,5	2,30	31,54	4,81	36,44	8,42	32,76	19,23	39,59	1,26
	50-60	0,78	0,08	-	0,009	0,7	6,2	14,55	25,10	3,25	28,35	ახ	9,03	42,76	58,21	1,35
ბუნებრივი ნიადაგის ტიპი № 66 (ს. მუდმივი)	0-10	3,00	0,16	7,15	0,095	4,44	52,16	3,34	32,56	4,20	36,76	6,19	31,60	21,39	40,82	1,21
	13-23	3,29	0,16	7,70	0,089	1,26	45,84	4,50	32,74	5,72	38,46	7,16	32,60	20,34	39,85	1,24
	30-40	2,85	0,13	3,00	0,079	0,88	55,60	3,86	30,60	5,24	35,84	8,48	14,35	33,64	48,53	1,33
	45-55	1,90	0,10	-	0,054	1,26	35,65	7,18	28,15	4,10	32,25	2,25	8,72	35,77	52,96	1,36

ბაკეები ელემენტების (NPK) შემცველობა დიდი სისქის გაკულტურებულ ნიადაგში ყველა შემთხვევაში მეტია, ვიდრე ყამირში; რაც სასუქების გამოყენებითაა გამოწვეული. საშუალო სისქის გაკულტურებულ ნიადაგში ამ მხრივ განსხვავება უმნიშვნელოა, ყრძოდ, აზოტისა და ფოსფორის შემცველობის მხრივ. გამონაკლის გვიჩვენებს კალიუმი, რაც გაკულტურებულ ნიადაგში გაცილებით მეტია.

გაკულტურების ხარისხის მაჩვენებლად უნდა ვალიაოთ როგორც დიდი, ისე საშუალო სისქის ნიადაგის ქვედა ფენებში შთანთქმის უნარიანობის გადიდება, ყამირის იგივე ფენებთან შედარებით.

დიდი სისქის გაკულტურებულ ნიადაგში შთანთქმის უნარიანობის გადიდება უფრო მკაფიოდაა გამოხატული, ვიდრე საშუალო სისქის ნიადაგში, რაც გაპირობებულია უკანასკნელში ჰუმუსის შედარებით. ნაკლები მარაგით და მისი არათანაბარი განაწილებით პროფილში.

აგრეგებული ანალიზის მონაცემები გვიჩვენებს ათვისებულ ნიადაგებს (კრილი № 8 და 66) მეტ გამტვერებას ზედა ფენებში, ყამირთან (კრილი № 9 და 2) შედარებით. მიკროსტრუქტურული ნაწილაკების (<0.25 მმ) შემცვე-



I II ყამირი (კრილი № 9 და № 2)
 III IV ნიადაგი (კრილი № 8 და № 66)

ლობის გადიდება ვენახების ნიადაგების ზედა ფენებში გამოწვეული უნდა იყოს მათი ინტენსიური დამუშავებით; ქვედა ფენებში კი, პირიქით, აგრონომიულად ძვირფასი აგრეგატების რაოდენობა გაცილებით მეტია. როგორც ირკვევა, გაკულტურებულ ნიადაგებში აგრონომიულად ძვირფასი აგრეგატები მთელ პლანტაციებულ ფენას აქვს, რაც აპირობებს უკეთეს წყალმართვას და ჰაეროვან თვისებებს.

დიდი სისქის გაკულტურებული ნიადაგის აგრეგატულ შედგენილობის შედარება საშუალო სისქის გაკულტურებულთან ნათელყოფს პირველის უპირატესობას ამ მაჩვენებლების მხრივ.

ტყის ყავისფერ ნიადაგებში, როგორც ი. ანტიპოვ-კარატაევი [11] აღნიშნავს ტყე-ველისა და ველის ნიადაგებისათვის, ღრმად დამუშავების შედეგად იზრდება ტენის შეკავების უნარი, რაც ამ ნიადაგების გაკულტურების ხარისხის ამაღლებაზე მიუთითებს.

ჩვენ მერ საველე პირობებში ყამირი და ათვისებული ნიადაგების პროფილში შესწავლილი ტენის დიაგრამებიდან (ნახ. 1) ჩანს, რომ ატმოსფერული ნალექების შედარებით მცირე ნაწილი აღწევს ყამირი ნიადაგის სიღრმეში, მაშინ როცა გაკულტურებულ ნიადაგში ტენის პროცენტი გაცილებით მაღალია და ძირითადად შუა პროფილშია განაწილებული.

ტყის ყავისფერი ნიადაგების გაკულტურებისას, ავროლონისძიებებთან ერთად ხშირად მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ნიადაგწარმომქმნელი ქანი და ფერდობის დახრილობაც.

მცირე სისქის ნიადაგები საკვლევ ობიექტზე ძირითადად ერთწლიანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურებითაა ათვისებული. ეს ნიადაგები 18—23 სმ-ზე მუშავდება და ყამირ ნიადაგებთან შედარებით, აღინიშნება ჰუმუსიანი ფენის უძისიშვნელო მატებით.

დასკვნა

1. ვენახების გაკულტურებული ნიადაგები, ყამირთან შედარებით, ხასიათდება ჰუმუსიანი ჰორიზონტების უფრო დიდი სისქით, ღრმა ფენებში ჰუმუსის მეტი შემცველობითა და მისი გადიდებული მარაგით; გაზრდილია შთანთქმის უნარიანობა პლანტაციებულ ფენაში და შედარებით თანაბარია ავროლონობიულად ძვირფასი სტრუქტურული აგრეგატების რაოდენობა. ეს, ყამირ ნიადაგთან შედარებით, განაპირობებს გაკულტურებული ნიადაგების უკეთეს წყალმართვ და ჰაეროვან თვისებებს.

2. ჰუმუსიანი ფენების დიდი სისქის მქონე ნიადაგები, განსაკუთრებით კი ლიოსისებრ ნაფენებზე განვითარებული, საშუალო სისქის ნიადაგებთან შედარებით, გაკულტურების უკეთესი ხარისხით ხასიათდება.

3. ერთწლიანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურებით დაკავებული ფერდობების მცირე სისქის ნიადაგები, ეროზიული პროცესებისა და სხვა ფაქტორების ზეგავლენით, გაკულტურების უმნიშვნელო ხარისხით ხასიათდება.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 14.5.1968)



Р. К. МАРДАЛЕИШВИЛИ

ОБ ОКУЛЬТУРЕННОСТИ КОРИЧНЕВЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

Резюме

Вопросы окультуренности почв Грузии слабо изучены. Нами были исследованы коричневые лесные почвы под виноградниками, распространенные на северо-восточных и южных склонах Цив-Гомборского хребта (в пределах Гурджаанского района) в отношении выраженности и степени окультуренности почвы.

По нашим данным, окультуренные почвы под виноградниками отличаются от целинных почв более мощным гумусовым горизонтом, содержанием большого количества гумуса, особенно в нижних слоях, а также более высокой способностью поглощения. В окультуренных почвах сравнительно равномерно распределено количество агрономически ценных структурных агрегатов, что обуславливает лучший водно-воздушный режим почв.

В статье также указано, что мощные разновидности коричневых лесных почв характеризуются более высокой степенью окультуренности, чем среднемошные почвы. Маломощные разновидности, которые распространены на более крутых склонах и освоены однолетними сельскохозяйственными культурами, характеризуются незначительной степенью окультуренности.

დამონებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Л. Благовидов. Почвоведение, № 2, 1954.
2. В. А. Долотов. Почвоведение, № 7, 1955.
3. Г. И. Григорьев, В. М. Фридланд. Почвоведение, № 5, 1964.
4. И. Ф. Гаркуша. Почвоведение, № 4, 1955.
5. М. Н. Сабашвили и В. И. Черепяхина. Труды Тбилисской лаборатории ВИУАА, вып. 2, 1938.
6. М. Н. Сабашвили. Почвы Грузии. Изд. АН ГССР, 1948.
7. მ. საბაშვილი. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, 122, 1967.
8. ნ. კვარაცხელია, გ. დ. ახვლედიანი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნიდაგმოდნობის ინსტიტუტის შრომები, VII, 1956.
9. ნ. კვარაცხელია. საქართველოს სსრ ნიდაგმოდნობის ინსტ. შრომები, XI, 1963.
10. ი. გოგობერიძე. საქართველოს სსრ ნიდაგმოდნობის ინსტ. შრომები, ტ. VII, 1956.
11. И. Н. Антипов-Кротаев. Почвоведение, № 7, 1954.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Л. И. ДЖАПАРИДЗЕ (академик АН ГССР), Э. Г. МИКЕЛАДЗЕ

СОСТАВ АМИНОКИСЛОТ У НЕКОТОРЫХ ДИОИКИСТОВ

Относительно биохимических различий растительных организмов, связанных с половым диморфизмом, имеется довольно много сведений, но данных о различиях в составе аминокислот все еще недостаточно [1].

Исследованиями [2—6] было показано, что половое различие в составе свободных аминокислот отмечается как у животных, так и у растительных организмов. Однако, как видно из их данных, это различие не всегда достаточно отчетливо и иногда просто недостоверно. Между тем, учитывая, что половость накладывает отпечаток на всю организацию живого существа без остатка и что белковые и близкие к ним вещества должны больше всего отражать в себе биохимический половой диморфизм, следует признать, что данный круг вопросов нуждается в более интенсивной проработке.

Означенные мотивы побудили нас предпринять исследование аминокислотного состава на более широком материале. В весенние и ранне-летние периоды 1962—1963 и 1965—1966 гг. анализировались листья 13 видов травянистых и древесно-кустарниковых двудомных растений на базе Тбилисского ботанического сада АН ГССР. Средние пробы листьев обычно подвергались фиксированию и лиофильной сушке по методике Б. Б. Вартапетяна [7]. Дальнейшая обработка и хроматографирование на бумаге «Ленинградская медленная № 2» велось по прописи, данной в работе Э. Г. Микеладзе [8], придерживаясь предписаний, рекомендованных Ж. В. Успенской и В. Л. Кре-товичем [9], а также Т. С. Пасхиной [10].

Видовой состав исследованных растений был следующим:

- | | |
|---|--|
| 1. <i>Morus alba</i> L. | 8. <i>Ailanthus altissima</i> Swingle. |
| 2. <i>Pistacia mutica</i> F. et M. | 9. <i>Populus nigri</i> Z. |
| 3. <i>Humulus lupulus</i> L. | 10. <i>Populus Sosnowskyi</i> Grossh. |
| 4. <i>Dioscorea caucasica</i> Lipsky | 11. <i>Melandrcum Boissiert</i> Schisch. |
| 5. <i>Rhamnus spathulaefolia</i> F. et M. | 12. <i>Rumex tuberosus</i> L. |
| 6. <i>Diospyros lotus</i> L. | 13. <i>Salix alba</i> L. |
| 7. <i>Bryonia dioica</i> Jacq. | |

У перечисленных растений нам не удалось выявить более 18—19 аминокислот, причем многие из них оказывались в незначительных количествах или даже в виде следов. Кроме того, встречаемость аминокислот по отдельным видам растений оказалась очень неравномерной. Те из них, которые встречаются менее чем у половины всех исследованных видов, едва ли могут представлять интерес с точки зрения полового диморфизма. Такими являются валин (встречаемость = 45%), аргинин (= 45%), триптофан (= 45%), гистидин (= 23%), серин (= 30%), пролин (= 30%), гамма-аминомасляная к-та (= 15%). Правда, некоторые из них, если только они присутствуют у растения, выявляют четкие различия в количественном содержании в зависимости от пола. Так, гистидин у женских особей хмеля (по списку № 3) содержится в количестве 180 гамм/г против 150 гамм/г у мужских, что дает отчетливую разницу. У фисташника (№ 2) в женских листьях его даже вдвое больше (370 против 140). Но он не был найден вовсе у остальных растений. Лизина вдвое больше у женской шелковицы (№ 1), второе больше в случае диоскореи (№ 4) и почти в 100 раз больше в женском переступня (№ 7) но он показывает незначительное различие у хурмы (№ 6) и его нет вовсе у всех прочих растений.

Большой интерес представляют аминокислоты, которые встречаются у всех или почти у всех растений. Это будут лейцин, цистин, треонин, аспарагиновая кислота, фениланин и тирозин.

Тирозин явно намного преобладает у мужских листьев. Особенно ярко его различие у шелковицы, айланта, хмеля и жостера. Такое же явное преобладание у мужских листьев показывает треонин, особенно у фисташника, шелковицы, хмеля, диоскореи и тополя. У женских листьев, напротив, преобладает цистин, особенно у переступня, хурмы, хмеля и шелковицы. Первый исследователь половых различий в аминокислотном составе у растений — А. Р. Кизель полагал, что установление различий в содержании цистина могло бы помочь выяснению половых различий в биохимических свойствах животных и растений [11]. Действительно, на примере наших растений несравненно большее содержание цистина у женских растений может служить удобным признаком для распознавания пола у ряда видов. Все же он не является абсолютно достоверным признаком, поскольку у некоторых растений он не показал различий (диоскорея, айлант) либо даже несколько преобладал у мужских особей (тополь).

Лейцин был найден у всех растений, впрочем, в сравнительно небольших количествах, обычно с небольшим преобладанием у мужских особей. Однако у хурмы и переступня его несколько больше у женских. По-видимому, он не может иметь значения при диагностике

пола. Тем более это относится к фенилаланину, который также был встречен у всех исследованных растений в небольших количествах, без явного преобладания в пользу какого-нибудь пола. То же можно сказать и об аспарагиновой кислоте, найденной у всех растений, кроме щавеля, притом в количествах, намного превосходящих все другие аминокислоты. Дело в том, что в большинстве случаев она преобладала у мужских растений хотя средние значения по всем растениям оказались в пользу женских. Указания, имеющиеся в литературе, тоже отмечают преимущественное содержание у женских [2—5]. По-видимому, пока трудно иметь окончательное суждение о значении аспарагиновой кислоты.

Представленные данные позволяют заключить, что в связи с изучением половых различий в составе свободных аминокислот у выше-рассмотренных растений наибольший интерес представляет преобладание у мужских особей треонина и тирозина, а у женских особей—цистина.

Академия наук Грузинской ССР
Институт ботаники

(Поступило 10.9.1968)

მცენარეთა ფიზიოლოგია

ლ. ჯაფარიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) შთ. შიკვლავში

ამინომჟავების შემადგენლობა ჯოგბირთ დიოიკისტში

რეზიუმე

მცენარეთა სქესობრივ დიმორფიზმთან დაკავშირებულ ბიოქიმიური სხვაობის შესახებ საკმაოდ მრავალი მონაცემი არსებობს. მაგრამ ჯერ არაა გარკვეული საკითხი, თუ როგორაა ეს დიმორფიზმი ასახული ამინომჟავების შემადგენლობაში [1—6]. ჩვენ ვაწარმოეთ თავისუფალი ამინომჟავების განსაზღვრა 13 სახეობის ბალახოვან და მერქნიან ორსახლიან მცენარეებში. ამ სახეობებში მოხერხდა 19 ამინომჟავის იდენტიფიცირება. ბევრი მათგანი გვხვდებოდა უმნიშვნელო რაოდენობით, ისიც არა ყველა მცენარეში.

სქესობრივი დიმორფიზმისათვის მეტი მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს ისეთ ამინომჟავებს, რაც ყველა მცენარეში თუ არა, მათ უმეტეს ნაწილში მოიპოვება. ასეთები აღმოჩნდა: ლეიცილი, ცისტინი, ტრეონინი, ასპარაგინის მჟავა, ფენილალანინი და ტიროზინი. ამათგან მამრობითი სქესის მცენარეთა ფოთოლ-
31. „შოამბუ“, ტ. 52, № 2, 1968

ში შედარებით მეტია ტრეონინი და ტიროზინი, რითაც ისინი მკვეთრად განიზიარებიან მდედრობით მცენარეთა ფოთლისაგან, ხოლო ამ უკანასკნელში მეტი აღმოჩნდა ცისტინი. დანარჩენი ამინომჟავები მკვეთრ განსხვავებას მცენარეთა სქესის მიხედვით არ იჩენენ.

დასოფნეზული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Л. И. Джапаридзе. Пол у растений, т. 2. Тбилиси, 1965.
2. Tetsutaro Tadocoro. J. Fac. Sc. Hockaido Univ., ser. 3, vol. 1. № 1, 1930; № 2, 1933.
3. А. Р. Кизель, В. В. Пашкевич. Биохимия, 2, 4, 1937.
4. Rangaswami A. J. Annamalai Univ., Part. B—Sciences, vol. 24, 1962.
5. S. Kasinathan, S. Ramakrishnan, B. Srinivasan. Carrent Science, vol. 34, № 7, 1965.
6. J. Dasgupta, A. Kasinathan. Indian J. Exper. biol., vol. 1966.
7. Б. Б. Вартапетян. Физиология растений, т. 7, вып. 6, 1960.
8. Э. Г. Микеладзе. В сб.: «Физиология древесных растений», т. 1, Тбилиси, 1965.
9. Ж. В. Успенская, В. Л. Кретович. В сб.: «Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений». М.—Л., 1962, 43—58.
10. Т. С. Пасхина. В сб.: «Методические письма». М., 1950.
11. А. Р. Кизель. Химия протоплазмы. М.—Л., 1940.



УДК 634.8:581.1

БИОХИМИЯ

Н. Н. НУЦУБИДЗЕ, Д. Ф. КИНЦУРАШВИЛИ

ДИНАМИКА ПОСТУПЛЕНИЯ АЗОТА В ВИНОГРАДНУЮ ЛОЗУ

(Представлено академиком С. В. Дурмишидзе 8.5.1968)

Ассимиляция нитратов в растениях происходит через его восстановление до аммиака. Промежуточным продуктом в этих процессах является гидроксилламин [1, 2]. Ассимиляция азота, особенно его первичное поступление и распределение, изучена в однолетних растениях с применением меченого азота [3, 4]. Поступление азота-15 в разные аминокислоты исследовано в некоторых однолетних растениях [5, 6]. В виноградной лозе меченым азотом изучены распределение и включение ассимилированного азота разных источников при длительной подкормке в органы и аминокислоты разных частей растения [7]. Меченые по углероду двууглекислый газ, разные углеводы и органические кислоты были исследованы как предшественники углеродного скелета аминокислот. Было установлено, что образование и превращение аминокислотных углеродных скелетов происходит в листьях, корнях и ягодах за короткий промежуток времени [8—10].

Целью нашей работы являлось исследование поступления азота от разных источников, в которых этот элемент находится в разной степени восстановления, в динамике проследить процесс ассимиляции азота до образования в корнях и листьях отдельных аминокислот.

Методика исследований

Исследование проводили с однолетними растениями виноградной лозы сорта Ркацитли. Подкормку мечеными источниками азота производили в водных растворах. В опыте применили следующие N^{15} -содержащие соединения:

$NaN^{15}O_2$	—	содержание N^{15} в %:	9,7—0,05 п
$N^{15}H_2OH \cdot HCl$	»		10,6—0,05 п
$N^{15}H_4Cl$	»		10,7—0,1 п

Экспозиции подкормки составляли 5, 15, 30 минут, 1, 3, 5 часов.

После определенной экспозиции корни и листья фиксировали в аппарате Коха. Материал экстрагировали 80%-ным этиловым спиртом, доводили в вакуумиспарителе до сухого остатка и брали для хроматографирования 3 мл 40% этилового спирта. В корнях и листьях обога-



щение меченым азотом определяли масс-спектрометрическим методом [11].

Определение обогащения отдельных аминокислот меченым азотом проводили модифицированным нами масс-спектрометрическим методом по следующей схеме: экстракция образца 80%-ным этиловым спиртом → вакуумиспарение экстрактов аминокислот → полупрепаративное хроматографирование аминокислот в линию → раств. н-бутанол: лед. уксусная к-та: вода — 4:1:5; 48-часовая нисходящая хроматография на бумаге «М» — проявление хроматограмм 0,2%-ным нингидрином в щелочной среде этилового спирта → сжигание отдельных аминокислот по Кьельдалю → перегонка продуктов гидролиза связыванием аммиака в виде хлористого аммония → получение газообразного азота реакцией с диглобромитом → определение процентного содержания меченого азота в образце на масс-спектрометре.

Экспериментальная часть

Однолетние целые растения подкармливали водными растворами нитрита, гидроксилamina и хлористого аммония с различной экспозицией. Меченый азот нитрата натрия уже через 5 минут включается в основные аминокислоты азотного обмена. Высокое обогащение отмечается в аспарагиновой к-те корней (см. табл. 1). В корнях и листьях виноградной лозы в больших количествах присутствуют аспарагиновая и глутаминовая к-ты, затем глутамин и аланин [7]. Стабильным азотом обогащены также глутаминовая к-та и α-аланин. В листьях обогащением выделяются аспарагиновая к-та и тирозин.

Таблица 1

Динамика поступления азота в аминокислоты корней и листьев виноградной лозы (однолетние растения Ркастели, $\text{NaN}^{15}\text{O}_3$)

Аминокислоты	Содержание N^{15} , %											
	5 мин		15 мин		30 мин		1 час		3 час		5 час	
	корн.	лист.	корн.	лист.	корн.	лист.	корн.	лист.	корн.	лист.	корн.	лист.
Гистидин	—	—	—	—	1,2	—	—	1,4	1,6	1,4	—	3,5
Аргинин	—	—	2,0	1,3	1,2	—	1,9	1,4	3,4	—	3,4	1,5
Глутамин	—	—	—	1,3	1,8	2,5	1,9	1,2	3,4	2,1	2,3	1,5
Асп. к-та	2,3	1,9	1,5	1,4	2,1	1,3	4,0	6,0	1,7	—	3,6	3,9
Глут. к-та	1,4	1,0	0,8	2,5	4,8	—	2,25	1,9	2,4	1,0	2,2	5,2
α-Аланин	1,3	0,9	1,5	1,6	1,1	1,0	1,0	0,8	2,4	2,9	2,7	2,6
γ-Ам.м. к-та	—	—	—	—	0,8	—	—	—	—	—	—	3,8
Тирозин	—	1,8	1,0	—	1,0	0,7	0,8	1,5	1,2	2,3	2,9	2,5
Валин	—	1,5	2,2	1,0	1,0	0,7	—	0,9	2,2	2,2	2,3	1,4
Фенилал.	—	1,8	0,7	0,9	1,3	1,3	4,3	1,8	2,6	1,0	3,7	3,5
Лейцин	—	1,1	1,4	0,9	1,4	1,3	3,1	4,9	1,5	1,4	1,1	2,5

N^{15} в общем азоте | 1,5 | 1,5 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | 9,9 | 1,4 | 1,7 | 1,3 | 1,7 | 1,1 | 2,7

Через 15 минут в корнях меченым азотом обогащены, кроме выше-названных, ряд аминокислот — валин, аргинин и лейцин. Глутамино-

вая к-та при этой экспозиции почти не содержит меченого азота, тогда как в листьях показывает самое высокое обогащение. После 30 минут почти все аминокислоты корней обогащены стабильным азотом. Средних выделяются глутаминовая и аспарагиновая к-ты. В листьях при этой экспозиции аминокислоты мало обогащены. Высокое обогащение только в глутамине.

Одночасовая экспозиция резко повышает обогащение меченым азотом аспарагиновой к-ты в корнях и листьях. В корнях повышается также обогащение фенилаланина и лейцина. После трех- и пятичасовой экспозиций все аминокислоты более равномерно обогащаются. В этот период, наряду с основными аминокислотами, азот-15 интенсивно включается в глутамин, аргинин и фенилаланин. Высоким обогащением в листьях выделяется глутаминовая к-та.

Содержание меченого азота в общем азоте корней и листьев до 15 минут почти равное. После 30 минут резко повышается содержание меченого азота в листьях. При часовой экспозиции этот показатель опять падает и повышается после пятичасовой экспозиции.

На первых порах ассимиляции азот нитрита натрия поступает в аспарагиновую к-ту. После 15—30 минут в усвоении азота включается глутаминдсгидрогеназная система ферментов. Аланиндегидрогеназная система срабатывает после более длительной подкормки (3—5 часов).

Азот гидроксилаланина быстро включается в аминокислоты корней и листьев (см. табл. 2).

Таблица 2
Динамика поступления азота в аминокислоты корней и листьев виноградной лозы (однолетние растения Ркацители, $N^{15}H_2O$)

Аминокислоты	Содержание N^{15} , %											
	5 мин		15 мин		30 мин		1 час		3 час		5 час	
	корн.	лист.	корн.	лист.	корн.	лист.	корн.	лист.	корн.	лист.	корн.	лист.
Цистеин	1,1	1,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Гистидин	—	—	—	—	2,1	1,1	5,4	—	4,5	—	—	—
Аргинин	1,4	—	2,2	—	2,1	0,9	5,4	4,0	2,4	—	3,9	—
Глют., асп.	1,4	1,0	2,2	1,7	2,0	1,2	4,2	3,6	2,5	—	3,5	—
Асп. к-та	1,5	3,4	11,8	1,7	1,0	1,2	4,0	3,6	3,5	0,9	2,5	8,7
Глют. к-та	1,4	0,8	1,3	2,0	1,1	1,7	3,3	2,4	3,5	4,1	4,2	1,1
α -Аланин	1,8	1,4	1,5	1,0	1,2	0,9	3,5	1,7	2,7	1,7	2,2	2,3
γ -Ам.м. к-та	—	0,9	—	—	—	1,1	—	—	1,6	—	1,3	—
Тирозин	1,0	1,4	1,6	1,3	2,0	1,8	3,8	4,2	1,6	3,7	3,5	3,1
Валин	1,5	1,4	1,0	—	2,1	1,2	3,5	4,3	1,9	3,2	2,6	3,5
Фенилал.	1,0	0,6	1,5	0,8	1,3	1,5	3,1	3,1	2,5	4,4	3,0	3,2
Лейцин	1,1	0,8	—	0,8	1,6	—	—	1,6	2,4	4,8	3,5	5,2
N^{15} в общем азоте	2,4	1,0	1,8	1,3	10,8	11,7	2,0	1,0	1,9	1,1	0,9	0,8



После пятиминутной экспозиции в корнях высоким содержанием азота-15 отмечается аланин, а в листьях — аспарагиновая к-та. После 15-минутной экспозиции в корнях резко повышается обогащение аспарагиновой к-ты, а в листьях выделяется глутаминовая к-та. Содержание меченого азота в общем азоте корней и листьев в 10 раз повышается при 30-минутной экспозиции. В то же время распределение N^{15} в аминокислотах почти равномерное. Содержание N^{15} увеличено в аминокислотах корней — аргинине, глутамине, аспарагине, тирозине и валине. В листьях обогащены сравнительно высоко глутаминовая к-та и тирозин. В этот период, видимо, гидроксилламин всасывается и распределяется по органам растения и особенно интенсивно не включается в отдельные аминокислоты. Часовая экспозиция меняет картину процентного содержания меченого азота в общем азоте тканей и в аминокислотах: в первом случае падает показатель обогащения, а в отдельных аминокислотах резко повышается включение меченого азота как в корнях, так и в листьях. Аминокислоты в 2—3 раза больше обогащены азотом-15 и после трех- и пятичасовой экспозиций. Из основных аминокислот выделяется обогащением аспарагиновая к-та. Заметно повышается, наряду с другими аминокислотами, обогащение амидов и аргинина.

Самый восстановленный из источников азота аммоний хлористый, как гидроксилламин, быстро включается в аминокислоты корней и листьев (см. табл. 3).

Таблица 3

Динамика поступления азота в аминокислоты корней и листьев виноградной лозы (однолетние растения Ркаштели, $N^{15}H_2Cl$)

Аминокислоты	Содержание N^{15} , %											
	5 мин		15 мин		30 мин		1 час		3 час		5 час	
	корн.	лист.	корн.	лист.	корн.	лист.	корн.	лист.	корн.	лист.	корн.	лист.
Цистеин	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Гистидин	—	—	1,2	1,0	—	—	2,5	—	—	—	—	0,9
Аргинин	—	1,7	1,2	1,9	1,2	—	2,5	2,2	—	1,8	5,2	0,9
Глутамин	1,5	1,4	1,8	1,3	1,2	2,3	3,6	2,2	4,3	1,8	5,2	1,7
Асп. к-та	1,5	1,8	1,6	1,3	1,7	—	2,8	2,5	3,2	3,7	—	1,3
Глут. к-та	1,2	0,7	1,1	1,3	1,4	2,2	2,6	1,8	2,6	1,8	3,1	1,5
α -Аланин	1,1	1,4	2,6	1,3	2,3	2,0	3,4	—	2,3	2,9	1,5	1,3
γ -Ам.м. к-та	2,3	1,5	—	—	—	—	—	—	—	2,6	—	—
Тирозин	2,4	1,8	2,1	1,2	1,9	2,0	2,9	2,0	3,5	2,3	2,3	1,0
Валин	1,6	1,5	2,6	1,6	0,4	0,8	2,2	3,7	3,8	3,2	2,2	2,5
Фенилал.	—	4,1	1,2	1,7	1,2	1,1	2,4	3,1	3,6	2,8	5,4	1,3
Лейцин	—	—	1,1	1,3	—	1,0	2,4	2,9	2,4	4,9	—	1,2
N^{15} в общем азоте	6,0	1,0	1,3	1,0	2,4	0,8	0,6	1,0	2,4	2,9	1,4	0,8

Включение в аминокислоты листьев меченого азота $N^{15}H_4Cl$ происходит за 5 минут экспозиции. Видимо, передвижение азота в виноградной лозе протекает быстро (200—225 см/час). Пятиминутная экспозиция в корнях обогащает азотом-15 как общий азот, так и отдельные аминокислоты — тирозин, γ -аминомасляную к-ту, а из основных аминокислот — аспарагиновую к-ту. В листьях выделяется фенилаланин, а из основных аминокислот — аспарагиновая к-та. 15 и 30-минутные экспозиции как в корнях, так и в листьях вызывают обогащение меченым азотом α -аланина и тирозина. Одночасовая экспозиция резко повышает обогащение меченым азотом почти всех аминокислот. Из основных аминокислот в корнях выделяется аланин и аспарагиновая к-та. Высокое обогащение отмечается также в глутамине, аргинине и глутаминовой к-те. В листьях обогащены валин, фенилаланин, лейцин и аспарагиновая к-та.

Включение в аминокислоты меченого азота повышается при 3 и 5-часовой экспозициях. После 3 часов в корнях и листьях выделяется аспарагиновая к-та. В корнях также нарастает обогащение глутамина и фенилаланина. При этих экспозициях включение N^{15} в аминокислоты более интенсивно идет в корнях. Кроме основных аминокислот, активно участвуют в ассимиляции азота и другие аминокислоты — фенилаланин, валин, лейцин и тирозин. Кроме прямого аминирования и переаминирования, в корнях идет также процесс вторичного связывания аммиака, образуется глутамин.

В виноградной лозе усвоение азота происходит интенсивно. Азотсодержащие соединения из корней быстро переходят в листья. В корнях активно действуют нитрит и гидроксиламин — редуктозные системы. Усвоенный азот включается в основные аминокислоты, в первую очередь образуется аспарагиновая к-та, а затем глутаминовая к-та и α -аланин. На первых порах образуются также фенилаланин, валин, лейцин, тирозин, аргинин и амид-глутамин. Первичное включение азота интенсивнее происходит в корнях.

Максимальное обогащение меченым азотом аминокислот начинается после 30-минутной экспозиции подкормки.

Разнообразие источников азота меняет характер ассимиляции азота, состав и обогащение меченым азотом аминокислот корней и листьев.

6. ნახევარი, დ. კინურავილი

აზოტის უმთავრესებს დინამიკა ვაზში

რეზიუმე

ვაზის ნახარდებში შესწავლილია ნიტრიტული, პიდროქსილამინისა და ამონიუმის ქლორიდის ნიშანდებული აზოტის ასიმილაცია დროის მიხედვით. ნიშანდებული აზოტის ჩართვა შესწავლილია ვაზის ფესვისა და ფოთლის ამინომაკვებში.

დაამუშავებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. E. W. Yemm, B. F. Folkes. Annual Rev. Plant Physiol., 9, 245, 1958.
2. А. А. Бундель и др. Физиология растений, 12, № 6, 1965.
3. В. Л. Кретович. Изв. АН СССР, серия биологическая, 5, 1965, 647.
4. В. Л. Кретович. Основные пути ассимиляции аммония у высших растений и микроорганизмов. Материалы Всесоюзной конференции, Тбилиси, 1967, 200.
5. В. Л. Кретович и др. Биохимия, 25, 1960, 476.
6. В. Л. Кретович. Биохимия автотрофной ассимиляции азота. М., 1961.
7. Н. Н. Нуцубидзе. В сб.: «Биохимия виноградной лозы». Лаборатория биохимии растений АН ГССР, Тбилиси, 1968.
8. Gilles Ribéreau-Gogon. Etude du métabolisme des glucides, des acides organiques et des acides amines chez Vitis vinifera L. Paris, 1966.
9. О. Т. Хачидзе и др. Сообщения АН ГССР, XLVIII, № 1, 1967, 86.
10. Т. В. Бериашвили. Сообщения АН ГССР, XLVIII, № 1, 1967, 79.
11. Д. Ж. Барнард. Современная масс-спектрометрия. М., 1967.



3. იმპალიზმი

საქართველოს კულტურულ მცენარეთა მიკოფლორისათვის უცნობი სახეობები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ყანაველმა 4.5.1968)

1962—1966 წლებში ყვარლის რაიონში კულტურულ მცენარეებზე შეგროვილი მიკოლოგიური მასალის დამუშავების შედეგად 31 სახეობა საქართველოს მიკოფლორისათვის პირველად აღინიშნა. ქვემოთ მოგვყავს ამ სოკოების სია მოკლე დიაგნოზებითა და მკვებავ მცენარეთა დასახელებით.

1. *Ovularia circumscissa* Sorok. ლაქები მრგვალია, მოწითალო; კონიდიომტარები მარტივია, კონიდიუმები მომწვანოა, ზომით 15—18×6—7 μ. მკვებავი მცენარე—*Prunus domestica* L., ფოთლებზე, სოფ. საბუღის მიდამოები, 10.VIII.63.

2. *Ramularia helianthi* Ell. et Ev. ლაქები ფოთლის ქვედა მხარეზეა, მოწითალო ან წაბლისფერი 0,2—0,3 სმ დიამეტრის. კონიდიომტარები მოკლეა, 8—14×2,5 μ წვეროზე კბილაკებიანია, კონიდიუმები ძეწკვისებრია, წაგრძელებული, 10—20×3—4 μ. მკვებავი მცენარე—*Helianthus cultus* Nenzl. ფოთლებზე, სოფ. შილდის კოლმეურნეობის მხესუმზირის ნათესი, 17.VIII.63.

3. *Ramularia destruens* Pesk. კონიდიომტარები თეთრია, ფოთლის ორივე მხარეზეა, ზომით 3—8 μ (ლიტერატურით 5—10 μ), კონიდიუმები 6—14×5 μ (ლიტერატურით 5—12,5×3,4 μ). მკვებავი მცენარე—*Pyrus caucasica* A. Fed. ფოთლებზე, სოფ. გრძელი ჭალა, ტყის პირი, 12.VIII.63.

4. *Cercospora pyri* (Farl.) Karak. ლაქები მცირე ზომისაა, მოყავისფრო კონიდიომტარები ფოთლის ქვედა მხარეზეა, ზომით 32—58×3,8—5,6 μ. კონიდიუმები მოხრილია და ჭინძისთავისებრი 3—6 ტიხარიანი, 28—62×4,2—6 μ. მკვებავი მცენარე—*Pyrus caucasica* A. Fed, ფოთლებზე, ყვარლის, ყორიანის ტყე, 9.VIII.66.

5. *Cercospora dominicans* Cit. et Frag. ლაქები 0,15—0,35 სმ დიამეტრის, შემოღლებული აქვს მურა-წითელი ფერის არშია. კონიდიომტარების კონები წერილია, ცილინდრული და ტიხრებიანი 10—16×1,8—2,5 μ კონიდიუმები უფერულია, ზომით 33—47×1,8—3,8 μ. მკვებავი მცენარე—*Portulaca oleraceae* L., ფოთლებზე, სოფ. კუჭატანის კოლმეურნეობის საზამთროს ბაღი, 7.VIII.64.

6. *Cercospora citrullina* Cke. ლაქები მრგვალია, 0,5—5 მმ სიდიდის, მურა ფერის, წითელი არშიით შემოღლებული კონიდიომტარები ფოთლის ორივე მხარეზეა. წვეროზე კბილაკებიანი, 12 ტიხარიანია, ზომით 48—388×5,2 μ. კონიდიუმები უფერულია, ზომით 78—296×4,2—4,8 μ. მკვებავი მცენარე—*Citrullus vulgaris* Schrad., ფოთლებზე, სოფ. შილდის კოლმეურნეობის საზამთროს ბაღი, 2.VIII.63.



7. *Cercospora cydoniae* Ell. et Ev. ლაქები თეთრია, კონიდიამტარები მურა ფერისაა, უტებრო, ზომით $42 \times 5 \mu$. კონიდიუმები უფერულია, ჩხირისებრი მრავალტბარაანი, ზომით $52-103 \times 5,2 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Cydonia oblonga* Mill., ფოთლებზე. ყვარლის მიდამოები, 3.VIII.63.

8. *Alternaria cerasi* Poteb. ლაქები ხავერდოვანია, კონიდიამტარები მოკლეა, ყვეისფერი, ბუჩქულეობითაა. კონიდიუმი ქინძისთავისებრია $4-6$ ტბარაიანი, ზომით $52-62 \times 18-21 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Cerasus vulgaris* Mill. ფოთლების კიდებზე. სოფ. გავაზას მიდამოები, 14.VII.64.

9. *Colletotrichum brassicae* Schul. სარეცელი ჯგუფებადაა, შავი ან მურა ფერის ჯაგრებით. კონიდიამტარები ჩხირისებრია, სიდიდით კონიდიუმებს ეტოლება. კონიდიუმები გურზისებრია $20-26 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Brassica oleracea* L., დამალ ღეროზე. ყვარელი, საკარმიდამო ნაკვეთი, 26.X.65.

10. *Colletotrichum chordonianum* Nollk. ლაქები ელიფსურია, სარეცელი ბრტყელია, მუქი-წითელი, დატბირული ჯაგრებით $100-174 \times 5,8 \mu$. კონიდიამტარები ცილინდრული, ზომით $8,2-80,8 \times 1,9-4,8 \mu$. კონიდიუმები წაგრძელებულია, ბოლოში მომრგვალებული, ოდნავ მოხრილი, ზომით $8-82 \times 2,8-8,2 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Allium cepa* L., ფოთლებზე. ყვარლის მიდამოები, 14.VIII.63.

11. *Vermicularia mali* (Woronich.) Vassil. სარეცელი $150-240 \mu$ დიამეტრისაა, ჯაგრები სარეცელის კიდებზეა, მუქი-მურა ფერის, ზომით $270 \times 9 \mu$. კონიდიამტარები უფერულია $32-43 \times 2,2-3 \mu$. კონიდიუმები მოღუნულია $23-27 \times 4 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Malus domestica* Borkh. ცენილ ნაყოფებზე, ყვარლის მიდამოები, 19.IX.65.

12. *Vermicularia truncata* Schw. სარეცელი შავია, მრგვალ ზოლებადაა განწყობილი, ჯაგრები მრავალრიცხოვანია და ძაფისებრი, ზომით $63-302 \times 4,2-9 \mu$. კონიდიუმები ნამგლისებრია $20-33 \times 3,5-5,6 \mu$ (ლიტერატურით: $18-30 \times 3-4 \mu$). მკვებავი მცენარე—*Phaseolus vulgaris* L., ღეროზე და ნაყოფზე, ყვარლის მიდამოები, 16.IX.64.

13. *Vermicularia capsici* Syd. ლაქები მოთეთროა, სარეცელი შავია, $50-140 \mu$ დიამეტრის, მრავალრიცხოვანი მურა სწორი ჯაგრებით, ზომით $35-140 \times 3-6 \mu$. კონიდიამტარები თითისტარისებრია, ზომით $16-30 \times 3,2-5 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Capsicum annum* L., ნაყოფებზე. სოფ. კიკაანი, საკარმიდამო ნაკვეთი, 17.VIII.63.

14. *Melanconium tisdales* Sacc. ლაქები მურაა, უსწორმასწორო, მრავალრიცხოვანი, ორივე ბოლოში მომრგვალებული, ზომით $7,10 \times 2-4 \mu$. კონიდიამტარები ცილინდრულია, უფერო, მკიდროდ განწყობილი. მკვებავი მცენარე—*Lycopersicum esculentum* Mill., მწვანე პომიდორზე. ყვარლის მიდამოები, 14.VIII.64.

15. *Marsonina viticola* Migace. ლაქები ფოთლის ზედა მხარეზეა, მრავალი, $3-8 \mu$ დიამეტრის, მოწითალო-მურა ფერისაა. სარეცელი გაფანტულია, შავი წერტილისებრი, ზომით $80-100 \mu$ დიამეტრის. კონიდიამტარები წაგრძელებულია, მკიდროდ შეკრული, ზომით $13-22 \times 2-3 \mu$. კონიდიუმები თითისტარისებრია, უფერული, ზომით $16-22 \times 3-4 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Vitis vinifera* L., ფოთლებზე. ყვარლის მევენახეობის საბჭოთა მეურნეობა, 15.IX.64.



16. *Septomyxa perisicina* (Fres.) Sacc. სარეცელი კანქვეშაა, პატარაა, თეთრი ფერის. კონიდიუმები წაგრძელებულია, ორივე ბოლოში მომრგვალებულია, უფერულია, ზომით $12-15 \times 3,5 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Cucurbita pepo* L., დამპალი ნაყოფის კანზე, ყვარლის მიდამოები, 30.VIII.64.

17. *Septomyxa corni* Oud. სარეცელი მრგვალია, გაფანტული უწესრიგოდ, 2 მმ სიგრძის, 1 მმ სიგანის. კონიდიუმები თითისტარისებრია, ორივე ბოლოში მომრგვალებული, ტიხარიანი $15-20 \times 3,2 \mu$ (ლიტერატურით: $14,3-19,7 \times 2,8 \mu$). მკვებავი მცენარე—*Cornus mas* L., ტოტებზე. ყვარელი, ყორიანის ტყე. 30.VIII.64.

18. *Monochaetia berberidis* Lind. ლაქები ფოთლის ზედა მხარეზეა, მრგვალია, მურა ფერის არშიით შემოვლებული. სარეცელი გაფანტულია, შავი $120-165 \mu$. დიამეტრით. კონიდიუმები თითისტარისებრია, მოხრილი, 4 ტიხარიანი, ზომით $22-27 \times 7-9,8 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Berberis vulgaris* L., ფოთლებზე, სოფ. შაქრიანის მიდამოები, 3.IX.63.

19. *Monochaetia coryli* (Rostr.) Allesch. ლაქები მრავალია, შავი, სარეცელი ბრტყელი და შავია, კონიდიუმები თითისტარისებრია, ხუთუჯრედიანი $25-29 \times 7-8 \mu$ (ლიტერატურით $23-25 \times 6-7 \mu$). მკვებავი მცენარე—*Corylus avellana* L., ფოთლებზე, მდ. დურუჯის ხეობა, მთების შუა სარტყელი, თხილის წყარო, 6.VIII.64.

20. *Monochaetia mali* (Ell. et Ev.) Sacc. ლაქები მრგვალია, 1-3 მმ დიამეტრის, ნაცრისფერი, მოწითალო არშიით შემოვლებული. სარეცელი ფოთლის ზედა მხარეზეა. კონიდიუმები ცილინდრულია, 5 ტიხარიანი, $22-27 \times 7-8 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Malus domestica* Borkh., ფოთლებზე, ყვარელი, ყორიანის ტყე. 3.IX.64.

21. *Cylindrosporium juglandis* E. A. Volf. ლაქები ფოთლის ორივე მხარეზეა, მომრგვალო $0,8-0,5$ მმ დიამეტრის, მურა ფერის. სარეცელი ქვედა მხარეზეა $70-100 \mu$ დიამეტრის. კონიდიუმები ცილინდრულია, მოხრილი, 2-4 ტიხარიანი, $22-53 \times 4-4,5 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Juglans regia* L., ფოთლებზე. ყვარელი, თელავის გზისნაპირები, კაკლის ხეივანი, 17.IX.65.

22. *Phyllosticta berberidis* Rab. ლაქები მოთეთროა, წითელი არშიით. პიკნიდიუმები ყვეისფერია ფოთლის ზედა მხარეზე, $77-152 \mu$. სპორები კვერცხისებრია ზომით $4-5,8 \times 2,3-9,4 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Berberis iberica* Stev. et Fisch. სოფ. ენისელი (მარიაშვეთის მშობლის მიდამოები). 14.IX.66.

23. *Phoma allicola* Sacc. პიკნიდიუმები სფეროსებრია და ჩგუფებადაა განწყობილი, 130μ დიამეტრისაა, სპორები ზომით $6 \times 2,5 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Allium cepa* L., ღეროებზე, ყვარელი, საკარმიდამო ნაკვეთი, 10.IX.66.

24. *Phoma pyrina* Cke., პიკნიდიუმები მჭიდროდაა განწყობილი, სპორები ელიფსურია, ზომით $6 \times 3 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Malus domestica* Borkh., გამხმარ ტოტებზე, ყვარლის მიდამოები, 27.IX.62.

25. *Sphaeropsis viticola* Pass. სპორები კვერცხისებრია, მურა, $13,2-22 \times 8,5-12 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Vitis vinifera* L., ტოტებზე. ყვარელი, ჭინჭარაულები, 8.IX.66.

26. *Melasmia berberidis* Thuem. სარეცელი პატარაა, შავი, სპორები ზომით $5-7 \times 0,7-0,95 \mu$. (ლიტერატურით: $4-6 \times 0,5-0,75 \mu$). მკვებავი მცენარე—*Berberis vulgaris* L., ფოთლებზე, სოფ. შაქრიანის მიდამოები, 17.IX.64.

27. *Ascochita berberidina* Sacc. ფოთლებზე ლაქები ბაცია, მრგვალი, ტოტებზე ლაქები არაა, პიკნიდიუმები $88-102 \mu$ (ლიტერატურით $85-100 \mu$). სპორები თითისტარისებრია, ზომით $12-14 \times 2,8-3,2 \mu$ (ლიტერატურით $10-13 \times 2-2,5 \mu$). მკვებავი მცენარე—*Berberis vulgaris* L., ფოთლებზე, სოფ. ახალსოფლის მიდამოები, მდ. ავანისხევის ნაპირი, 19.IX.66.

28. *Ascochita pirina* Pegl. პიკნიდიუმები $140-150 \mu$ დიამეტრის, სპორები ზომით $12-15 \times 3-5 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Pyrus communis* L., ფოთლებზე, სოფ. საბუის მიდამოები, 2.IX.63.

29. *Diplodia betae* Pot. პიკნიდიუმები ნახევრად ჩამჯდარია ღეროს ქსოვილში, 200μ დიამეტრის; სპორები ღია-ყავისფერია, ზოგჯერ უფერული, ზომით $14-17 \times 5-8 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Beta vulgaris* L., ფოთლებზე, ყვარელი, საკარმიდამო ნაკვეთი, 4.VIII.64.

30. *Hendersonia mali* Thuem. პიკნიდიუმები $194-228 \mu$ დიამეტრისაა. სპორები ყავისფერია, 3 ტიხრიანი, ზომით $14-16 \times 6 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Malus domestica* Berk. ტოტებზე და ფოთლებზე, სოფ. შილდის მიდამოები, 7.IX.66.

31. *Hendersonia acicola* Münch. et Tubeux. ლაქები ფოთლის ზედა მხარეზეა, მოთეთრო ფერის. პიკნიდიუმები პატარებია, ჩაქყლებილი სპორები წინგოსფერია $2-3$ -ტიხრიანი, ზომით $10 \times 5 \mu$. მკვებავი მცენარე—*Pyrus communis* L.; ფოთლებზე, ყვარელი, საკარმიდამო ნაკვეთი, 4.IX.62.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა 7.5.1968)

ФИТОПАТОЛОГИЯ

В. И. ИМЕРЛИШВИЛИ

НЕИЗВЕСТНЫЕ ДЛЯ ГРУЗИИ ПРЕДСТАВИТЕЛИ МИКОФЛОРЫ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Резюме

В результате обработки собранного нами в 1962—1966 гг. в средней части Кахетинского Кавказского микологического материала 31 вид грибов оказался неизвестным для микофлоры сельскохозяйственных культур Грузии.

საქართველოს ლიტერატურა - ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. И. Василевский и Б. П. Каракули. Паразитные несовершенные грибы, ч. I, Гифомшеты, М.—Л., 1937; ч. II, Меланконияльные, М.—Л., 1950.
2. Ю. Н. Воронов. Труды Тифл. бот. сада, XIII, ч. I и II, 1915—1923.
3. А. А. Ячевский. Несовершенные грибы, т. II, СПб, 1917.
4. A. Allescher. Die Pilze Oesterreichs und Schweiz VI et VII, Abteilung Fungi im perfecti. Leipzig, 1901—1903.
5. G. Lindau. Fungi imperfecti, VIII, Leipzig, 1907.

Г. Г. БЕДЕНАШВИЛИ, О. А. МЕГРЕЛАДЗЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА ЧУМЫ СВИНЕЙ РЕАКЦИЕЙ СЕНСИБИЛИЗАЦИЯ ЗОЛЯ КОНГОРОТА

(Представлено членом-корреспондентом Академии М. Д. Рчеулишвили 2.3.1968)

Ввиду трудности диагностики чумы свиней, которая основывается на эпизоотических данных, симптомах и течении болезни и более всего на картине патанатомических изменений, а иногда требует проведения биопробы, вопросы изыскания метода лабораторной диагностики чумы свиней давно привлекают внимание многих исследователей как в СССР, так и за рубежом.

Однако метод лабораторной диагностики чумы свиней до сих пор не разработан. Мы поставили перед собой задачу изыскания метода лабораторной диагностики чумы свиней с помощью реакции сенсibilизации лиофобного золя, подобрав для этого соответствующие компоненты.

Нас ориентировали в этом направлении данные некоторых авторов [1—4], которые попытались с помощью коагуляционной реакции лиофобного золя золота установить диагноз различных заболеваний человека и животных. Однако в настоящее время в области медицины применяется одна реакция Ланге для диагностики Луэса.

Для лабораторной диагностики чумы свиней нами был разработан новый метод реакции сенсibilизации золя конгорота (РСЗК) в комплексе использования мочи от больных чумных свиней и специфических гамма-глобулинов гипериммунной противочумной сыворотки.

По предлагаемой нами методике реакцией сенсibilизации золя конгорота (РСЗК) была исследована моча от здоровых и больных разными заболеваниями свиней (см. таблицу).

Как видно из таблицы, моча от здоровых, а также от больных разными болезнями свиней, кроме чумы, во всех случаях давала отрицательные результаты РСЗК, а моча же от спонтанно больных чумных свиней и искусственно зараженных вирусом чумы свиней на Армавирской биофабрике давала положительные результаты в 91,1—93,1% случаев. Этот метод мы рекомендуем для диагностики чумы свиней. Он является не только точным, но и позволяющим установить прижизненный диагноз, взяв мочу от больных животных. Здесь же следует отметить, что если из хозяйств присылается моча 3 или 5 голов больных



свиней и положительная реакция будет на одну пробу, то это дает основание для подтверждения наличия чумы свиней в хозяйстве.

Реакция основана на сенсбилизации (увеличении чувствительности) коллоидного раствора мочой чумных свиней.

Таблица

Результаты исследования мочи от разных свиней методом РСЗК

Наименование свиней и состояние их здоровья	Количество	Результаты РСЗК	% положит. по РСЗК
Поросята и подсвинки здоровые	122	Отрицательные от 122 голов	0
Поросята и подсвинки больные:			
а) Паратифом	26	"	"
б) Оспой	8	"	"
в) Диспсией	21	"	"
г) Гипокальциевой тетанией	7	"	"
д) Пастереллезом	15	"	"
е) Рахитом	16	"	"
ж) Спонтанной чумой	45	Положительные от 41 голов	91,1
Армянская биофабрика			
Опытная группа:			
а) Подсвинки—здоровые	9	Отрицательные от 9 голов	0
" —больные чумой (искусственно зараженные)	9	Положительные от 9 голов	100
б) Подсвинки—здоровые (в карантине)	28	Отрицательные от 28 голов	0
в) Подсвинки—больные чумой (искусственно зараженные вирусом чумы свиней—вирусный)	58	Положительные от 54 голов	93,1
Всего: а) Здоровые свиньи	159	От всех отрицательные	0
б) Чумные свиньи	112	Положительн. от 104 голов	92,8

Для постановки РСЗК требуются следующие реактивы и аппаратура: 20% раствор поваренной соли (профильтрованный через бумажный фильтр), раствор сульфата аммония (36,74 г сульфата аммония в мерной колбе доводится водой до 100 мл и фильтруется через бумажный фильтр), фосфатный буферный раствор (рН=7,4—7,6), 0,01% раствор продажного препарата конгорота (раствор готовится перед употреблением), гипериммунная сыворотка против чумы свиней и в качестве контроля нормальная сыворотка свиньи, не вакцинированной против чумы, или сыворотка против рожи свиней, изготовленная от свиней, центрифуга до 6—8 тысяч оборотов в минуту с центрифужными пробирками, пипетками на 5 мл — 1 шт., пипетки на 2 мл — 2 шт., пипетки на 1 мл — 1шт., микропипетки на 0,1 мл — 2 шт., пробирки стеклянные — 10—20 шт. из химически стойкого или иенского стекла.

Перед постановкой реакции посуда должна быть химически безукоризненно чистой, так как реакция очень чувствительна даже на малейшее загрязнение. Для лабораторного исследования на чуму свиней от нескольких подозрительных больных, вынужденно прирезанных или павших свиней берется моча (в пробирки или во флаконы с резиновыми пробками) в количестве не менее 4—5 мл или с мочевым пузырем, наложив лигатуру.

От каждой пробы мочи, поступившей в лабораторию для исследования, пипеткой набирается 1—2 мл, наливается в центрифужные пробирки и центрифугируется в течение 10 минут не ниже 6 и не выше 8 тысяч оборотов в минуту. После центрифугирования верхний прозрачный слой мочи осторожно переливается в чистую пробирку для дальнейшего исследования.

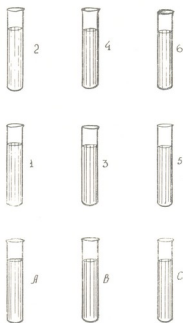


Рис. 1. Схема постановки РСЗК

Для постановки реакции берется три центрифужные пробирки (А, В, С) в которые наливается по 0,9 мл дистиллированной воды, и после этого в пробирки А и В микропипеткой вносится по 0,1 мл гипериммунной сыворотки против чумы свиней, а в пробирку С — нормальной сыворотки крови от свиньи, не вакцинированной против чумы, или противорожистой гипериммунной сыворотки. Кроме того, во все пробирки добавляется раствор сульфата аммония в количестве 1 мл, пробирки слегка вращаются между ладонями рук для равномерного смешивания



жидкости и отстаиваются в течение 5 минут. После этого пробирки вставляются в центрифугу и центрифугируются в течение 10 минут при 6—8 тысячах оборотов в минуту. После центрифугирования центрифугат выливается как ненужное, а к осадку каждой пробы доливается фосфатный буферный раствор по 1,5 мл. Легкими движениями рук пробирки вращаются между ладонями и отстаиваются 10—15 минут. После этого берется штатив для пробирок, в нем ставятся в три ряда по две пробирки из химически стойкого или иенского стекла и нумеруются (1, 2, 3, 4, 5 и 6), как показано в схеме.

Из центрифужной пробирки А раствор в количестве 0,5 мл переливается в пробирки № 1 и 2, из центрифужной пробирки В раствор в количестве 0,5 мл переносится в пробирки № 3 и 5, из пробирки С — раствор переносится в пробирки № 4 и 6 в количестве также 0,5 мл.

Для дальнейшего хода реакции в пробирку № 1 микропипеткой вносится отцентрифугированная моча в количестве 0,05 мл. В пробирки № 3 и 4 вносится моча, предварительно разведенная дистиллированной водой 1 : 10 в количестве 0,05 мл, а в пробирки № 5 и № 6 1 : 20 разведенная моча в количестве 0,05 мл.

Вслед за этим в пробирки № 1 и 2 вносится раствор конгорота по 1,5 мл и раствор поваренной соли по 1 мл. Затем пробирки осторожно вращаются между ладонями рук, после чего штатив со стеклянными пробирками (№ 1, 2, 3, 4, 5 и 6) ставится в термостат при 37°C в течение 1,5 часа — 1 часа 40 минут.

По истечении 1,5 часа — 1 часа 40 минут штатив с пробирками вынимают из термостата и читают реакцию. При наличии чумы свиней в пробирке № 1, по сравнению с пробиркой № 2, имеют место явные признаки сенсibilизационной коагуляции золя конгорота — помутнение и седиментация (появление зернистости) с оранжево-фиолетовым оттенком. При отсутствии реакции сенсibilизационной коагуляции золя в пробирке № 1, реакция считается отрицательной на чуму свиней и исследование на этом заканчивается.

При наличии положительной реакции в пробирке № 1 для контроля в пробирки № 3, 4, 5 и 6 вносятся раствор конгорота по 1,5 мл и раствор поваренной соли по 1 мл. Вслед за этим пробирки (№ 3, 4, 5 и 6) слегка вращаются между ладонями рук и медленно снова ставятся в термостат при 37°C на 2—3 часа. Через 2 часа пробирки в штативах проверяются 2—3 раза с промежутками 20—30 минут на возможное наличие реакции (наблюдение продолжается до истечения 3 часов).

При наличии чумы свиней в пробирках № 3 и 5, куда были внесены специфические противочумные гамма-глобулины, получается за-

დერჟაჲა ილი პოლიოე ოტსუტვოე რეაქციი სენსიბილიზაციონიოი კოაგულიაციი, პო სრავნიეიუ ს პობრიკაჲაი № 4 ი 6, გდე იმეოეჲა იესპეციფიქსიე დეა ჩუჲა გამა-გლობულინი. ვ ოეჲი პობრიკაჲაი (№ 4 ი 6) ოტმეაქსეა რეჲკაი სენსიბილიზაციონიოი კოაგულიაციი ჲოჲა კონგოროტა, ვე-რეჲკაოეჲა ვე პომუტნენიი, ვე სედიმენტაციი ს ორანჲეო-ფიოლეთოვჲი ოტ-თენკო. პრი თაკოჲ რეზულტატე რეაქციი სჩიტაქსეა პოლოჲიქსიოიი ნა ჩუჲა სვინეი ი პოდტვერჲდაქსეა სპეციფიქსოე ნა ჩუჲა სენსიბილიზაციონიოი კოაგულიაციი ჲოჲა კონგოროტა ვე პობრიქე № 1.

რეაქციი სენსიბილიზაციი ჲოჲა კონგოროტა (რსჲკ) დეა უსთანოვლენიი დიაგნოზა ია ჩუჲა სვინეი მოქეჲე პოსთავლენა ვე ვსეჲ ვეტერინარიუჲი ჲაბორატორიჲაჲი, ი პრი თოქოი სობლოდენიი უკაზანიი მეთოდიკი რე-ზულტატე ვსეგდა ბეაოუქსე პრავილჲნიჲი.

სუბსოეჲე მექანიზმა რსჲკ, პო-ვიდოჲო, ჲაქლუქსეა ვე სლედოე-უქსე: ჲიოფობნიე ჲოჲი (ვ დანიო სლუქე კონგოროტა) პრი დობავლენიი ელექტროლიტოვ ი ოი ვოდეიქსიი (ვ დანიო სლუქე რასთვოვ ნაCl) ქერეჲ ოპრედელენნიე პრეჲჲუტკი ვრემენი პოდვერჲოქსე კოაგულიაციი ილი სვერ-თავანიო (სედიმენტაციი ი ვეპადენიე ოსადკოვ).

პრი რსჲკ, ვიდიო, კონგოროტ სოედიიქსეა ს გამა-გლობულინი პროთივოქუმნიოი სეოვოროტკი ი პოსლედნიი სტაბილიზოქსეა ჲოჲე, ა პოსლედნიი დობავლენიი მოქი ჩუმნიუ სვინეი სოდერჲკეჲი ვირუს, პოსლედნიი სო-ედიიქსეა ს გამა-გლობულინი ი ვესვობოქსეა ქაქსიქსე კონგოროტა — ვოდეიქსიე ელექტროლიტა უსილვიქსეა ი უვლეიქსეა სეჲსტივულნოე (სენსიბილიზაციი) კონგოროტა, ვე რეზულტატე ქეო პრეოვლექსეა ვიდიოქსეა რეაქციი.

ვ თეჲ პობრიკაჲაი, ვე კოქსეჲე ნე დობავლექსეა მოქი ჩუმნიუ სვინეი, რსჲკ ჲადერჲივოქსეა ვე ვრემენი, ოდნაკო ვე დალჲეიქსეჲე ი ჲდეჲე პრეოსოქსეა რეაქციი, ნო სრავნიელნო პოქსეო.

გურჲინსკიი ჲოოვეტერინარიუჲი უქებო-
 ისლედოვატელსკიი ინსტიტუტ

(პოსთუჲილო 21.5.1968)

მიკრობიოლოგია

ბ. ბაჲენაჲშილი, ო. ჲეპრეოლჲაჲი

ლორის ჲირის ჲაბოკრატოროქსილ ი დიჲაგნოსტიკა კონგოროტოვლის
 ჲოლოის სენსიბილიზაციიის რეჲქციით

რ ე ჲ ი ე მ ე

ლორის ჲირის სადიჲგნოსტიკოდ დღემდე არაა დამუშეოებულეი სოთანდო ჲაბოკრატოროქსილ მეთოდი, რის გამოქ გემნელეებულეი დიჲაგნოზის დადგენა, მარტო ავადმეოფობის ნიშნების, პათ-ანატომიქური ცვლილეებებისა დე ეპიზო-ტიური მონაცემების მიხედვით.

32. „მოკლბე“, ტ. 52, № 2, 1968

ხშირად ღორის ჭირზე დიაგნოზის დასმა დაგვიანებით ხდება, მაშინ, როდესაც ავადმყოფობა ფართოდაა გავრცელებული და დიდ ზარალს აყენებს მეურნეობებს.

ჩვენ დაეამუშავეთ ღორის ჭირის ლაბორატორიული დიაგნოსტიკის ორგანალური მეთოდი, რომლის არსი მდგომარეობს კონგოწითელის ზოლის (კოლოიდური ხსნარის) სენსიბილიზაციის რეაქციის გამოწვევაში (მგრძნობელობის გადიდება და მისი აღკვეთის დაჩქარება).

ამ მეთოდით ღორის ჭირზე დიაგნოზის დადგენა წარმოებს ავადმყოფი ღორის სიცოცხლის დროს. ამასთან სწრაფად (4—6 საათის განმავლობაში) ხდება დაავადებული ღორებისაგან აღებული შარდის გამოკვლევა.

დასოფიბიული ლიბირაბურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. П. Песков, Е. М. Александрова-Прейс. Курс коллоидной химии. М., 1948, 222—223.
2. А. И. Федотов. Ветеринарная ликворология, М., 1951, 151—154.
3. Reitstotters. Zeitschr. f. Immunitätsforsch., 30, 1920, 468.
4. C. Lange. Berlin. klin. Wochenschrift, № 16, 1912.



УДК 633/635.6:576.8

მიკრობიოლოგია

მ. მახავარიანი, უ. მიტინაშვილი

ზოგიერთი არაპარკოსანი მცენარის ფისვური მიკროფლორა

(წარმოადგინა აკადემიოსმა ნ. კეცხველმა 25.5.1968)

არაპარკოსანი მცენარეების ფესვებზე წარმოშობილი კოქრები და მსგავსი წამონაზარდები მკვლევარების დიდ ყურადღებას იპყრობს. კოქრები აღმოჩენილია როგორც ხე-მცენარეებზე — *Elaeagnaceae*, *Myricaceae*, *Rhamnaceae* და სხვა ოჯახებზე, ისე ბალახოვან მცენარეებზე — *Rosaceae*, *Cruciferae*, *Rubiaceae*, *Scrophulariaceae*-ს და სხვა ოჯახებზე.

ამ კოქრეის წარმოშობის საკითხის შესახებ სხვადასხვა აზრი არსებობს. ბეკინგის მიხედვით [1], თხმელას კოქრები შეიცავს აქტინომიცეტს, რომელიც მან სუფთა კულტურის სახით მიიღო. ბონდის [2] აზრით, არაპარკოსანთა ფესვებზე კოქრებს წარმოქმნიან სოკოები. არის აგრეთვე გამოთქმული აზრი, რომ კოქრებს წარმოშობენ ბაქტერიები.

ზოგიერთ არაპარკოსან ბალახოვან მცენარეზე ჩვენ მიერ აღმოჩენილია კოქრები. ამ კოქრების წარმოშობის გამოვლინება მიზნით შევისწავლეთ ფესვის ქსოვილებში შეჭრილი მიკროფლორა.

მეთოდика

არაპარკოსან მცენარეებზე კოქრებს ვიკვლევდით ყვავილობის დროს — ივნის-ივლისში. ფესვის სისტემის დაუზიანებლად ამოვთხრიდით მცენარეებს და ნიადაგის ნაწილაკების მოშორების შემდეგ ვარკვევდით კოქრებს.

კოქრებში შეჭრილ მიკროფლორას ვსწავლობდით შემდეგნაირად: გარეცხილ კოქრებს წინასწარ ვასტერილებდით სულემით. შემდეგ სპირტით. სტერილური წყლით მრავალჯერ გარეცხვის შემდეგ გასრეხილი კოქრებიდან მიღებულ სითხეს ვთესავდით სხვადასხვა საკვებზე.

ფესვური მიკროორგანიზმების მორფოლოგიურ და ფიზიოლოგიურ თვისებებს ვსწავლობდით ცილოვან, მცენარულ და სინთეტურ საკვებ არეებზე. იცხრილი გვიჩვენებს, რომ არაპარკოსანი მცენარეების კოქრებში აღმოჩენილია სხვადასხვა ზომის გამრუდებული ჩხირები, ხშირ შემთხვევაში დატოტვილი. ზოგიერთი სახეობის ჩხირები გადადის კოკის ფორმებში. მცენარულ საკვებზე უმთავრესად იზრდებიან უფერული, ლორწოვანი სხვადასხვა კონსისტენციის კოლონიები, ცილოვან საკვებზე და პასტის მსგავსი, უფერული პირველი 8 შესწავლილი მცენარის კოქრებში (ცხრილი 2) აღმოჩენილია მიკ-

რობი, რომელიც კრასილნიკოვის სარკვევის მიხედვით [3], ემსგავსება *Mycobacterium oligonitrofilum*-ს. მას ახასიათებს ზრდა ყველა საკვებზე, ელატინს სუსტად ათხევადებს, რძის შედედებას არ ახდენს, ნიტრატები ნიტრიტებად დაყავს. კარგად იზრდება უაზოტო ეშბის საკვებზე. ამ შესანიშნავი თვისების გამო ჩვენ გვეძლევა საფუძველი ვიფიქროთ, რომ ეს მიკრობი ახდენს ატმოსფერული აზოტის ფიქსაციას.

ცხრილი 1

ფესვის ქსოვილებში შეჭრილი მიკროფლორის მორფოლოგიური თვისებები

№	მცენარის დასახელება	შესწავლილ შტამების რაოდენობა	ფესვერი მიკროფლორის მორფოლოგია
1	<i>Arctium lappa</i> L.	22	წერილი (5—0,8μ) მრუდ დატოტეილი ჩხირი, უჩრვლებში მეტაქრომატინის მარცვლებია.
2	<i>Carpesium cernuum</i>	4	არასპოროვანი წერილი ჩხირი, ზომით 5—6×0,8μ მრავალრიცხოვანი დატოტეილი უჩრვლებით.
3	<i>Jnula helenium</i> L.	13	წერილი, მოკლე ჩხირი, გარდამავალი კოკსებური უჩრვლებით.
4	<i>Carpesium abrotanoides</i> L.	2	წერილი, ზომით 5—6×0,8μ მრუდ ჩხირები დატოტეით, უჩრვლებში შეიშენება მარცვლოვანება.
5	<i>Geum urbanum</i> L.	3	წერილი, დატოტეილი მრუდ ჩხირები.
6	<i>Dichrocephala latifolia</i> (Lam.) DC	4	არასპოროვანი კოკსებური უჩრვლები, დატოტეა არ ეშენება.
7	<i>Dipsacus pilosus</i> L.	6	არასპოროვანი მოკლე, მრუდ ჩხირები, ძალიან მეტი დატოტეილი უჩრვლებით.
8	<i>Lapsana communis</i> L.	4	მრუდ ჩხირები, ზომით 5—7×0,8μ მრავალი დატოტეილი უჩრვლებით.
9	<i>Calamintha menthaefolia</i> Host.	3	მარცვლოვანი მარწყინავი მოკლე ჩხირები გარდამავალი კოკსებური უჩრვლებით.
10	<i>Hypocharis radicata</i> L.	26	გრძელი, წერილი ძავებივით ჩხირები ზომით 10—12×0,4μ ეშენება დატოტეა. მოგვაგონებს აქტინომოციტების მიცელიუმის ნაკვლებს.
11	<i>Telekia speciosa</i> (Schreb.)	4	კოკსებური ფორმის მრუდ ჩხირები.

ჩვენ გვაქვს მიღებული შტამები, რომელთაც ახასიათებს უაზოტო საკვებზე უხვი, კარგი და სუსტი ზრდა (ცხრილი 2). დანარჩენი შესწავლილი მცენარებიდან მიღებულია *M. filiforme*-ს, *M. globiforme*-ს და *M. hyalinium*-ის მსგავსი მიკობაქტერიები.

არაპარკოსანთა ენდოფიტის ბუნება სუსტადაა შესწავლილი. არსებობს აზრი, რომ კოქრებს წარმოქმნიან სოკოები, აქტინომოციტები, სპეტერიები. ზოგიერთი მკვლევარის აზრით [4, 5], კოქრების წარმოქმნაში მონაწილეობას იღებს 2 ენდოფიტი.

ჩვენ მიერ მიღებული მიკობაქტერია შესაძლოა იყოს რიზოსფეროს მიკროფლორა, რომელიც შეჭრილია უკვე არსებულ კოქრებში, შესაძლოა იგი იყოს კოქრების წარმომქმნელი ერთ-ერთი მონაწილე მეორადი ენდოფიტი.

ფესვის ქსოვილებში შეჭრილი მიკროფლორის ფიზიოლოგიური თვისებები

№	მცენარის დასახელება	ზრდა საკვებ არეებზე									
		ფსკაულოლი შტამების რაოდენობა	პარკოსანთა აგარი	ხორცბატონური აგარი	ხორცბატონური ბულიონი	ძალატრინის გათხევადება	უაზოტო სინთეტიკური უმბის საკვები	რძე		ნოტრატების აღდგენა	
								პეტონოზაცია	შედეგება	კარტოფილი	ნოტრატბაძე
1	<i>Arctium lappa</i> L.	22	+++	+++	++	+	+++	+++	—	+++	—
2	<i>Carpesium cernuum</i>	4	+++	+++	+++	+	+++	—	+++	—	
3	<i>Inula helenium</i> L.	13	++	+	+	+	+++	—	+	—	
4	<i>Carpesium abrotanoides</i> L.	2	+	+	+	+	+	—	+	—	
5	<i>Geum urbanum</i> L.	3	+++	+++	+++	+	+	—	+	—	
6	<i>Dichrocephala latifolia</i> (Lam.) DC	4	+	+	+	+	+++	+	+++	—	
7	<i>Dipsacus pilosus</i> L.	6	+++	—	+	+	+	—	+++	—	
8	<i>Lapsana communis</i> L.	4	+++	—	—	+	+	—	+++	—	
9	<i>Calamintha menthaefolia</i> Host.	3	+++	+	+	+	—	—	+++	—	
10	<i>Hypochaeris radicata</i> L.	26	+++	+++	+	+	+	—	+++	—	
11	<i>Telekia speciosa</i> (Schreb.)	4	+	+++	+++	+	—	—	+	—	

ნიშნები: — არ გაიზარდა
 = სავეეო ზრდა
 +++ სუსტი ზრდა
 ++ კარგი ..
 +++ უზეი ..

მცენარეთა გამოკვლევაში დახმარება გავეციეს ზოტანიკის ინსტიტუტის სისტემატიკის განყოფილების თანამშრომლებმა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ზოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა 28.5.1968)

МИКРОБИОЛОГИЯ

М. З. МАЧВАРИАНИ, Д. М. МИТИЧАШВИЛИ

КОРНЕВАЯ МИКРОФЛОРА НЕКОТОРЫХ НЕБОБОВЫХ РАСТЕНИЙ

Резюме

На некоторых небобовых растениях обнаружены клубенькоподобные образования. Для выявления происхождения данных образований изучена микрофлора, внедрившаяся в корневые ткани растения.

Из растертых стерильных клубеньков выделена микобактерия, хорошо растущая на безазотистой среде. По морфологическим и физио-

логическим свойствам она похожа на *M. oligonitrofilum*. Возможно, данный микроб из ризосферы внедрился уже в существующие клубеньки. Допустима также мысль, что он является одним из участников образования клубенькоподобных наростов — вторичным эндофитом.

დავითობის ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. J. Becking, W. E. Boer, A. L. Houwink. *Journal microb. a. serology*, 30, 4, 343, 1964.
2. G. Bond. *Thirteenth Symposium Society for General Microbiology*. London, 1963, 72.
3. Н. А. Красильников. *Определитель бактерий и актиномицетов*, 1949.
4. J. J. Arcularius. *Bact.*, II, Bd. 74, 1928.
5. R. Laiske. *Morphologie und Biologie der Strahlenpilz*. Leipzig Borntraeger, 1921.



УДК 56.017.2(47.922)

ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

Ц. И. БУАЧИДZE

О НАХОДКЕ ОСТАТКОВ ИСКОПАЕМЫХ ПОЛЕВОК В ШИРАКСКОЙ СТЕПИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. К. Габуния 26.5.1968)

За последние годы мелкие млекопитающие приобретают все большее значение для детального расчленения континентальных отложений кайнозоя. Как известно, интерес к ним возрос собственно в связи с тем, что все чаще стали находить остатки ископаемых грызунов в толщах, ранее рассматривавшихся палеонтологически немymi.

В данной статье дается описание некоторых, на наш взгляд, заслуживающих внимание представителей подсемейства *Microtinae* из раннеантропогенных отложений юго-востока Грузии и смежной с ней полосы Азербайджана.

Материал собран экспедицией Института палеобиологии Академии наук ГССР, летом 1964 г. (коллекция Института палеобиологии № Ш-1).

Отряд *Rodentia* Bodwich, 1821

Семейство *Cricetidae* Rochebrune, 1883

Подсемейство *Microtinae* Miller, 1893

Подсемейство *Microtinae* объединяет, как известно, корнезубых и некорнезубых представителей полевых. Некоторые виды ископаемых микротин имели лишь локальное распространение, другие населяли широкие пространства и отличались к тому же относительно высоким темпом эволюции, что дает возможность использования их остатков для стратиграфического расчленения континентальных толщ.

Собранный нами материал из Ширакской степи содержит следующие формы: *Clethrionomys iorensis* sp. nov., *Lagurus (Lagurodon) arankae* Kret., *Allophaiomys cf. pliocaenicus* Kormos, *Pitymys arvaloides* Hinton, *Microtus ratticepoides* Hinton, *Microtus cf. arvalinus* Hinton.

Род *Clethrionomys* Tilesius, 1850

Clethrionomys iorensis C. Buatshidze, sp. nov.

Голотип. Изолированные M_1 и M^3 (коллекция Института палеобиологии АН ГССР, № Ш-15).

Материал. Изолированные M_1 и 7 M^3 .

Диагноз. Размеры средние (длина M_1 2,2—2,3 мм; длина M^3 1,7—1,75 мм). Петли параконидного комплекса всегда широко сообщаются. Передняя непарная петля в большинстве случаев грибовидной формы.

Описание и сравнение. Размеры сходны с таковыми у современной рыжей полевки (длина M_1 2,2—2,3 мм). Непарная петля прибовидной формы, треугольнички параконидного комплекса на всех экземплярах широко сообщаются, остальные треугольнички скорее чере-

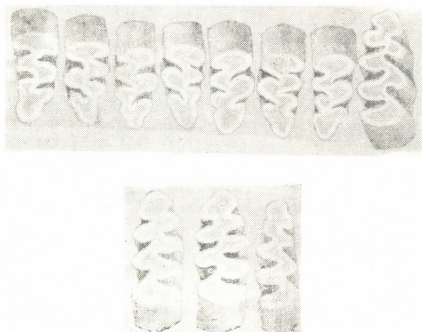


Рис. 1: 1—7—*Clethrionomys lorensis* sp. nov. (M^3),
8—11—*Clethrionomys lorensis* sp. nov. (M_1)

дуются, чем противостоят друг другу. Имеется лишь один экземпляр, у которого передняя непарная петля сильно отогнута лабиально. Такое же строение имеет первый нижний моляр (M_1) *Pliomys kretzoi* Kowalski (позднеплиоценовая форма), от которого ширакский вид отличается только цементностью, хорошо выраженной у него во входящих углах зубов и почти полностью отсутствующей у плиомиса.

M^3 с тремя входящими углами с внутренней стороны и двумя или тремя входящими углами с наружной стороны (соответственно четырем зубцами с внутренней стороны и тремя или четырем зубцами с наружной стороны). Такое же строение M^3 имеет современная *C. glareolus*, у которой во входящих углах коренных зубов, как и у описываемого вида, хорошо развита цементность. От наиболее близкого к нему *Cl. acrorhiza* Kormos [1] новый вид отличается более четко выраженной грибовидной формой передней непарной петли и, пожалуй, более явст-



венным чередованием треугольных петель.

Геологическое и географическое распространение. Ранний антропоген Ширакской степи.

Род *Lagurus* Cloger, 1841

Lagurus (Lagurodon) arankae Kretzoi, 1954

К этому виду относятся некорнезубые полевки без цемента во входящих углах зубов. На M_1 элементы параконидного комплекса широко сообщаются, передняя непарная петля округлой формы, с клювовидным вытянутым зубцом у ее основания, отделенным сверху от петли заметно выраженным углублением.

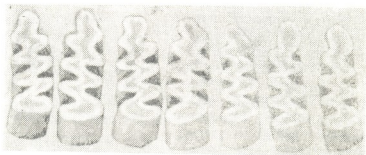


Рис. II: 1—15—*Lagurus (Lagurodon) arankae* Kretzoi (M_1)

От голотипа данного вида, описанного М. Кретцоем [2], изученные нами экземпляры отличаются относительно мелкими размерами (длина M_1 — 2,1—2,5 мм) и лучше выраженным слиянием основных треугольников коренных зубов.

По этим признакам они близки к представителям того же вида, описанным А. И. Шевченко из раннеантропогенных отложений Украины (Одесское Причерноморье).

Среди форм *L. (Lagurodon) arankae* Кр. А. И. Шевченко [3] описаны два экземпляра «раппоничес»-ного облика с круглой непарной пет-

лей нижних коренных, отделенной от широко сообщающихся треугольников. Из Ногайска (поздний плиоцен) В. А. Топачевский [4] описывает *L. praerannonicus*, отличающегося от *L. arankaе* лишь строением первого нижнего коренного. В наших материалах упомянутый тип строения представлен одним экземпляром. На непарной петле у двух других экземпляров имеются слабо развитые выступы, что, возможно, является характерной особенностью форм, переходных от *L. arankaе* к типичным *L. pannonicus*.



Рис. III: 1—5—*Microtus* cf. *arvalinus* Hinton (M_1),
 6—*Pitymys arvaloides* Hinton (M_1),
 7—*Allophaiomys pliocaenicus* Kormos (M_1)

Строение M_3 как у прочих представителей рода. Средние треугольные петли сообщаются между собой. M^3 с наружной стороны имеет три зубца, а у современных представителей этого рода — четыре зубца.

Род *Allophaiomys* Kormos, 1932
Allophaimys cf. *pliocaenicus* Kormos

Этот вид представлен единственным M_1 длиной приблизительно 3,1 мм (не хватает петли энтокониды).

Строение переходного комплекса близко к таковому у *Arvicola* и, по-видимому, отличается от тех же зубов у мелких форм упомянутого рода.

Постоянные коренные без корней. Цемент во входящих углах хорошо развит. На M_1 пять замкнутых эмалевых полей. Треугольники параконидного комплекса сливаются между собой. Тенденция к слиянию также заметна на остальных эмалевых полях. У ныне живущих *Arvicola* и *Microtus* тенденция к слиянию менее выражена.

Описанная форма схожа с типичным *A. pliocaenicus* Kormos, остатки которого найдены в верхнеплиоценовых отложениях Западной Европы. На территории Союза остатки рода *Allophaiomys* обильно представлены в ногайской фауне Северного Приазовья [4].

Род *Pitymys* Mc Murtrie, 1831
Pitymys arvaloides Hinton

От этого вида сохранился единственный нижний первый моляр (длина 2,3 мм). Отложение цемента во входящих углах слабо представлено. Передний отдел параконида арвалоидного типа. Под ним расположены широко сообщающиеся петли. Остальные треугольные петли перешнурованы. Этот вид известен из раннеантропогенных отложений Одессы [3] и Венгрии [2].

Род *Microtus* Schrank, 1798
Microtus cf. arvalinus Hinton

Наш материал содержит пять экземпляров нижних первых моляров (длиной 2,55—2,8 мм) этого вида. Параконидный комплекс арвалоидного типа. Треугольники параконидного комплекса сообщаются. Остальные треугольники замкнуты. В параконидном комплексе варибельность почти отсутствует (некоторое отклонение намечается на двух экземплярах), изогнутых в наружном направлении.

Описанный зуб по строению параконидного комплекса сходен с таковым *M. arvalinus* из раннеантропогенных отложений Хаджибейского лимана [3].

Microtus ratticepoides Hinton

Относимые к этому виду экземпляры зубов обнаруживают довольно значительную изменчивость в строении параконидного комплекса. В нашей коллекции содержится 11 экземпляров обломков нижней челюсти с M_1 и M_2 . Длина M_1 колеблется в пределах 2,5—2,8 мм. У четырех экземпляров передняя непарная петля клювовидной формы, с углообразным выступом в ее основании (с наружной стороны). Треугольники параконидного комплекса не сообщаются между собой. Из семи экземпляров у пяти передняя непарная петля округлой формы и треугольники параконидного комплекса сообщаются друг с другом. У остальных двух экземпляров передняя непарная петля в общем также округлой формы, но с клювовидным зубцом, а треугольники параконидного комплекса лишь частично сообщаются друг с другом. Насколько нам известно, такой же изменчивостью параконидного комплекса характеризуются зубы *M. arvalinus* из раннечетвертичных отложений Украины (Крыжановка).

Выводы

Изученный материал представлен преимущественно некорнезубыми полевыми подсемейства *Microtinae: Clethrionomys iorensis* sp. nov., *L. (Lagurodon) arankae* Kretzoi, *Allophaiomys cf. pliocaenicus* Kormos, *Pitymys arvaloides* Hinton, *Microtus ratticepoides* Hinton.

Такое своеобразное сочетание видов до настоящего времени не известно в ископаемых микротериологических комплексах. Представители рода *Microtus* сильно омолаживают возраст изученной фауны. На территории Союза их остатки встречены в отложениях плейстоценового возраста (миндель-рис-рис альпийской шкалы). В то же время виды *Lagurodon* и *Allophaiomys* являются характерными компонентами раннеантропогенных комплексов (гюнц-миндель).

Исходя из имеющихся представлений о развитии во времени упомянутых групп микротин возраст изученной фауны предварительно может быть определен как переходный от раннеантропогенного к собственно плейстоценовому (конец минделя-миндель-рис).

Академия наук Грузинской ССР

Институт палеобиологии

(Поступило 29.5.1968).

პალეობიოლოგია

ც. ბუაჩიძე

შირაქის ველის ნამარხი მემინდვრების პირველი მონაკობის
შესახებ

რეზიუმე

ჩვენ მიერ შესწავლილი მასალა ძირითადად შეიცავს ქვეოჯახ *Microtinae*-ს წარმომადგენლებს, რომლებიც უფესვო მემინდვრების სახელწოდებით არიან ცნობილი: *Clethrionomys iorensis* sp. nov., *L. (Lagurodon) arankae* Kretzoi, *Allophaiomys cf. pliocaenicus* Kormos, *Pitymys arvaloides* Hinton, *Microtus ratticepoides* Hinton, *Microtus cf. arvalinus* Hinton.

სახეების ასეთი თავისებური შეხამება დღემდე არაა ცნობილი განამარბებულ მიკროტერიოლოგიურ კომპლექსებში. თუ გვარ *Microtus*-ის წარმომადგენლები ძლიერ აახალგაზრდავებენ შესწავლილი ფაუნის ასაკს, ქვეგვარ *Lagurodon*-ის წარმომადგენლები, ისე როგორც გვარ *Allophaiomys*-სა, ადრეანთროპოგენულ ასაკზე მიუთითებენ (გუნც-მინდელი).

შესწავლილი ფაუნის ასაკი, სავარაუდოდ შეიძლება განისაზღვროს როგორც გარდამავალი ადრეანთროპოგენული დროიდან საკუთრივ პლეისტოცენურზე (მინდელის ბოლო — მინდელი-რისი).

დასრულებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Th. Kormos. Revision der präglazialen Wühlmäuse vom Gesprenzberg bei Brassó in Siebenbürgen. Palaeont. Zs., 1933, 15.
2. M. Kretzoi. Bericht über die calabrische (villafranchische) Fauna von Kislang. Földt. Inst. Jel., Budapest, 1954.
3. А. Н. Шевченко. Опорные комплексы мелких млекопитающих плиоцена и нижнего антропогена юго-западной части Русской равнины. Киев, 1965.
4. В. А. Топачевский. Насекомоядные и грызуны погайской фауны. Киев, 1963.

А. М. ГЕГЕЧКОРИ

МАТЕРИАЛЫ К ИЗУЧЕНИЮ ПИЩЕВОГО РЕЖИМА ПСИЛЛИД
(НОМОПТЕРА, PSYLLOIDEA) — УЗКО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ
ФИТОФАГОВ¹

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Каландадзе 5.4.1968)

Анализ пищевой специализации около 120 видов псиллид, выявленных в разных ландшафтных зонах Грузии, показывает, что они относятся к группе сосущих насекомых — фитофагам и питаются только автотрофными растениями [1, 2].

Большинство из 150 видов, зарегистрированных нами в качестве кормовых растений, являются представителями дендрофлоры. Этими растениями являются *Laurus*, *Crataegus*, *Prunus*, *Spirea*, *Malus*, *Pyrus*, *Sorbus*, *Mespilus*, *Cercis*, *Caragana*, *Colutea*, *Elaeagnus*, *Hippophae*, *Pistacia*, *Cotinus*, *Acer*, *Rhamnus*, *Viburnum*, *Betula*, *Alnus*, *Quercus*, *Olea*, *Fraxinus*, *Myricaria*, *Ficus*, *Salix*, *Populus* и др.

Относительно меньшими являются травянистые *Achimilla*, *Vicia*, *Medicago*, *Melilotus*, *Glycyrhiza*, *Ononis*, *Chamaenerium*, *Galium*, *Valeriana*, *Brassica*, *Achillea*, *Leucanthemum*, *Artemisia*, *Senecio*, *Cirsium*, *Leontodon*, *Onopordon*, *Chenopodium*, *Atriplex*, *Kochia*, *Urtica*, *Polygonum*, *Rumex*, *Allium*, *Carex* и т. д.

Как видим, лишь два рода растений (*Carex*, *Allium*) являются однодольными, все остальные — двудольные. Один вид кормового растения — *Viscum album* (омела) — паразит. Для нескольких видов псиллид кормовые растения пока не установлены.

Псиллиды питаются путем сосания, во время которого высасывается растительный сок из повреждаемых ими органов. В результате сосания они повреждают генеративные органы, тем самым препятствуя размножению, а также ткани зеленой массы, после чего нарушается нормальный процесс ассимиляции и диссимиляции. Часто с целью локализации вредного воздействия псиллид хозяева-растения образуют галлы, что нередко вызывает резкое уменьшение ассимиляционной поверхности растений.

¹ Тема обработана под руководством проф. И. Д. Батиашвили.



Из кормовых растений псиллид многие являются важными сельскохозяйственными культурами и ценными лесными породами.

По широте пищевой специализации среди псиллид выделяются две основные группы: 1) монофаги и 2) олигофаги.

Псиллиды-монофаги, как правило, повреждают растения одного рода, например, *Rhinocola aceris* L. вредит на клёне, *Agonoscena viridis* Bayeva—на фисташке, *Camaratoscena speciosa* Flor—на осине, *Euphyllura phylliraea* Frst.—на маслине, *Colposcena* spp.—на тамариксах, *Psyllopsis* spp.—на ясене, *Psylla pruni* Scop.—на сливовых и т. д.

Псиллиды-олигофаги подразделяются на две подгруппы. а) Узкие олигофаги. По количеству видов в псиллидофауне их больше; повреждают представителей минимум двух родов растений, например: *Psylla crataegi* Schrnk. питается на разных видах *Mespilus* и *Crataegi*; *Psylla medicaginis* Andr.—на *Vicia*, *Medicago*; *Trioza viridula* Zett.—на *Cirsium* и *Onopardon*; *Trioza obliqua* Thoms. и *T. chenopodii* Reut.—на *Atriplex* и *Chenopodium* и т. д. б) Широкие олигофаги. По количеству видов их меньше. Повреждают представителей более двух родов растений, например, *Craspedolepta flavipennis* Frst. повреждает представителей *Leontodon*, *Chrysanthemum*, *Ononis*, *Leucanthemum* и других родов, *Calophya rhois* Low—*Cotinus*, *Rhus*, *Morus* и *Cercis*. Следует выделить *Trioza nigricornis* Frst. Как по литературным данным [3], так и по собственным наблюдениям, это насекомое повреждает растения совершенно различных родов и даже семейств, например представителей зонтичных, пасленовых, крестоцветных, лилейных, гречишных, и тем самым проявляет склонность к полифагии. Последний факт вызывает определенную диспропорцию в строго выраженной узкой специализации псиллид в отношении кормовых растений.

Поскольку псиллиды — это узкоспециализированные фитофаги, с точки зрения эволюции интересно выяснить — существует ли определенная родственная закономерность между псиллидами и их кормовыми растениями, иными словами, питаются (живут) ли близкородственные псиллиды на близкородственных растениях. Для этого прежде всего следует знать, что из распространенных в Грузии пяти палеарктических семейств: *Liviidae*, *Aphalaridae*, *Psyllidae*, *Carsidaridae* и *Triozidae*,—как показывает широкий морфологический анализ, генетически *Psyllidae* и *Triozidae*, с одной стороны, *Liviidae* и *Aphalaridae*, с другой, находятся в более тесных родственных связях между собой. Самое самостоятельное семейство *Carsidaridae* ближе всего к *Triozidae*. По своим морфологическим данным семейство *Aphalaridae* является связующим звеном между указанными группами [4, 5].

Зная родственные связи псиллид на уровне семейств, представляется возможным решить вышепоставленную проблему. Для этой цели кормовые растения псиллид дифференцируем по принятой сегодня ботанической систематике [6] с указанием типов, классов, рядов, семейств, родов и видов, поперек же растений указываем питающиеся на них виды псиллид. После этого отдельно выделяем все роды растений (их всего 50) вместе с обитающими на них родами псиллид. Образуется определенная систематическая структура между насекомыми и кормовыми растениями, анализ которой должен дать ответ на вопрос — питаются ли близкородственные псиллиды на близкородственных растениях. Сравнительный анализ 13 таких вариантов показывает, что в пяти случаях существует полная гармония. Например, на представителях родов *Laurus* и *Berberis* из ряда многопестичных обитают только представители рода *Trioza* (три вида), на представителях родов *Spiraea*, *Alchimilla*, *Malus*, *Pyrus*, *Sorbus*, *Mespilus*, *Crataegus*, *Prunus* из розоцветных питаются 13 видов рода *Psylla* и один вид *Trioza*, на представителях рода *Rhamnus* из рода крушиновых живут три вида из рода *Psylla*, один — из *Trioza* и один — из *Trichohermes* (последний род очень близок к роду *Trioza* и вместе с ним входит в семейство *Triozidae*), на представителях трех родов (*Galium*, *Viburnum*, *Valeriana*) из ряда мареноцветных питаются три вида из рода *Psylla* и *Trioza*, на *Betula*, *Alnus* *Quercus* (букоцветные) — пять видов из рода *Psylla* и один — из *Trioza*.

В большинстве других вариантов указанная выше корреляция более или менее нарушена: среди близкородственных псиллид питающихся на близкородственных растениях, встречаются относительно или значительно далеко стоящие роды. И наоборот, бывает, что близкородственные псиллиды обитают на неблизкородственных растениях. Например, *Trioza brassicae* Vasil. питается на представителях совершенно разных родов *Allium* (лилейные) и *Brassica* (крестоцветные), которые представляют даже разные классы (двудольные и однодольные).

Таким образом, детальный анализ родства псиллид-стенофагов и их кормовых растений показывает, что, несмотря на определенную закономерность, которая обязательно существует между ними, строгой параллельной эволюции между ними все-таки не наблюдается.

Узкая пищевая специализация, как это часто бывает и у других насекомых-стенофагов [7, 8], является причиной реакции псиллид на биохимические изменения в период всего фенологического развития хозяйственных растений. Так, например, особенно жизнедеятельными бывают они весной, когда растущие зеленые органы растения богаты белками и водой. Но когда углекислота и балластические вещества занимают господству-



ющее положение в клетках питающих органов (конец лета, осень), псиллиды становятся значительно инертными, а некоторые виды даже мигрируют на другие растения (одна из сторон существующего на сегодняшний день мнения о миграции псиллид). Во время миграции одни виды псиллид переходят в другие горизонты (например, из кроны деревьев в травянистый покров), другие — в иные консорциумы или даже в иные биоценозы (например, степные виды мигрируют в лес, также мигрируют некоторые субальпийские и альпийские виды, которые часто попадают в верхних поясах леса, особенно на хвойных растениях и т. д.).

Потери ассимиляционной поверхности в период вегетации вследствие повреждения псиллидами нередко восстанавливаются в том же сезоне, но иногда при использовании значительного процента годичной продукции восстановление нормального физиологического состояния деревьев задерживается, а в некоторых случаях этот процесс очень затягивается и такое растение впадает в длительную депрессию на значительное время. Сказанное особенно распространяется на галлообразующих псиллид, которые наносят большой вред таким растениям, как лавр благородный, ясень, скумпия, крушина, фи́с-гашки, осина, кохия стелющаяся, тамариксы, валериана и др. Галлообразующая псилла во время повреждения растений (повреждению подвергаются обычно листья и молодые побеги) вызывает изменения внутреннего и наружного характера. В частности, от интоксикации выделениями фитофага соответствующих органов происходит полное изменение местной физиологической, биохимической, цитологической и гистологической корреляции, вследствие чего нарушаются нормальные внутренние функции поврежденных органов, с одной стороны, а в результате пролиферации губчатой и столбчатой паренхимы мезофилла, от гипертрофии клеток последнего—деформация внешнего, морфологического характера, с другой [9].

Псиллиды по степени вреда, наносимого растениями, подразделяются на три группы: 1) индифферентные виды, 2) потенциально вредные виды, 3) вредные виды.

Виды псиллид, количество популяций которых в биотопах представлено очень незначительно, считаем индифферентными. Следовательно, используемые ими питательные вещества растений невелики и физиологическое состояние растений оказывается ненарушенным. К таковым относятся *Aphalara maculipennis* Low, *Craspedolepta sonchi* Frst., *Cr. nebulosa* Zett., *Psylla simulans* Frst., *P. visci* Curtis em Scott, *P. pulchra* Zett., *P. moscovita* Andr., *P. nigrita* Zett., *P. compar* Log., *P. betulae* L., *P. fusca* Zett., *Trioza scotii* Low., *T. proxima* Flor.

Они даже не причисляются к вредителям, хотя в некоторых условиях вред от них с хозяйственной точки зрения очевиден.

Потенциально вредными считаем виды, которые в течение ряда лет при колебании для них в оптимуме разных биотических и абиотических факторов количественно проявляют большую вредность: *Colposcения* spp., *Psylla foersteri* Flor., *Psylla viburni* Low., *P. hippophaes* Frst., *P. albipes* Flor., *P. brevi antennata* Flor., *P. pruni* Scop., *Trioza remota* Frst., *T. magnisetosa* Log., *T. berbericola* Log.

Вредные виды псиллид встречаются в ареалах своего распространения настолько массовыми популяциями, что, безусловно, являются ведущими компонентами энтокомплекса данных био- или агроценозов. Они и есть опасные вредители сельского и лесного хозяйства: *Euphyllura phylliraea* Frst., *Colposcения aliena* Low, *Colp. araxis* Log., *Calophya rhois* Low., *Psyllopsis* spp., *Psylla crataegi* Schrnk., *P. pyri* L., *Homotoma ficus* L., *Trioza alacris* Flor.

Но здесь же надо добавить, что и в третьем случае вредными видами псиллид не используется даже годичная биологическая продукция кормового растения, не говоря уже о продукции предыдущих лет.

Таким образом, можно констатировать, что наносимый псиллидами вред не вызывает серьезных нарушений взаимосвязи разных компонентов биогеоценоза, т. е. сукцессионных явлений; они вместе с другими членами консорциума являются только организмами, способствующими этому сложному процессу.

Грузинский сельскохозяйственный институт

(Поступило 16.4.1968)

ენთომოლოგია

ს. პაპიშვილი

ფსილიდების (*HOMOPTERA, PSYLLOIDEA*) მიწროდ სპეციალიზებული ფიტოფაუნის კვიბითი რეჟიმის შესწავლისათვის

რეზიუმე

დღესათვის საქართველოს სხვადასხვა ბუნებრივ ზონაში მოპოვებულ 120-მდე სახეობის ფსილას კვებითი სპეციალიზაციის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ისინი მიეკუთვნებიან ფიტოფაუნის მწერთა ჯგუფს და იკვებებიან მხოლოდ ავტოტროფული მცენარეებით. 150-მდე რეგისტრირებულ მკვებავი მცენარედან უმეტესობა დენდროფლორის წარმომადგენელია, უფრო ნაკლები — ბალახოვნებისა.

კვებითი სპეციალიზაციის დიაპაზონის მიხედვით ფსილიდებს ვყოფთ მონოფაგებად, ვიწრო და ფართო ოლიგოფაგებად. როგორც კვლევის შედეგები გვიჩვენებს, მიუხედავად გარკვეული კანონზომიერებისა, ფსილიდებსა და მათ მკვებავ მცენარეებს შორის მკაცრი ფილოგენეტიური პარალელიზმი მაინც არ

დასტურდება — ახლო მონათესავე ფსილიდები ახლო მონათესავე მცენარეებზე არ იკვებებიან.

მცენარეებისადმი მიყენებული ზიანის მიხედვით ფსილიდებს ვყოფთ სამ ჯგუფად: 1) ინდიფერენტული სახეობები, 2) პოტენციურად მავნე სახეობები და 3) მავნე სახეობები.

დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ ფსილიდების მიერ გამოწვეული ზიანი ბიოცენოზის სხვადასხვა კომპონენტის ურთიერთდამოკიდებულების სერიოზულ დარღვევას, ანუ სუკცესიურ მოვლენებს არ იწვევს. ისინი შეიძლება იყვნენ მხოლოდ იმ პროცესის ხელისშემწყობები ბიოცენოზის სხვა კონსორმენტულ წევრებთან ერთად.

დადოებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. М. Гегечкори. Труды НИИ земледелия, т. XIII, 1966.
2. А. М. Гегечкори. Материалы научной конференции сельскохозяйственных вузов республик Закавказья, № 2, 1966.
3. E. Dobreanu, K. Manolache. Edit. Acad. RPR, vol. VIII, Fasc. 1962.
4. М. М. Логинова. Листоблошки *Psylloidea* Крыма и биология массовых видов. Автореферат, Л., 1953.
5. G. Heslop-Harrison. Ann. Mag. Nat. Hist., London (12), № 47, 1951.
5. И. А. Буш. Систематика высших растений. М., 1959.
7. Л. В. Ариольди, И. В. Борисова. Доклады на Совещании по вопросам взаимодействия растений и животных в биоценозе. Моск. филиал Географического о-ва, М., 1962.
8. В. Н. Сукачев, И. В. Дылис. Основы лесной биогеоценологии. М., 1964.
9. Э. И. Слепян. Бот. журн., 47, № 5, 1962.

ЗООЛОГИЯ И ПАРАЗИТОЛОГИЯ

Л. А. ГОМЕЛАУРИ

ТРИ НОВЫХ ВИДА КЛЕЩЕЙ СЕМ. *PHYTOSEIIDAE*
ИЗ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ГРУЗИИ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Л. П. Каландадзе 20.5.1968)

В сборах из южной части Грузии обнаружены три новых вида клещей сем. *Phytoseiidae*. Ниже приводятся их описания.

Amblyseius kurashvili Gomelauri sp. n.

Самка. Дорсальный щит яйцевидный, гладкий, слабо хитинизированный, с более темной каймой вдоль боков. Дорсальных щетинок 17 пар (рис. 1, а); кроме D_1 , AM_1 , AL_3 , PM_1 и PM_2 , все эти щетинки очень мелкие, почти одинаковой длины; AM_1 менее чем в полтора раза длиннее D_1 и вдвое короче AL_3 ; PM_2 вдвое длиннее PM_1 . Приблизительно в срединной части щетинок AL_3 , PM_1 и PM_2 просвечивают точечные полости в виде бусинок, не всегда равномерно расположенных. Дорсальных пор 8 пар.

Стерильный щит гладкий, шире своей длины, с 3 парами щетинок и 2 парами щелевидных органов. Метастерильные щитки с парой щетинок. Генитальный щит гладкий, его задний край более узкий, чем передний край вентрианального щитка, с парой щетинок. Экзоподальный щит с 3 коксальными выступами; эндоподальный щит в виде неправильной дуги у тазика IV.

Перитремы достигают уровня оснований D_1 . Параподальных щитков 2 пары, из коих более крупная округлой формы. Неподвижный палец хелицеры с несколькими зубчиками (рис. 1, е); зубчики на подвижном пальце не обнаруживаются.

Вентрианальный щит со своеобразным контуром (рис. 1, в), наиболее широкий на уровне II пары вентрианальных щетинок, со слабой узорчатой скульптурой; с 3 парами вентрианальных щетинок и парой круглых пор; длина щитка незначительно превышает ширину. VI—4 пары; VI₄ расположены на некотором расстоянии от края вентрианального щитка; они выступают из небольших воронкообразных углублений. Вокруг вентрианального щитка 5 пар мелких склеритов.

Макрохеты на лапке, голени и колене ноги IV сильно развиты (рис. 1, с). Более короткие макрохеты имеются на колене и голени ноги III, на



колоне II и на колоне и лапке ноги I; последний членок, в отличие от других; с 2 макрохетами. Сперматека—на рис. 1, d (на имеющихся экземплярах атриум не удается рассмотреть).

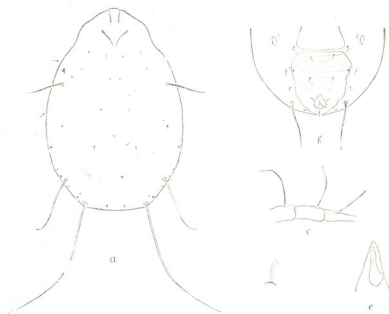


Рис. 1. *Amblyseius kurashvili* sp. n.: а—спинной хетом (щетинки S_1 и S_2 , как и у *Amblyseius levani* sp. n., видны на вентральной стороне и поэтому вынесены на рисунке за пределы спинного щитка), в—вентральная сторона опистосомы, с—макрохеты ноги IV (остальные щетинки ноги IV, как и на последующих рисунках, не показаны), d—сперматека, е—пальцы хелищеры

Размеры (мк): длина тела (от заднего края тела до вершины корникул) — 434, ширина — 282, длина ног I — 420, II — 331, III — 314, IV — 462; длина щетинок: D_1 —26, D_2 —6, D_3 —5, D_4 —6, D_5 —9, D_6 —6, AM_1 —43, AM_2 —6, AL_1 —6, AL_2 —6, AL_3 —86, ML —9, PL_1 —11, PL_2 —9, PL_3 —9, PM_1 —150, PM_2 —301.

Самец не обнаружен.

Дифференциальный диагноз: наибольшее сходство у *Amblyseius kurashvili* проявляется с *A. (A.) kaguya* Fhara [1], от которого он отличается соотношением длины некоторых дорсальных щетинок, отсутствием опушения на PM_2 , формой сперматеки и пор на вентрианальном щитке, наличием макрохет на лапке I, количеством склеритов вокруг вентрианального щитка и другими признаками.

Вид описывается по двум самкам, найденным в наземном мху в июле 1966 г. (с. Манглиси, сосновый лес).

Голотип и паратип — препарат № 1255 — хранятся в отделе беспозвоночных животных института зоологии АН ГССР.

Amblyseius levani Gomelauri sp. n.

Самка. Дорсальный щит овальный, с небольшой выемкой в срединной части, гладкий, без скульптуры; дорсальных щетинок 16 пар (рис. 2,а); AL_1 незначительно длиннее AL_2 и вдвое короче D_1 ; PM_1 короче и длиннее AL_3 ; AL_3 вдвое длиннее AM_1 ; остальные дорсальные щетинки мелкие, почти одинаковые; PM_2 с мелкими зубчиками в дистальной части. Дорсальных пор 5 пар.

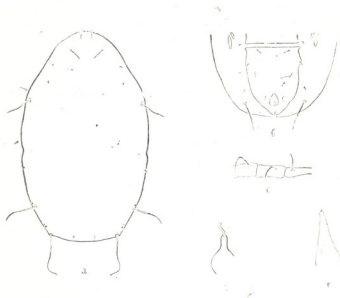


Рис. 2. *Amblyseius levani* sp. n.: а—спинной щитом, в—вентральная сторона опистосомы, с—макрохеты ноги IV, d—сперматека, е—пальцы хелицеры

Стернальный щит гладкий, шире своей длины, с 3 парами щетинок и 2 парами щелевидных органов. Метастернальные щитки с парой щетинок. Генитальный щит гладкий, его задний край почти такой же ширины, как передний край вентриального щитка, с парой щетинок. Экзоподальный щит с 3 коксальными выступами, эндоподальный щит в виде неправильной дуги у тазика IV.

Перитремы достигают уровня оснований D_1 . Параподальных щитков 2 пары, из коих одна более крупная, сильно удлинненная. Неподвижный палец хелицеры с несколькими зубчиками (рис. 2,е); зубчики на подвижном пальце не обнаруживаются.

Вентрианальный щит со своеобразными маленькими выступами на углах переднего края (рис. 2, в), неглубоко выемчатыми боковыми краями, постепенно переходящими в задний конец; с несколькими слабо выраженными поперечными линиями и с парой круглых пор; длина щитка превышает ширину VI—4 пары; VI₄ расположены на некотором расстоянии от заднего края вентрианального щитка; они выступают из неглубоких воронковидных углублений. Вокруг вентрианального щитка 5 пар мелких склеритов.

Макрохеты на колене, голени и лапке ноги IV развиты хорошо (рис. 2, с); колено III с одной менее развитой макрохетой. Сперматека—на рис. 2, d (атриум не удается рассмотреть).

Размеры (мк): длина тела — 483, ширина — 244; длина ног I — 430, II — 325, III — 315, IV — 441; длина щетинок: D₁—23, D₂—6, D₃—6, D₄—6, D₅—6, D₆—9, AM₁—30, AM₂—6, AL₁—13, AL₂—11, AL₃—60, ML—10, PL₁—9, PL₂—9, PL₃—9, PM₁—77, PM₂—99.

Самец не обнаружен.

Дифференциальный диагноз: наибольшее сходство у *Amblyseius levani* проявляется с *Typhlodromus (A.) putmani* Chant [2], от которого он отличается относительной длиной AL₁ и AL₂, присутствием пор на вентрианальном щитке, соотношением ширины генитального и вентрианального щитков, формой параподальных щитков, присутствием зубчиков на PM₂ и другими признаками.

Вид описывается по одной самке, найденной в подстилке фруктового сада (под кизилом) в июне 1966 г. (Аспиндза).

Препарат № 1372 хранится в отделе беспозвоночных животных Института зоологии АН ГССР.

Amblyseius wainsteini Gomelauri sp. n.

Самка. Дорсальный щит овальный, незначительно суженный по бокам срединной части, гладкий, без скульптуры; дорсальных щетинок 17 пар (рис. 3, а); AL₂ менее чем вдвое длиннее AL₁; PL₁ в 3 раза длиннее ML; PM₂ не более чем вдвое длиннее PM₁; на обеих парах этих щетинок имеются мелкие зубчики; AL₁ достигают уровня оснований AL₂.

Стернальный щит гладкий, шире своей длины, с 3 парами щетинок и 2 парами щелевидных органов. Метастернальные щитки с парой щетинок. Генитальный щит гладкий, его задний край незначительно уже переднего края вентрианального щитка, с парой щетинок. Экзоподальный щит с 3 коксальными выступами; эндоподальный щит в виде неправильной дуги у тазика IV.

Перитремы немного не достигают уровня оснований D₁. Параподальных щитков 2 пары, из коих одна в виде очень узкой полоски. Неподвижный палец хелицеры с несколькими зубчиками (до 7); подвижный палец с 2 очень маленькими зубчиками (рис. 3, е).

Вентрианальный щит пятиугольный, удлинённый, с выемчатыми и суженными боками; с 3 парами преанальных щетинок и парой щелевидных пор, вытянутых поперечно (рис. 3,в). VI — 4 пары; VI₄ значительно отходят основаниями от края вентрианального щитка, без воронковидных углублений; вокруг щитка 4 пары мелких склеритов.

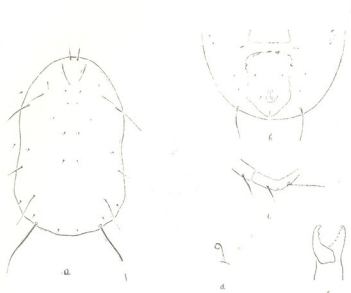


Рис. 3. *Amblyseius wainsteini* sp. n.: а—спинной хетом, в—вентральная сторона опистhosомы, с—макрохеты ноги IV, d—сперматека, е—пальцы хелицеры

Макрохеты на лапке, голени и колене ноги IV развиты хорошо (рис. 3,с); на коленах II и III макрохеты выражены слабо; ноги I без макрохет. Сперматека — на рис. 3,d.

Размеры (мк): длина тела — 515, ширина — 271; длина ног I — 374, II — 314, III — 318, IV — 426; длина щетинок: D₁ — 28, D₂ — 9, D₃ — 6, D₄ — 9, D₅ — 11, D₆ — 6, AM₁ — 54, AM₂ — 6, AL₁ — 24, AL₂ — 34, AL₃ — 75, ML — 11, PL₁ — 34, PL₂ — 13, PL₃ — 11, PM₁ — 65, PM₂ — 125.

Самец не обнаружен.

Дифференциальный диагноз: наибольшее сходство у *Amblyseius wainsteini* проявляется с *Typhlodromus (A.) similis* (Koch) [2], от которого он отличается относительно длиной AL₁, AL₂, PM₁, PM₂ и PL₁, наличием 2 пар параподальных щитков и зубчиков на PM₁ и PM₂ и другими признаками.

Вид описывается по 7 самкам, собранным на лещине (*Corylus*) в июле 1956 г. (с. Манглиси).

Голотип и паратипы — препарат № 1072 — хранятся в отделе беспозвоночных животных Института зоологии АН ГССР.

Академия наук Грузинской ССР

Институт зоологии

(Поступило 11.6.1968)

ჟოლოგია და პარაზიტოლოგია

ლ. გომელაური

ოჯახ *PHYTOSEIIDAE*-ს ტკიპების სამი ახალი სახეობა
სამხრეთ საქართველოდან

რ ე ზ ი უ მ ე

ჩვენ მასალებში, რომლებიც შეგროვილია სამხრეთ საქართველოში, აღმოჩნდა ტკიპების 3 ახალი სახეობა ოჯ. *Phytoseiidae*-დან: *Amblyseius kurashvili*, *Amblyseius levani* და *Amblyseius wainsteini*.

დამოწმიებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Sh. Ehara. *Mushi*, vol. 39, Pars 2, 1966.
2. D. A. Chant. *The Canadian Entomologist*, suppl. 12, vol. XCI, 1959.



АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА

Л. А. КУШАШВИЛИ

СТРУКТУРНЫЕ И ГИСТОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЖЕЛЕЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ РАХИТЕ

(Представлено членом-корреспондентом Академии И. К. Пагава 4.5.1968)

Изучению рахита, как Д-авитаминозного заболевания раннего детского возраста, посвящено немало работ.

Исследованиями целого ряда авторов установлено, что при рахите у детей наблюдаются изменения со стороны желез внутренней секреции.

О гиперфункции паращитовидных желез при спонтанном рахите впервые высказал предположение Эрдгейм, обнаружив увеличение их у экспериментальных животных. Несколько позже Риттер [1] выявил такое же увеличение и у детей, больных рахитом.

В 1938 г. наблюдения, проведенные П. А. Ханном [2], показали, что при экспериментальном рахите у крыс изменения паращитовидных желез обуславливаются не рахитом как таковым, а количеством кальция в пище.

В дальнейшем было установлено, что в регуляции обмена кальция, кроме витамина Д и околощитовидных желез, участвуют щитовидная, зубная железа, передняя доля гипофиза и другие железы внутренней секреции. В патогенезе рахита определенное значение имеет нарушение гормональной функции надпочечных желез. Доказано благоприятное влияние кортизона на процесс обызвествления в метафизах костей при введении его крысам, находившимся на рахитогенной диете [3].

На фоне большого количества работ, посвященных проблеме рахита, изучение патоморфологических изменений гипофиза и коры надпочечных желез при экспериментальном рахите занимает весьма скромное место, поэтому мы решили провести морфологические и некоторые гистохимические исследования этих желез. Объектом для наших исследований служили аденогипофиз и кора надпочечников, взятые у белых крыс в зависимости от наличия рахита и степени тяжести его. Каждое животное находилось в отдельной клетке, в затемненном помещении и содержалось на рахитогенной диете, предложенной Лапиной, следующего состава: 1) белая пшеничная мука — 900 г, 2) дрожжи очищенные — 50 г, 3) поваренная соль — 20 г и 4) мел — 30 г. Приготавлилась

лешка на проточной воде, которую животные получали в неограниченном количестве. Пить давали воду из крана.

Рахит вызывался у крыс в возрасте от 4 до 5 недель, весом от 40 до 50 г. Длительность опыта 15 дней. Животные были разбиты на серии — три группы в зависимости от степени рахита. Контрольными животными были белые крысы того же помета, находившиеся на обычном питании — зерно, хлеб, молоко, овощи и т. д.

Степень тяжести рахита определяли рентгенографически на основании оценки состояния трубчатых костей.

Животные забивались путем декапитации, производилось патанатомическое вскрытие.

При наружном осмотре волосистый покров у контрольных крыс хорошо выражен. Очагов облысения не наблюдалось. Грудная клетка и конечности без изменений. Кости скелета твердые, изменений со стороны внутренних органов не отмечалось. При I степени рахита наблюдалось незначительное выпадение шерсти, грудная клетка слегка выпирает вперед, скелет и внутренние органы без изменений.

У крыс II и III степени рахита волосистый покров редкий, местами отмечались очаги облысения. Грудная клетка выступает вперед, сдавлена с боков, на ребрах — четки. У большинства искривление конечностей. Со стороны внутренних органов макроскопических изменений не отмечалось.

Аденогипофиз и надпочечные железы, взятые для микроморфологического и гистохимического исследований, фиксировались в жидкости Карнуа, сулема-формалине (1:9), 15% растворе формалина. Кусочки, фиксированные в жидкости Карнуа и сулема-формалине, заливались в парафин и резались на ротационном микротоме. Серийные срезы толщиной 5—6 м, приготовленные из парафиновых блоков, красились гематоксилин-эозином, пикрофуксином, азановым методом по Маллори. Глюкопротеиды выявляли методом Мак-Мануса — Хоткисса. С целью обнаружения рибонуклеосиротеидов (РНП) применялась окраска азури-II-эозином (при pH 6,8) и предложенный А. Л. Шабашем метод выявления РНП отдельных органоидов клетки при различных значениях pH среды окрашивания (использованы буферные растворы бифталата калия, окраска произведена с pH 2,8 по pH 5,6). Для выявления дезоксирибонуклеопропротеидов (ДНП) пользовались реакцией Фельгена. Кусочки надпочечных желез, фиксированные в 15% растворе формалина, заключались в целлоидин, а срезы из целлоидиновых блоков окрашивались гематоксилин-эозином, а также пикрофуксином. Часть материала резалась на замораживающем микротоме и красилась суданом черным для выявления суданофильных липидов. Кроме того, производили подсчет отдельных клеток аденогипофиза и измеряли толщину зон

надпочечников с помощью окуляр- и объективмикроскопов в десяти полях зрения, выводились средние показатели.

Проведенными микроморфологическими исследованиями установлено, что во всех группах эксперимента аденогипофиз белых крыс состоял из главных, эозинофильных и базофильных клеток. В первой группе эксперимента (I степень рахита) отмечалось полнокровие железы. Во второй и третьей группах наблюдалось увеличение количества эозинофильных клеток, причем больше выраженное при II степени рахита.

Результаты гистохимических исследований показали, что при II и III степени рахита в клеточных элементах аденогипофиза происходит изменение количества РНП и смещение изоэлектрической точки (ИЭТ) их выявления в митохондриях, ядрышке и цитоплазме в кислую сторону.

ДНП в ядрах всех клеточных элементов аденогипофиза обнаруживались в виде небольшой величины зерен светло-вишневого цвета, распределенных более или менее равномерно в карноплазме. При всех степенях рахита содержание ДНП не подвергалось изменениям, выявляемым примененным нами методом гистохимического исследования.

Глюкопротеиды в базофильных клетках аденогипофиза обнаруживались в виде зерен, окрашенных в малиновый цвет. Реакция на глюкопротеиды в некоторых базофильных клетках крыс при II и III степенях рахита усилена.

Таким образом, проведенными исследованиями выясняется, что увеличение числа эозинофилов, гиперемия железы, увеличение количества РНП со сдвигом ИЭТ их выявления в кислую сторону, некоторое усиление реакции на глюкопротеиды в базофилах, вероятно, указывают на усиление способности выделения гормонов.

Функциональное значение базофильных клеток в продукции фолликулостимулирующего, лютеинизирующего и тиреотропного гормонов можно считать более или менее установленным. Образование соматотропного и лютеотропного гормонов связывают с деятельностью эозинофильных клеток.

Как известно из литературных данных [4], гормон роста, т. е. соматотропный гормон, вырабатываемый эозинофильными клетками, способствует увеличению фосфатемии и кальциурии. Мы считаем, что увеличение числа эозинофильных клеток, наряду с отклонением ИЭТ выявления РНП в кислую сторону (что, как известно, говорит об изменении физико-химических свойств РНП, именно об освобождении в большом количестве свободных фосфорнокислых групп, указывающих на некоторую активность обмена веществ), и незначительное усиление PAS-реакции в базофилах наводят на мысль, что при рахите адено-

гипофиз, характеризующийся отмеченной микроморфологической картиной, вероятно, функционирует усиленное, чем обычно.

Усиление PAS-реакции в базофилах, возможно, находится в определенной зависимости от увеличения числа эозинофильных клеток, так как известно [5], что эозинофилы оказывают стимулирующее влияние на гормонообразовательную функцию базофильных клеток и наоборот. Этим, возможно, подтверждается функциональная взаимозависимость этих двух видов клеток.

Микроморфологическое изучение коры надпочечников показало, что она состоит из клубочковой, пучковой и сетчатой зон. При всех степенях рахита отмечались уменьшение толщины коры в целом и ее отдельных слоев, дистрофические изменения в некоторых клетках и уменьшение количества суданофильных липидов во всех зонах коры, особенно в клубочковой.

Гистохимическое исследование коры надпочечников показало, что, наряду со структурными изменениями, в клеточных элементах надпочечников происходит уменьшение количества РНП, что выявляется ослаблением цитоплазматической базофилии и смещением ИЭТ их выявления в щелочную сторону. Вышеотмеченный факт указывает на усиление связей РНП комплекса и свидетельствует о снижении химической или метаболической реактивности цитоплазмы.

ДНП в ядрах всех клеток надпочечников обнаруживались в виде небольшой величины зерен светло-вишневого цвета, распределенных более или менее равномерно в кариоплазме. Количество ДНП было меньше в клеточных элементах пучковой зоны.

Принимая наличие суданофильных липидов за эквивалентное выражение их гормонообразующей функции, считаем, что не лишено основания судить о состоянии названной функции на основе количества суданофильных липидов в клеточных элементах отдельных зон коры надпочечников. Подходя к вопросу под таким углом зрения, мы допускаем, что обнаруженные количественные изменения липидов можно считать изменениями количества продуцированных и выделенных этими клетками гормонов. В нашем случае, поскольку в коре надпочечников подопытных животных мы обнаружили явления истончения, уменьшение толщины зон, дистрофические изменения в клетках, уменьшение липидов и т. д., то более чем вероятно, что в условиях рахита надпочечники, характеризующиеся описанной нами структурой, не способны усиливать ни гормонообразования ни гормоновыделения.

Если вложить функциональный смысл в выявленные нами структурные изменения, то можно констатировать, что при рахитическом процессе изменяется функциональное состояние аденогипофиза и коры надпочечников и это явление прогрессирует со степенью рахита.

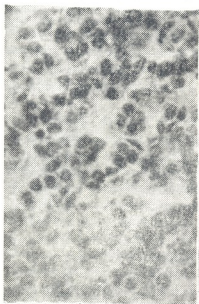


Рис. 1. Аденогипофиз у крысы при II степени диабета. Отмечается увеличение количества эозинофильных клеток. (Окрашено гачном по Маллори. Ск. 10, об. 40)



Рис. 2. Гликопротеиды в базофильных клетках аденогипофиза. (Окрашено методом Мак-Мануса—Хотчинса. Ок. 10, об. 90)

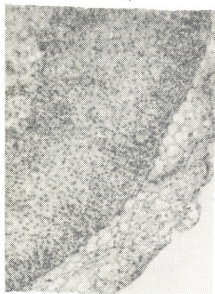


Рис. 3. Исчезновение отдельных зон коры надпочечников при диабете II степени. (Окрашено гематоксилин-эозином. Ок. 10, об. 40)

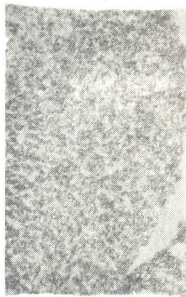


Рис. 4. Суданофильные липиды в клетках коры надпочечников. (Окрашено суданом черным. Ок. 10, об. 40)

Выводы

1. При экспериментальном рахите в аденогипофизе белых крыс наблюдаются увеличение количества эозинофильных клеток, гиперемия, увеличение количества РНП со сдвигом ИЭТ их выявления в кислую сторону, некоторое усиление реакции на глюкопротеиды в базофильных клетках.

2. В коре надпочечных желез отмечаются явления истощения, дистрофические изменения в клетках, уменьшение количества суданофильных липидов, уменьшение РНП и др.

3. На основании морфологических исследований можно полагать, что при экспериментальном рахите изменяется функция аденогипофиза и коры надпочечных желез.

Институт педиатрии
Тбилиси

(Поступило 7.5.1968)

აღმავანის ანატომია

ლ. კუშაშვილი

ზოგირბერთი ზინდასაკრავციოული ჯირკვლის სტრუქტურული და
ჰისტოქიმიური ცვლილებები ექსპერიმენტული რაქიტის დროს

რეზიუმე

ჩვენ მიზანს შეადგენდა ადენოჰიპოფიზისა და თირკმელზედა ჯირკვლის ქერქის სტრუქტურის მდგომარეობის შესწავლა ექსპერიმენტულ რაქიტის დროს.

ნატარებული გამოკვლევებით დადგენილ იქნა, რომ რაქიტის სხვადასხვა სტადიებთან დაკავშირებით ადენოჰიპოფიზში აღინიშნება ეოზინოფილების რაოდენობის მომატება, ჯირკვლის ჰიპერემია, რნპ-ს რაოდენობის მომატება და მათი გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის ძვრა მყავე არესაკენ, გლუკოპროტეიდების რეაქციის გაძლიერება ზოგიერთ ბაზოფილურ უჯრედში. თირკმელზედა ჯირკვალში აღვილი ჰქონდა შრეების განლევას, დისტროფიულ ცვლილებებს უჯრედებში, რნპ-ის რაოდენობის შემცირებას და სუდანოფილური ლიპიდების შემცირებას.

დასოფიბაული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. М. Риттер. Frankfurt Z. Path., 24, 1920, 137—116.
2. Г. А. Хаин. Педиатрия, № 7, 1938, 8.
3. Н. Н. Ханслер. Ztschr. ges. exper. Med., 128, 1, 1956.
4. Г. А. Фанкони. Advanc. Pediatr., 12, 1962, 307.
5. Б. В. Алешии. В кн.: «Современные вопросы эндокринологии», М., 1960.

ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ

Л. К. ШАРАШИДZE, Н. В. ГОГЕБАШВИЛИ

**ВЛИЯНИЕ 6-МЕРКАПТОПУРИНА НА ПАТОМОРФОЛОГИЮ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТУБЕРКУЛЕЗА**

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 1.4. 1958)

Процесс формирования ответной реакции макроорганизма на внедрение антигенов микобактерин туберкулеза характеризуется гиперплазией лимфоидной ткани с последующим включением в этот процесс различных клеточных элементов (ретикулярные, плазматические, эпителиоидные клетки, макрофаги, гигантские клетки и др.) ретикуло-эндотелиальной системы [1, 2]. Однако до настоящего времени не установлен удельный вес указанных клеточных элементов в выработке иммунитета при туберкулезе.

С этой точки зрения значительный интерес представляет выяснение роли лимфоидной ткани в реакциях иммунитета при туберкулезе. Одним из перспективных направлений в изучении этого вопроса является применение средств, избирательно подавляющих активность лимфоидной ткани. С этой целью нами был применен 6-меркаптопурин, который является антиметаболитом, тормозит синтез нуклеиновых кислот и вызывает редукцию лимфоидной ткани [3, 4].

Опыты были поставлены на 30 Манту-отрицательных морских свинках весом 250 ± 50 г. Животных заражали подкожно 3-недельной культурой микобактерии туберкулеза $H_{37}R_6$ в дозе 1:10 000. За 12 дней до заражения и впервые 12 дней от момента заражения животным давали ежедневно (через рот) 6-меркаптопурин в дозе 20 мг/кг. С 13-го по 20-й день морские свинки не получали 6-меркаптопурина. С четвертой недели до конца наблюдений животным давали вновь 6-меркаптопурин ежедневно в указанной дозе. Применение 6-меркаптопурина проводили при тщательном гематологическом контроле; следует отметить, что применение 6-меркаптопурина по вышеописанной схеме не вызывало заметного нарушения кроветворения.

Для изучения макро-микроморфологических изменений экспериментального туберкулеза в условиях подавления функциональной активности лимфоидной ткани под влиянием длительного применения 6-меркаптопурина животных забивали (по 6 морских свинок) через 3,7,14 дней, 1 и 2 месяца от момента заражения. Сразу же после за-



боя из внутренних органов (легкое, печень, почка, селезенка, региональные лимфоузлы) брали материал, фиксировали в 10% нейтральном формалине, проводили в спиртах возрастающей концентрации и заключали в целлоидин. Срезы толщиной 4—6 μ окрашивали гематоксилин-эозином и пикрофуксином.

Микрорепродуктивное исследование показало, что на 3—7-й день от момента заражения в легких на первом плане выступает увеличение количества гистиоцитов, которые местами, преимущественно вокруг мелких сосудов, образуют небольшие гранулемоподобные очаги. В таких очагах среди гистиоцитов и эпителиоидных элементов встречаются единичные плазматические клетки и небольшое количество лимфоидных клеток. Альвеолярные перегородки утолщены за счет размножения септальных клеток и гистиоцитов (рис. 1,1). Характерны отсутствие лейкоцитарной реакции, почти полное отсутствие плазматических клеток, малое количество лимфоидных клеток и большое количество гистиоцитов.

В печени к этому периоду особых изменений не наблюдали.

В селезенке отмечаются уменьшение количества лимфоидных элементов, увеличение количества гистиоцитов ретикулярных и эндотелиальных клеток (рис. 1,2).

В региональных лимфатических узлах также отмечаются уменьшение количества лимфоидных элементов, особенно зрелых (малых лимфоцитов), расширение центров размножения в фолликулах, увеличение количества гистиоцитов, ретикуло-эндотелиальных элементов (рис. 1,3).

К 14-му дню от момента заражения в легких сформированы единичные мiliary бугорки, состоящие в основном из эпителиоидных клеток и небольшого количества лимфоидных элементов (рис. 1,4). В некоторых бугорках отмечается образование гигантских клеток. Межалвеолярные перегородки утолщены за счет размножения септальных клеток и гистиоцитов. В печени вокруг сосудов отмечается размножение ретикулярных клеток.

В селезенке и лимфатическом узле лимфоидная ткань уменьшена, увеличено количество ретикулярных, эндотелиальных клеток и гистиоцитов (рис. II, 1, 2) среди которых встречается очень малое количество плазматических клеток.

Через месяц от момента заражения в легких наблюдается образование довольно обширных гранулем состоящих преимущественно из эпителиоидных клеток и гистиоцитов (рис. II, 3) попадается небольшое количество лимфоидных клеток и их скопления. В гранулемах отмечается образование не вполне оформленных атипичных гигантских клеток.

В печени к этому периоду отмечаются полнокровие, образование периваскулярных муфт и ретикулярных и лимфоидных клеток, места-

ми наличие гранулем, состоящих преимущественно из эпителиоидных клеток (рис. 11, 4) с образованием атипичных гигантских клеток.

В селезенке и в региональных лимфоузлах—увеличение количества ретикулярных клеток и гистиоцитов; образование эпителиоидно-клеточных гранулем (рис. 1,5).

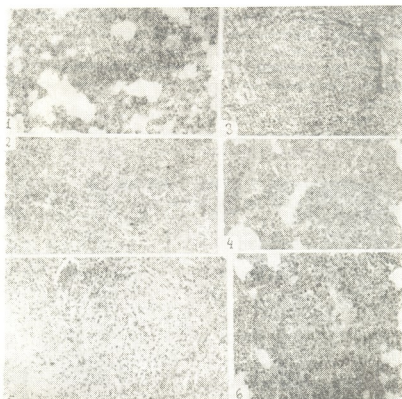


Рис. 1. 1—Размножение гистиоцитов и эпителиоидных элементов в легком с незначительной лимфоидно-клеточной инфильтрацией вокруг сосудов; 2—уменьшение лимфоидных элементов, гиперплазия ретикуло-эндотелиальных клеток и гистиоцитов в селезенке; 3—уменьшение лимфоидных элементов и расширение центров размножения в фолликулах лимфоузла; 4—специфическая гранулема в легком, состоящая преимущественно из эпителиоидных клеток с незначительным количеством лимфоидно-клеточных элементов; 5—эпителиоидно-клеточный бугорок в селезенке; 6—фиброз специфической гранулемы в легком (гематоксилин-эозин, 7×10)

Через 2 месяца от момента заражения микроморфологические изменения внутренних органов носят аналогичный (к месячному сроку) характер. В отличие от предыдущих наблюдений, в специфических гранулемах обнаруживаются процессы фиброзного превращения специфических бугорков. В толще гранулемы, наряду с эпителиоидными

клетками, имеется большое количество удлинненных клеток типа фибробластов и фиброцитов. Отмечается образование волокнистых структур, окрашивающихся пикрофуксинном в красный цвет; новообразованные коллагеновые волокна распределены почти равномерно по всей гранулеме (рис. 1,6). Характерны отсутствие некроза и наличие процессов организации за счет специфических элементов.

Макро-микроскопическое изучение внутренних органов показало резкое различие морфологической реакции макроорганизма в ответ на туберкулезную инфекцию при применении 6-меркаптопурина, различие становится заметным с 3-го дня инфицирования. На 3—7-й день у животных, получавших меркаптопурин, в микропатоморфологических изменениях на первый план выступают явления гистоцитарно-макрофагальной реакции с резким подавлением процессов лимфоидной инфильтрации. Эти явления хорошо выражены не только в легких, но и в селезенке и в региональных лимфоузлах. В легких, как было указано

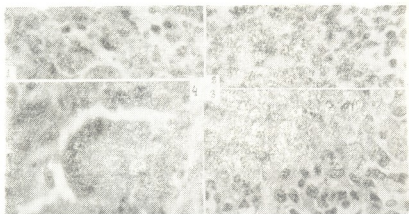


Рис. 2. 1—Резкое уменьшение лимфоидных элементов и гиперплазия ретикуло-эндотелиальных клеток в селезенке; 2—гиперплазия ретикулярных клеток с небольшим количеством лимфоидных элементов в лимфоузле; 3—специфическая грануляционная ткань из эпителиоидных клеток в легких; 4—эпителиоидно-клеточная гранулема с гигантской клеткой в печени (гематоксилин-эозин, 10×40)

выше, наряду с пролиферацией гистоцитов, вокруг сосудов появляются очень небольшое количество лимфоидных элементов и лишь единичные плазматические клетки, а в селезенке и в региональных лимфоузлах, наряду с размножением гистоцитов ретикулярных и эндотелиальных клеток, резко уменьшается количество зрелых лимфоидных клеток, а также плазматических клеток с гиперплазией центров размножения. Наряду с этим, характерно почти полное отсутствие лейкоцитарной инфильтрации в органах.

Своеобразное преобладание в специфическом процессе гистоцитарной реакции с подавлением лимфоидной реакции сохраняется и при следующих сроках наблюдения. Спустя 2 недели после инфицирования в легких встречаются, правда, единичные, но вполне сформированные, миллиарные бугорки из эпителиоидных клеток с примесью очень незначительного количества клеточных элементов лимфоидного и плазматического ряда. В селезенке и в региональных лимфоузлах наблюдается образование единичных бугорков аналогичного строения на фоне гипоплазии лимфоидной ткани и гиперплазии ретикулярных и эндотелиальных клеток и гистоцитов. В других паренхиматозных органах при отсутствии специфических изменений также отмечаются явления гиперплазии клеток ретикуло-эндотелиальной системы и гистоцитов.

К одному месяцу в легких, селезенке и в региональных лимфоузлах обнаруживается малое количество эпителиоидно-клеточных бугорков. Как и в предыдущих сроках, тут бросаются в глаза отсутствие характерной для туберкулезной инфекции этого срока лимфоидно-клеточной и плазмоцитарной реакции [1, 2], а также отсутствие очагов некроза в бугорках.

К 2 месяцам во внутренних органах подопытных животных также обнаруживается небольшое количество эпителиоидно-клеточных бугорков. Помимо вышеуказанных особенностей в виде отсутствия лимфоидно-клеточной и плазмоцитарной реакции, а также некротического компонента, для этого периода характерно наличие процессов фиброза в бугорках за счет превращения эпителиоидных клеток в фибробласты и фиброциты, которые начинают вырабатывать коллагеновые волокна. Такое своеобразное течение экспериментального туберкулеза следует объяснить ингибирующим действием 6-меркаптопурина на иммуногенез. При туберкулезной инфекции отмечаются интенсивное размножение, дифференцировка и ускорение синтеза РНК в иммунокомпетентных клетках [1, 2]. Однако применение антиметаболитов нарушает синтез новой РНК или искажает заложенную в ней информацию [4—6], что приводит к поражению преимущественно лимфоидной ткани, обладающей способностью к широким фенотипичным трансформациям [7, 8].

Подавление функциональной активности лимфоидной ткани как органа иммунитета [9, 10] оказывает существенное влияние на течение экспериментального туберкулеза. Реакция макроорганизма в ее морфологическом отображении отличается преобладанием пролиферативных процессов с гиперплазией гистоцитов и ретикуло-эндотелиальных клеток со сведением до минимума участия в специфическом воспалении элементов лимфоидно-плазматического ряда. Весьма интересно, что такой характер воспалительной реакции при этом сохраняется до конца

течения экспериментального туберкулеза и значительно влияет на исход специфического воспаления. Является совершенно характерным полное отсутствие некротического компонента в специфических очагах. Более того к 2 месяцам в бугорках четко выражены явления их фиброзного превращения за счет самих клеточных элементов бугорка, тогда как в обычных условиях к 1—2 месяцам после заражения в специфических бугорках имеются обширные участки казеозного некроза [1, 2].

Т. о., использование антимаболита — 6-меркаптопурина позволило получить чрезвычайно интересные данные о значении лимфоидных структур в морфологическом проявлении экспериментального туберкулеза, что совершенно по новому ставит роль лимфоидной ткани при туберкулезе.

Институт туберкулеза Минздрава
 Грузинской ССР

(Поступило 3.4.1968)

ბიოლოგიური მეცნიერებათა
 აკადემიის ანატომია

ლ. შარაშიძე, ნ. გოგობაშვილი

6-მერკაპტოპურინის გავლენა ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის მიმდინარეობაზე

რეზიუმე

ანტიმეტაბოლიტი 6-მერკაპტოპურინი აქვეითებს ლიმფოიდური ქსოვილის ფუნქციონალურ აქტივობას და არსებით გავლენას ახდენს ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის მიმდინარეობაზე. მაკროორგანიზმის მიკრომორფოლოგიური რეაქციისათვის დამახასიათებელია ჭარბი პროლიფერაციული პროცესები რეტაკულურ-ენდოთელური უჯრედების ჰიპერპლაზიით. სპეციფიკურ ანთებად პროცესში მონაწილე ლიმფოიდურ-პლაზმური რიგის უჯრედების მინიმუმამდე შემცირება და სპეციფიკურ ანთებად კერებში ნეკროზების არ არსებობა. 2 თვისათვის კერებში მკვეთრად არის გამოხატული მათი ფიბროზული გარდაქმნის მოვლენები მათი უჯრედოვანი ელემენტების ხარჯზე. მაშინ, როდისაც ჩვეულებრივ პირობებში 1—2 თვის შემდეგ სპეციფიკურ კერებში ადგილი აქვს ფართო ნეკროზული კერების განვითარებას.

დავოყვანალი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Пузык. Проблемы иммуноморфологии туберкулеза. М., 1966.
2. М. М. Авербах, Н. В. Гогобашвили, Р. Ю. Романова. Авторефераты докладов XIX научной сессии института ЦНИИТуберкулеза МЗ СССР, М., 1966, 101.
3. В. А. Лященко. Вестник АМН СССР, 72, 1965, 7.
4. J. A. Andre, R. S. Schwarz, W. J. Mittus, W. Dameshek. Blood, 334, 19, 1962.
5. E. H. Creaser. Nature, 899, 175, 1955.
6. А. В. Румянцев. Культура ткани вне организма и ее значение в биологии. М., 1932.
7. G. Nossal, O. Makela. J. Exp. Med. 115, 1, 1962.
9. Taliaferro, Taliaferro. J. Immunol., 181, 2, 66, 1951.
10. А. Я. Фриденштейн. В кн.: «Актуальные вопросы иммунологии», М., 1964, 97.



ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ

Н. Д. БАКРАДЗЕ, К. Н. ПАТАРАЯ

ГИСТОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ АКТИВНОСТИ КИСЛОЙ И
 ЩЕЛОЧНОЙ ФОСФАТАЗ В СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЕ ПРИ РАННИХ
 СРОКАХ ИШЕМИИ МИОКАРДА

(Представлено академиком И. Я. Татишвили 14.1968)

В настоящее время комплексом гистоэнзиматических методов установлены основные закономерности и динамика изменения активности многих ферментов при ишемии миокарда.

Однако все эти исследования в основном касаются изучения активности окислительно-восстановительных ферментов [1, 2] и в литературе имеется очень мало данных о состоянии активности таких важных ферментных систем, какими являются фосфатазы, в том числе кислая и щелочная фосфатазы. Фосфатазы катализируют многие биохимические реакции, в результате чего образуется достаточное количество неорганического фосфата, необходимого для обеспечения самых различных процессов обмена веществ.

Целью настоящего исследования являлось гистохимическое изучение активности кислой и щелочной фосфатаз в сердечной мышце при ранних сроках ишемии миокарда. Опыты проведены на 29 собаках, 5 из которых служили контролем. Ишемия миокарда у них вызывалась полным сужением передней нисходящей ветви левой венечной артерии с помощью микроустройства, предложенного Д. Д. Твалдiani. Степень выраженности коронарной недостаточности и инфаркта миокарда определялась ЭКГ. Животные забивались в различные сроки после сужения венечной артерии на 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60-й минутах эксперимента. Контролем служили практически здоровые животные.

Материал для исследования брался с ишемической зоны и с различных неишемических отделов сердца, в том числе из передней и задней стенок левого желудочка, межжелудочковой перегородки, правого желудочка и обоих предсердий. Для гистохимического изучения активности кислой и щелочной фосфатаз был использован метод Гомори, определяющий наличие активности ферментов по образованию в зонах их локализации солей кобальта или свинца. Кроме того, были применены методы общеморфологического исследования (окраски гематок-

силином и эозином, пикрофуксином по Ван-Гизону, по Селье, суданом III).

Данные наших исследований показывают, что у контрольных животных активность кислой фосфатазы выявляется в ядрах миокардиальных клеток и клеток стромы, стенок сосудов и др. в виде мелких зерен коричневого цвета, неравномерно распределенных в кардиоплазме. Определенная активность кислой фосфатазы присуща и саркоплазме мышечных волокон. Она проявляется фоновым окрашиванием последней в гомогенный коричневый цвет, местами повторяющий поперечнополосатую исчерченность сердечной мышцы. Активность щелочной фосфатазы в сердечной мышце проявляется в стенках капилляров. Ферментативная активность определяется окрашиванием капилляров в гомогенный черный цвет. Капилляры имеют форму прямых или древовидно разветвленных преимущественно одинакового диаметра трубок, распределение и ориентация которых в продольных срезах параллельны мышечным волокнам. Кровеносные сосуды, эндокard, интерстициальная ткань и другие структурные элементы сердечной мышцы активностью щелочной фосфатазы не обладают.

Таким образом, в сердце здоровых собак кислая фосфатаза выявляется во внутриклеточных структурных компонентах — в ядрах и саркоплазме, а щелочная фосфатаза — во внеклеточных образованиях сердечной мышцы — капиллярах. Такая структурная разновидность локализации фосфатаз должна определять и их различную функциональную значимость в метаболизме миокардиальных клеток и миокарда в целом.

После сужения нисходящей ветви левой венечной артерии при сроке наблюдения до 5 минут изменений в активности кислой и щелочной фосфатаз в сердце подопытных животных не обнаруживается. Первые изменения в активности фосфатаз, выявляемые примененным гистохимическим методом, можно заметить спустя 10—15 минут эксперимента. К этому сроку эксперимента первоначально отмечается снижение активности щелочной фосфатазы в зоне ишемии, что гистологически выражается в значительном уменьшении общего числа капилляров, в наличии капилляров с неравномерным распределением активности фермента в них и в появлении вследствие отмеченного причудливых форм капилляров (укороченные, извилистые, как бы туго обрезанные и пр.) (рис. 1).

На 20—30-й минутах подобные изменения наблюдаются и в других неишемических отделах сердца, но там они носят очаговый и менее интенсивный характер. Из различных отделов сердца они более распространены в стенках и сосцевидных мышцах левого желудочка и межжелудочковой перегородке. В правом желудочке и предсердиях

сердца заметных изменений активности щелочной фосфатазы в капиллярах не наблюдается.

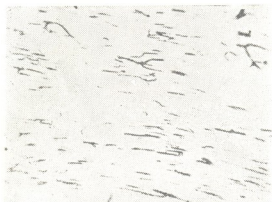


Рис. 1

С истечением сроков эксперимента в ишемической части сердца все в большей степени происходит понижение активности щелочной фосфатазы. Так, уже на 20—25-й минутах в зоне ишемии выявляются лишь единичные капилляры, имеющие нечетко контурированные формы в виде неравномерных образований, которые хаотично разбросаны в сердечной мышце (рис. 2).



Рис. 2

На 30-й минуте эксперимента в зоне ишемии капилляры почти совершенно не выявляются, в результате чего к этому сроку эксперимента ишемическая зона сердца более или менее четко разграничивается от его неишемических отделов.



На 60-й минуте эксперимента наблюдаются понижение активности щелочной фосфатазы и связанные с ним изменения числа, формы и распределения капилляров во всем сердце, в том числе в правом желудочке и предсердиях сердца. Степень тяжести и распространения этих изменений резче в левом желудочке и межжелудочковой перегородке, несколько меньше в правом желудочке и еще меньше в предсердиях. Однако к этому сроку ишемии уже трудно с определенной четкостью отделить ишемическую зону от неишемической, так как диапазон вышеотмеченных изменений активности щелочной фосфатазы в сердце резко расширен, что особенно четко выражено в левом желудочке, в передней стенке которого находится ишемическая часть миокарда.

Как известно, в первой стадии инфаркта миокарда наблюдаются диффузно распространенные острые расстройства кровообращения сердца [3, 4].

Данные наших исследований, показывающие аналогичную картину понижения активности щелочной фосфатазы и связанных с ней изменений капилляров в сердце, наводят на мысль о тесной взаимосвязи и общности механизмов между остро наступающими изменениями кровообращения в сердце и изменениями активности щелочной фосфатазы в капиллярах.

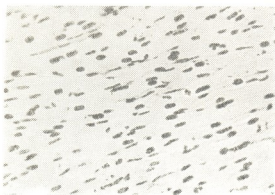


Рис. 3.

До 20—25-й минут ишемии заметных изменений в активности кислой фосфатазы в сердечной мышце не обнаруживается. На 45-й минуте в ишемической зоне миокарда в большом количестве выявляются мышечные волокна с повышенной ферментативной активностью. Ядра отмеченных мышечных волокон интенсивно красятся в гомогенный коричневатый цвет, а саркоплазма приобретает диффузную бледно-корич-

невую окраску (рис. 3). В отмеченном периоде эксперимента в других неишемических отделах сердца заметного снижения активности кислой фосфатазы не наблюдается. Наоборот, в ядрах отдельных мышечных волокон, в группе или даже в отдельных участках их, главным образом расположенных в предсердиях и правом желудочке, отчасти и в межжелудочковой перегородке и в задней стенке левого желудочка, отмечается даже приближение активности фермента к нормальному состоянию.

Сопоставляя эти данные, можно считать, что повышение активности кислой фосфатазы в ядрах миокардиальных клеток в зоне ишемии указывает на ранние дисметаболические изменения, наступившие в тончайшем метаболизме ядер, и, вероятно, является проявлением их гипоксического поражения.

До последнего времени считалось, что во время гипоксии из различных структурных компонентов клеток наиболее ранним изменениям подвергаются энергетические центры клеток — митохондрии. Так, например, электронномикроскопические исследования устанавливают структурные изменения митохондрий в пределах первого часа ишемии, а биохимические методы указывают на потерю в этот срок способности митохондрий к реакциям окислительного фосфорилирования.

Мы не оспариваем это предположение, но склонны считать, что механизм и динамика гипоксического поражения клеток гораздо сложнее и в нем, помимо повреждения митохондрий, немаловажную роль должны играть и первоначальные изменения активности кислой фосфатазы в ядрах, тем более что по последним данным литературы выясняется, что из различных структурных органелл клеток к гипоксии менее устойчивы ядра [5—7].

В свете этих данных понижение активности щелочной фосфатазы в капиллярах и повышение активности кислой фосфатазы в ядрах миокардиальных клеток в зоне ишемии свидетельствуют о том, что одним из ранних признаков дисметаболизма при инфаркте миокарда являются первоначальное изменение активности фосфатаз в сердечной мышце и угнетение процессов катализа неорганического фосфата в метаболизме сердечной мышцы.

Тбилисский государственный медицинский институт.

Поступило 10.4.1968

ბ. ბაბრამი, ბ. პატარია

მეაფე და ტუტე ფოსფატაზების აქტივობის ჰისტოქიმიური ცვლილებების შესახებ გულის კუნთში მიოკარდის ინფარქტის აღრეულ ვადებში

რეზიუმე

შესწავლილია გულის კუნთში მეაფე და ტუტე ფოსფატაზების აქტივობის ჰისტოქიმიური ცვლილებები (პომორის მეთოდი) გულის იშემიის განვითარების აღრეულ ვადებში — 5 წუთიდან 60 წუთამდე.

დადგენილ იქნა, რომ იშემიის ზონაში თავდაპირველად აღგილი აქვს ტუტე ფოსფატაზის აქტივობის დაქვეითებას კუნთოვანი ბოჭკოების კაპილარებში (იშემიის 15—25 წუთი), ხოლო შემდეგ მეაფე ფოსფატაზის აქტივობის მომატებას იშემიური კუნთოვანი ბოჭკოების ბირთვებში (ექსპერიმენტის 45 წუთი).

ფოსფატაზური აქტივობის შეცვლა იშემიის ზონაში იმის სასარგებლოდ მიუთითებს, რომ იშემიური დისმეტაბოლიზმის ერთ-ერთ პირველ ნიშანს უნდა წარმოადგენდეს არაორგანული ფოსფატის კატალიზის დათრგუნვა გულის კუნთის ნივთიერებათა ცვლაში.

დასოფხავალი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Струков, Е. Ф. Лушников, К. А. Горняк. Гистохимия инфаркта миокарда. М., 1967.
2. M. Nachlas, T. Shnitka. An. J. Path., 42, 1963, 379.
3. С. С. Вайль. Функциональная морфология нарушений деятельности сердца. Л., 1960.
4. К. А. Горняк. Архив патологии, 1960, 22, 11, 34—44.
5. Ф. З. Меерсон. Компенсаторная гиперфункция и недостаточность сердца. М., 1960.
6. Ф. З. Меерсон. О взаимоотношении физиологической функции и генетического аппарата, клетки. М., 1963.
7. В. К. Жгенти, И. Я. Татишвили и др. Труды IV Всесоюзного съезда патологанатомов, Кишинев, 1967, 126—130.



НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Е. В. АБЗИАНИДZE

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ЯДЕР
ГИПОТАЛАМУСА НА ПИЩЕВЫЕ И ОБОРОНИТЕЛЬНЫЕ
РЕАКЦИИ КОШЕК

(Представлено членом-корреспондентом Академии Т. Н. Опшани 3.5.1968)

Большое количество существующих исследований, посвященных выяснению роли гипоталамуса в интеграции оборонительного пищевого поведения животных, дают по этому вопросу довольно противоречивые и разнообразные данные.

Особенно большие разногласия существуют по вопросу локализации тех областей гипоталамуса, активация которых вызывает оборонительные реакции типа агрессии и страха, а также пищевого поведения.

Одни авторы [1—3] наблюдали реакцию ярости во время раздражения преоптической зоны переднего гипоталамуса, а реакцию тревоги и избегания—при раздражении заднего гипоталамуса. Другие исследователи [4, 5] реакцию тревоги и избегания вызывали раздражением преоптической зоны переднего гипоталамуса, а реакцию агрессии—раздражением среднего гипоталамуса. По данным Романиюка [6], реакция ярости вызывается с вентро-медиальных частей переднего, среднего и заднего гипоталамуса, а реакция страха обусловлена активацией дорзальных частей гипоталамуса.

В опытах Гесса [2] раздражением заднего гипоталамуса вызывалась реакция пищевого типа, во время которой животное ело не только пищу, но также и несъедобные предметы. Торможение пищевого поведения описано при раздражении вентро-медиального ядра гипоталамуса [7, 8]. Однако в последнее время наличие центра насыщения в гипоталамусе вызывает острую дискуссию [7, 9].

Из приведенных литературных данных видно, что нет единого мнения относительно топографической локализации функции в гипоталамусе. Цель данной работы заключалась в исследовании поведенческих, соматических и некоторых вегетативных эффектов у кошек при электрической стимуляции разных ядер гипоталамуса.

Опыты проводились на 20 взрослых кошках. Хронические серебряные электроды диаметром 100—150 мк со стеклянной изоляцией вживлялись при помощи стереотаксического прибора. Координаты мозговых структур брались по атласам Джаспера и Аимон-Марса-

на [10]. Операция проводилась под нембуталовым наркозом (30 — 35 мг на кг).

К опытам приступали спустя неделю после операции. Животные помещались в специальной экспериментальной камере, в которой они могли свободно передвигаться.

Электрическое раздражение различных структур мозга производилось прямоугольными импульсами. Частота импульсов менялась от 60 до 200 в сек, продолжительность импульса от 0,1 до 1 мсек, интенсивность раздражения в пределах 5,5 — 10 в.

После окончания опытов кошки умертвлялись, и для отметки локализации электродов производили электрокоагуляцию. Мозг помещали в 10% формалин, и через месяц на серийных срезах мозга проверялась точность локализации кончиков электродов.

При применении электрической стимуляции разных точек гипоталамуса были зарегистрированы различные поведенческие, соматические и вегетативные реакции кошек.

Реакция ярости возникала во время раздражения вентро-медиального и паравентрикулярного ядра гипоталамуса, при которой наблюдается два типа агрессивной реакции: 1) целеустремленное нападение со всеми вегетативными сдвигами и 2) аффективное возбуждение без нападения (в данной реакции признаки ярости проявляются, а нападение отсутствует).

При слабом (1—2 в; 0,1 мсек; 100 в сек) раздражении вентро-медиального и паравентрикулярного ядра с большим латентным периодом возникали только определенные элементы агрессивного поведения: настороженность, учащение дыхания, поднятие ушей и головы. Более сильное (3—4 в, 0,1 мсек, 100 в сек) раздражение вызывает реакцию агрессии, которая сопровождается расширением зрачков, слюноотделением, шипением, фырканием, выпусканьем погтей, пилоэрекцией, повышением моторной активности, что завершается нападением на предметы окружающей среды. Когда в экспериментальной камере помещается другая кошка, подопытное животное обычно не проявляет значительно «интереса» к ней, однако при раздражении вентро-медиального ядра животное яростно нападает на другую кошку, т. е. реакция носит целенаправленный характер. После выключения раздражения реакция нападения моментально прекращается и сменяется страхом, который длится более или менее долго.

Аффективные признаки безагрессивного нападения получались при раздражении точек вентро-медиального ядра, расположенных более дорзально. При этом отмечаются расширение зрачков, пилоэрекция, учащение дыхания, шипение, фыркание. Но животное целеустремленно не нападает на другую кошку.

Реакция страха и избегания вызывалась при стимуляции латеральной части как переднего, так и среднего гипоталамуса.

При раздражении (2—3 в, 0,1 мсек, 100 в сек) крайне латеральной части латерального гипоталамуса и заднего гипоталамуса наблюдался своеобразный гипоталамический синдром, который характеризуется агрессивным приближением к пище и разным объектам, схватыванием и поглощением как съедобных, так и несъедобных предметов.

При раздражении некоторых точек латеральной части среднего гипоталамуса, наблюдалось возникновение типичной пищевой реакции, животное приближалось к пище, обнюхивало, как при нормальном приеме пищи, лишь в редких случаях оставляя ее несъеденной. Следует отметить, что после систематического раздражения этой области гипоталамуса в течение 2—3 дней отмечается увеличение общего количества поглощаемой животным пищи.

Слабое электрическое раздражение (1—2 в, 0,1 мсек, 100 в сек) вентро-медиального ядра гипоталамуса вызывает торможение пищевой реакции без развития побочных поведенческих актов. Этот эффект получается даже у сильно голодных кошек. После выключения раздражения торможение пищевого поведения длилось в течение 30—40 сек.

Путем раздражения некоторых участков переднего гипоталамуса, в частности преоптической области, удалось вызвать сонное состояние животных. Эффект выражался не только в изменении поведения (в виде дремотного состояния), но и в изменении электрической активности различных структур мозга. Вместо десинхронизованной активности развивались синхронизованные медленные волны, характерные для нормального сна (рис. 1).

Наши опыты показали, что тип поведенческой реакции зависит от раздражения определенных структур гипоталамуса. Так, например, раздражение вентро-медиального и паравентрикулярного ядер гипоталамуса вызывает реакцию агрессии, а раздражение латерального и переднего гипоталамуса — реакцию страха (тревоги) и избегания. Аналогичные реакции были описаны и другими авторами [2, 6, 3]. Однако данные этих авторов расходятся в локализации точек, дающих ту или иную реакцию.

По Гессу [2], в гипоталамусе имеются две функционально независимые области. Стимуляция переднего гипоталамуса вызывает агрессивную реакцию, а заднего — реакцию страха. При этом эти две области не перекрывают друг друга.

В некоторых случаях в опытах Гесса при усилении раздражения, тем не менее с точки, дающей агрессивную реакцию, вызывалась реакция избегания и наоборот.

По данным Накао [4], эти противоречия можно объяснить тем, что в опытах Гесса [2] и Хансберга [3] применялось сравнительно силь-

ное раздражение, к тому же электроды были большого диаметра. Это могло быть причиной широкого ветвления тока и вовлечения соседних структур в зону раздражения.

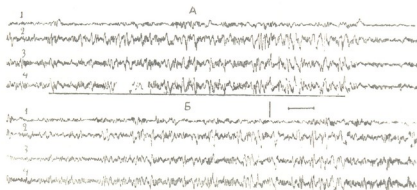


Рис. 1. Изменение фоновой электрической активности различных структур головного мозга в ответ на электрическую стимуляцию преоптической зоны. Отведения: 1—сенсомоторная кора, 2—вентральный гиппокамп, 3—4—симметричные точки дорзального гиппокампала. А—Первая проба раздражения. Кошка во время раздражения начинает дремать, а после выключения раздражения просыпается. Б—При повторном раздражении дремотное состояние остается и после выключения раздражения. Момент раздражения отмечается прямой линией. Калибровка 200 мкв, время 1 сек

Как известно, существует расхождение во взглядах относительно характера оборонительных реакций, вызываемых раздражением гипоталамической области. Согласно М а с с е р м а н у [11], электростимуляция гипоталамуса способна вызывать только мнимую ярость, тогда как В а с м а н и Ф л и н н [12] считают, что ярость, вызванная раздражением соответствующих точек гипоталамуса, является натуральной, что подтверждается целеустремленностью этой реакции.

На основании наших данных можно прийти к следующему заключению: описанная выше реакция агрессии при раздражении вентро-медиального и паравентрикулярного ядер является целеустремленной. При раздражении более дорзально расположенных точек на том же уровне медиального гипоталамуса нами наблюдалось аффективное возбуждение без нападения, т. е. мнимая ярость. Очень близкое анатомическое расположение этих точек могло быть причиной смещенных эффектов нападения и избегания при сильных раздражениях одной из них. По-видимому, этим же можно объяснить вызов реакции типа оборонительно-защитных в опытах Гресса [2]. Что касается пищевых реакций, как известно, в гипоталамусе расположены центры «насыщения и голода» [13].

Явно выраженное положительное пищевое поведение в наших опытах было получено при раздражении латерального и заднего гипоталамуса, а отказ от пищи при раздражении вентро-медиального ядра. Все вышесказанное дает основание утверждать, что в гипоталамусе имеется топографическая локализация функции, благодаря чему эта сложная нервная структура осуществляет интеграцию оборонительных и пищевых поведенческих реакций.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физиологии

(Поступило 7.5.1968)

მეცნიერული ფიზიოლოგია

ბ. აბზიანიძე

ჰიპოთალამუსის სხვადასხვა ბირთვების ელექტრული გაღიზიანების
 ზავლენა კატინ კვებით და თავდაცვით რეაქციებში

რეზიუმე

შეისწავლბოდა ჰიპოთალამუსის სხვადასხვა ბირთვების ელექტრული გაღიზიანებით გამოწვეული მოტივაციურ-ემოციური რეაქციების ხასიათი. ცდები ტარდებოდა კატებზე, რომელთაც ჰიპოთალამუსის სხვადასხვა უბანში ჩანერგილი ჰქონდათ მეტალის ქრონიკული ელექტროდები გასაღიზიანებლად გამოიყენებოდა სწორკუთხა ელექტრული იმპულსები, რომელთა ძალისა და სიხშირის ცვლა შეიძლებოდა ფართო ფარგლებში.

აღმოჩნდა, რომ ჰიპოთალამუსის ვენტრალური ფარგლის გაღიზიანებით მიიღება გააფთრების ემოციური რეაქცია. ხოლო წინა და ლატერალური ბირთვის გაღიზიანებით — შიშის რეაქცია. მედიალური ჰიპოთალამუსის შედარებით სუსტი ძალით გაღიზიანება იწვევს კვებით რეაქციის შეკავებას მშიერ კატებშიც კი, ხოლო შუა ჰიპოთალამუსის ლატერალური ნაწილის გაღიზიანება აღძრავს კვებით რეაქციას მაძარ კატებშიც.

მოპოვებული მონაცემების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ძუძუ-მწოვარა ცხოველების ჰიპოთალამუსისთვის დამახასიათებელია ფუნქციონალური ტოპოგრაფიული ლოკალიზაცია.

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. W. R. Hess, M. Brugger. *Helv. physiol. acta*, I, 1943, 33.
2. W. R. Hess. *Das Zwischenhirn. Syndrome. Lokalisationen Funktionen*. Benno Schwabe, Basel, 1949.
3. R. W. Hunsperger. *Helv. physiol. acta*, 14, 1956, 70.
4. H. Nakao. *J. Physiol.*, 194, 1958, 411.
5. G. Yasukochi. *Folia Psych. neurol. Jap.*, 14, 1960, 269.
6. A. Romaniuk. *Acta. Biol. Exsper. (Warsaw)*, vol. 25, 1965, 177.

7. K. Lewinska, A. Romaniuk. *Acta. Biol. Exper. (Warsaw)*, 26, 1966, 285.
8. F. B. Krazne. *Science*, 138, 1962, 822.
9. S. P. Grossman. *Physiol. Behavior.*, 1, 1966, 4.
10. H. H. Jasper, C. Ajmone-Marsan. *A stereotaxic atlas of the diencephalon of the cat*. Ottawa: The National Research Council of Canada, 1954.
11. J. H. Masserman. *Behavior and Neurosis*, Chicago. University of Chicago Press, 1943.
12. M. Wasman, S. P. Flynn. *Arch. Neurol.*, 6, 1962, 220.
13. B. K. Anand, S. R. Brobeck. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 77, 1951, 323.



НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

А. А. УНГИАДZE

**ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ КОШКИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ
АКТИВНОСТЬ ГИППОКАМПА И ГИПОТАЛАМУСА ПРИ ИХ
РАЗДРАЖЕНИИ**

(Представлено академиком И. С. Бериташвили 24.5.1968)

Еще в 1937 г. Пейпз [1] указывал, что эмоция имеет структурную основу. Согласно его теории гиппокамп, гипоталамус, передние таламические ядра и поясная извилина являются субстратом эмоциональных реакций.

Многочисленные экспериментальные данные указывают на участие гипоталамо-лимбической системы в организации эмоциональных поведений [2, 3] и, в частности, на роль гиппокампа в проявлении вегетативных и соматических компонентов эмоциональных реакций [4, 5]. Известна морфологическая двусторонняя связь между гиппокампом и гипоталамусом [6]. Обнаружены прямые проекционные пути от гиппокампа к гипоталамусу и волокна, восходящие из гипоталамуса к перегородке, а оттуда в гиппокамп [7].

В настоящей работе излагаются результаты опытов с раздражением отдельных частей гиппокампа и гипоталамуса, поставленных с целью исследования поведенческих эмоциональных актов при этом и сопутствующих изменений в электрической активности разных структур.

Опыты ставились на кошках с электродами, хронически вживленными в латеральный гипоталамус, ретикулярную формацию среднего мозга, дорсальный и вентральный гиппокампы, сенсомоторную и зрительную области новой коры. Электроды (константановые или стальные со стеклянной изоляцией диаметром 150—200 мк) вживлялись при помощи стереотаксического прибора. Раздражение производилось биполярными электродами с межполюсным расстоянием около 1—1,5 мм. Частота раздражения 100 в сек, длительность, стимула (прямоугольный ток) 0,1 мсек. Отведение монополярное. Местонахождение электродов контролировалось гистологически после того, как забивалось животное.

Электрическое раздражение дорсального гиппокампа незначительной силой (пороговая — 1 в) вызывало сонное состояние у животного: его клонило ко сну и затем сонное состояние постепенно углублялось — на зов кошки уже не реагировали. При раздражении же вентрального



гиппокампа животное сидело спокойно и не проявляло склонности к сну. Подобные результаты были описаны при наблюдении на людях [8] и в опытах на животных после выключения электрической стимуляции [9, 10].

Раздражение дорсального гиппокампа надпороговой силой (2 в. при пороге 0,5—1 в) вызывало слабо выраженную ориентировочную реакцию и едва заметноестораживание животного. При усилении раздражения (3 в) наблюдалось усиление ориентировочного рефлекса: животное беспокойно озиралось по сторонам. При силе же 5 в. в ответ «внимания» переходили в ответ «страха»: кошка переставала есть мясо, с испугом озиралась по сторонам, зрачки были расширены, наблюдалось учащение дыхания, мяуканье, крик.

При стимуляции вентрального гиппокампа той же силой наблюдалась смешанная реакция страха и агрессии. И если животному в этот момент подносили какой-нибудь предмет, оно замахивалось на него лапой и кричало.

Еще большее усиление электрического раздражения дорсального гиппокампа (10—12 в) вызывало пробуждение спящего животного, вздрагивание его, поворот головы в сторону, противоположную раздражению, реакцию страха, мяуканье, ужас в глазах. Животное сжималось и, крадучись, стелясь, убегало от места раздражения, ища спасения в противоположном углу экспериментальной камеры, часто наблюдались мочеиспускание и дефекация.

Аналогичная реакция наблюдалась при тех же силах раздражения вентрального гиппокампа: наблюдаемая при меньших силах реакция агрессии переходила в реакцию страха. Еще большее усиление как дорсального, так и вентрального гиппокампа легко вызывало припадки с тоническими судорогами, переходящими в клонические, а затем наблюдалось состояние депрессии. В ряде экспериментов было показано, что электрическое раздражение гиппокампа может подавлять предшествующую раздражению деятельность животного, вызывая «реакцию остановки» („arrest reaction“) [11]. И, действительно, если в момент еды мяса произвести раздражение гиппокампа, животное прекращает еду, бросает мясо и застывает с расширенными зрачками. По прекращении раздражения животное вновь принимается за еду.

При раздражении гиппокампа отмечались изменения и в фоновой электрической активности различных структур мозга. Слабое электрическое раздражение, вызывающее незначительную ориентировочную реакцию, не вызывало заметных изменений в спонтанной активности в латеральном гипоталамусе, ретикулярной формации среднего мозга и гиппокампах. При усилении раздражения (7,5—10 в), когда наступала

эмоциональная реакция страха и убегания, в латеральном гипоталамусе и дорсальном гиппокампе регистрировались разряды судорожной электрической активности, с длительным последствием по прекращении применяемого раздражения. Эти разряды в гораздо меньшей степени регистрировались и в ретикулярной формации среднего мозга и вентральном гиппокампе.

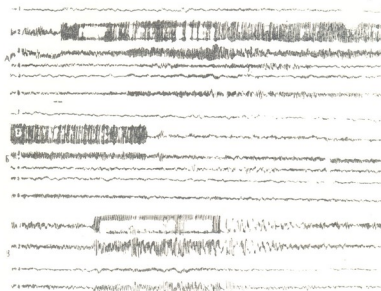


Рис. 1. Влияние раздражения дорсального гиппокампа на электрическую активность различных структур мозга: А, Б—раздражение левого дорсального гиппокампа (12 в), 1—гиппокамп вентральный (левый), 2—гиппокамп дорсальный (правый), 3—латеральный гипоталамус, 4—слуховая область новой коры, 5—зрительная область новой коры, 6—ретикулярная формация среднего мозга, В—раздражение левого вентрального гиппокампа (12 в), 1—гиппокамп дорсальный, 2—гипоталамус латеральный, 3—гиппокамп вентральный (правый), 4—ретикулярная формация среднего мозга. Нижние линии на рисунках—отметчики раздражения. Стрелка указывает на сильные голосовые реакции.

Время 1 сек, калибровка 200 мкв

При дальнейшем усилении раздражения (15 в) дорсального (рис. 1, А, Б) и вентрального (рис. 1, В) гиппокампов, наряду с сильными эмоциональными проявлениями, опять-таки регистрировалась судорожная активность, но большей силы в латеральном гипоталамусе, контра-латеральном гиппокампе, затем в ретикулярной формации среднего мозга и слуховой проекционной зоне новой коры. Наименьшие изменения наблюдались в вентральном гиппокампе и зрительной коре, наибольшие — в противоположном дорсальном гиппокампе и при раздражении вентрального гиппокампа.

Элюэл [12] указывал на четкие функциональные различия между дорсальной и вентральной областями гиппокампа. При стимуляции любого участка гиппокампа автор наблюдал распространение судорожной активности внутри него. При этом в вентро-дорсальном направлении активация распространялась гораздо легче, чем в дорсо-вентральном. Это подтверждается нашими опытами: при раздражении вентрального гиппокампа судорожная активность в раздражаемом вентральном гиппокампе не возникает, тогда как в дорсальном гиппокампе регистрируется сильная судорожная активность.

Между лимбическим мозгом и гипоталамусом существует тесная связь, на которую указывал Херрик [6]. У различных видов животных эмоциональное состояние может меняться в широких пределах при раздражении или при повреждении элементов гипоталамо-лимбической системы. Известно, что раздражение гипоталамуса вызывает не только вегетативные, но и соматические реакции [13]. Раздражение некоторых точек латерального гипоталамуса вызывает ориентировочную реакцию, притаивание животного, отход назад, выражение страха [14].

В наших опытах раздражение двух точек гипоталамуса (латеральный и вентро-медиальное ядро гипоталамуса) вызывало диаметрально противоположные эффекты как эмоционального характера, так и в смысле изменения спонтанной электрической активности. Если раздражение латерального гипоталамуса вызывает сонное состояние с одновременной регистрацией медленных волн в новой коре и гиппокампах, то раздражение вентро-медиального ядра гипоталамуса вызывает, наоборот, пробуждение спящего животного, с хорошо выраженной десинхронизацией во всех отводимых областях.

Таким образом, в то время как одни точки гипоталамуса могут служить синхронизирующим очагом для новой коры и гиппокампа, другие вызывают десинхронизацию синхронизированной электрической активности, вызванной раздражением первых.

При раздражении латерального гипоталамуса средней силой (10 в) в дорсальном и вентральном гиппокампах наблюдается судорожная активность, наиболее хорошо выраженная в дорсальном гиппокампе. Длительность последствия около минуты после прекращения раздражения (рис. 2). При этом раздражении у животного наблюдаются учащение дыхания, расширение зрачков, в глазах «злость», наступает реакция ярости и животное начинает бросаться на стенки экспериментальной кабины.

Перечисленные изменения, наблюдаемые при раздражении гиппокампа и гипоталамуса, как эмоционального порядка, так и изменения в электроэнцефалограмме, указывают на тесную взаимосвязь между

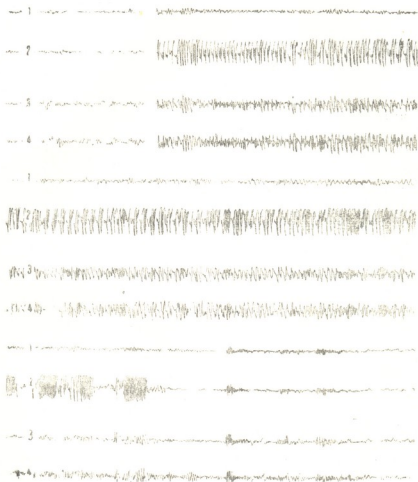


Рис. 2. Изменения в электрической активности, вызванной раздражением латерального гипоталамуса (15—17 в, 150 в сек): 1—сенсомоторная область новой коры, 2—гиппокамп дорсальный (правый), 3—4 гиппокамп вентральный (правый, левый), Б—продолжение А, В—продолжение Б. Стрелкой указаны моменты включения и выключения электрического раздражения. Время 1 сек, калибровка 200 мкв.

этим структурами. И так как раздражение гиппокампа и гипоталамуса вызывает организованное эмоциональное поведение приблизительно одного типа, они должны играть существенную роль в «организации» эмоций и представлять единую, взаимосвязанную систему.

Академия наук Грузинской ССР
 Институт физиологии

(Поступило 28.5.1968)

ა. უზენაძე

ჰიპოკამპისა და ჰიპოთალამუსის გალიზიანების გავლენა კატის თავის ტვინის ელექტრულ აქტივობასა და ემოციურ მდგომარეობაზე

საჯარო შუამდგომლობა

დორსალური და ვენტრალური ჰიპოკამპის გალიზიანებით შესაძლებელია გამოიწვიოს კატის გაქცევის რეაქცია შიშის ემოციის გამოხატულებით. ამავე დროს ვენტრალური ჰიპოკამპის გალიზიანებით გამოწვეულ შიშის რეაქციას აგრესიის რეაქციაც ერთვის.

როგორც დორსალური, ისე ვენტრალური ჰიპოკამპის მძლავრი ელექტრული გალიზიანების დროს აღმოცენდება კრუნჩხვითი პოტენციალები. ლატერალურ ჰიპოთალამუსში, დორსალურ ჰიპოკამპში და შუა ტვინის ბაზისებურ წარმონაქმნში.

კრუნჩხვითი პოტენციალები აღმოცენდება ლატერალური ჰიპოთალამუსის მძლავრი გალიზიანებითაც. ამ დროს დორსალურ ჰიპოკამპში კარგად გამოხატული კრუნჩხვითი აქტივობა საკმაოდ ხანგრძლივად აღირიცხება გალიზიანების შეწყვეტის შემდეგაც. ეს ფაქტები ადასტურებს პირდაპირი კავშირის არსებობას ჰიპოკამპსა და ჰიპოთალამუსს შორის. რაკი ამ სტრუქტურების გალიზიანება იწვევს ერთ გარკვეულ მიზანდასახულ ემოციურ ქცევას, უნდა ვიფიქროთ, რომ ისინი ერთ მთლიან სისტემას წარმოქმნიან და არსებით როლს ასრულებენ ემოციების ორგანიზაციაში.

დადამატებითი ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. J. W. Parez. Arch. Neurol. Psychiat. (Chicago), 38, 1937, 725.
2. J. V. Brady. A. F. Hunt. J. Psychol., 40, 1955, 313.
3. J. M. R. Gelgado. J. Psychiat. Ass., 12, 1960, 259.
4. И. С. Беритов. Нервные механизмы поведения высших позвоночных животных. М., 1961, 289.
5. Ch. L. Votaw. J. comp. Neurology, 112, 1959, 353.
6. C. J. Herrick. J. Morphol., 54, 1933, 233.
7. W. J. Nauta. J. comp. Neurology, 104, 1956, 247.
8. G. Pampiglione et al. Nanbook of Physiology. Section 1. Neurophysiol., 2, 1960, 1391.
9. Н. И. Лагутина. Физиологический журнал, СССР, 42, 7, 1956, 533.
10. Т. Г. Урманчева. ЖВНД, 7, 3, 1957, 451.
11. P. D. Mac-Lean. Arch. Neurol. Psychiatry, 78, 2, 1957, 113.
12. R. Eibl. EEG clin. Neurophysiol. 16, 5, 1964, 470.
13. M. D. Wheatley. Arch. Neurol. Psychiatry, 52, 1944, 296.
14. E. Grastyán et al. EEG. clin. Neurophysiol., 21, 1, 1966, 34.

М. И. ЧИЧИНАДЗЕ

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ В ОСТРОВКОВОМ АППАРАТЕ РЕГЕНЕРИРУЮЩЕЙ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

(Представлено членом-корреспондентом Академии Н. А. Джавахишвили 3.3.1968)

В течение многих лет рядом авторов изучаются восстановительные процессы в островковом аппарате поджелудочной железы. Одни авторы отмечают наличие процессов гипертрофии в островковых клетках и ядрах во время регенерации [1—4], другие считают, что увеличение общей массы островков происходит в основном за счет митозов [5—7].

Целью данной работы явилось проведение детального анализа процесса регенерации островковой ткани поджелудочной железы после удаления ее половины.

Подопытными животными служили беспородные белые крысы весом 105—118 г. Животные были разбиты на подопытную (резекция 50% ткани поджелудочной железы) и контрольную (без воздействия) группы. Крыс декапитировали группами по 20 штук (10 опытных и 10 контрольных) в 9 часов утра, через 6, 12 часов, 1, 2, 3, 5, 15, 30, 90 и 180 суток после операции. Кусочки поджелудочной железы фиксировали в смеси Карнуа. Парафиновые срезы толщиной 5 мк окрашивали гематоксилином по Бёмеру с эозином и методом четырехцветного окрашивания по Ross и Flaharty.

С помощью самодельного микропроеекционного аппарата типа Эдингера с препаратов поджелудочной железы производили зарисовку островковых клеток, их цитоплазмы, ядра и ядрышка. Рисовали на бумаге постоянной толщины при $ок \times 10$, $об \times 90$. Зарисованные фигуры взвешивали на торсионных весах, после соответствующих пересчетов определяли их истинную площадь. Для каждого показателя вычисляли среднее из 100—150 определений. Для подсчета митотического коэффициента (МК) использовали 2—3 среза, взятых через 25—30 мк. Подсчет производили на 3000 клеток под бинокулярным микроскопом ($ок \times 7$, $об \times 90$) с квадратной диафрагмой размером 4×4 мм. Результаты выражались в %.

Для изучения перестройки капиллярной сети через 30, 90 и 180 суток после резекции сосуды животных (5 контрольных и 15 подопытных) инъецировали через грудную аорту тушь-желатиновой массой по методу

М. Комахидзе. На срезах толщиной 60—100 мк, нарезанных рукой, измеряли диаметр капилляров при помощи окулярмикрометра. Все приведенные ниже данные анализируются на основании статистической обработки цифрового материала.

Изменение величины и количества структурных элементов островковой ткани поджелудочной железы крыс в опыте и контроле

Сроки наблюдения и группы животных (о—опытные, к—контрольные)		Площадь клетки, мк ²	Площадь цитоплазмы, мк ²	Площадь ядра, мк ²	Площадь ядрышек, мк ²	МК, %	Диаметр капилляров, мк ²
6 часов	о	80,8	64,0	16,8	1,5	0,3	—
	к	81,2	63,7	17,5	1,6	0,3	—
12 часов	о	80,2	63,2	17,0	1,5	0,6	—
	к	81,1	62,8	17,3	1,6	0,4	—
1 сутки	о	80,9	63,3	17,6	1,6	0,8	—
	к	80,3	63,0	17,3	1,5	0,3	—
2 суток	о	81,6	63,3	18,3	1,6	1,1	—
	к	80,3	62,9	17,4	1,5	0,3	—
3 суток	о	82,2	63,2	19,0	1,8	1,6	—
	к	81,8	63,0	17,8	1,6	0,4	—
5 суток	о	83,8	61,5	22,3	2,0	2,3	—
	к	80,6	62,8	17,8	1,6	0,2	—
15 суток	о	84,5	61,4	23,1	2,1	1,4	—
	к	81,4	62,8	17,6	1,6	0,4	—
30 суток	о	82,6	62,4	20,2	1,8	1,1	0,072
	к	80,9	63,1	17,7	1,6	0,2	0,072
90 суток	о	81,6	62,9	18,7	1,7	0,7	0,083
	к	81,1	62,8	18,3	1,6	0,5	0,072
180 суток	о	81,4	63,0	18,4	1,6	0,4	0,061
	к	81,0	62,8	18,2	1,6	0,4	0,072

Как видно из таблицы, площадь островковой клетки регенерирующей поджелудочной железы увеличивается с 3-х суток опыта, остается увеличенной на 5, 15 и 30-е сутки опыта и в дальнейшем (к 90-м суткам) сглаживается с контролем. Площадь ядра островковых клеток увеличивается с 5-х суток опыта, остается увеличенной на 15 и 30-е сутки и к 90-м суткам также сглаживается с контролем. Интересным изменениям подвергается площадь цитоплазмы островковых клеток, на 5 и 15-е сутки опыта она уменьшается и к 30-м суткам приближается к контролю. Следовательно, в регенерирующей поджелудочной железе островковая клетка возрастает при преимущественном резком увеличении ядра и уменьшении цитоплазмы вследствие этого.

Наши измерения коснулись также площади ядрышка, она увеличивается с 3-х суток опыта, остается увеличенной на 15 и 30-е сутки и к 90-м суткам сравнивается с контролем. Следовательно, процессы пере-

стройки в ядрышках островковых клеток регенерирующей поджелудочной железы протекают одновременно с этими процессами во всей клетке.

Анализ МК в островковых клетках регенерирующей поджелудочной железы показал, что МК начинает возрастать уже с 1-х суток опыта, достигает максимума на 5-е сутки, остается увеличенным на 15 и 30-е сутки и приходит к норме на 90-е сутки опыта. Следовательно, МК в островковых клетках регенерирующей поджелудочной железы начинает возрастать раньше других показателей, но нормализуется вместе с ними.

Измеряя диаметр капилляров островков регенерирующей поджелудочной железы, на 30-е сутки опыта мы не нашли изменений. К 90-м суткам опыта диаметр капилляров значительно увеличивается, а к 180-м суткам подвергается уменьшению. Следовательно, капилляры островкового аппарата регенерирующей поджелудочной железы проявляют признаки гипертрофии к 90-м суткам опыта, а к 180-м суткам данные процессы затихают, уступая место нормализации структуры.

Итак, восстановительные процессы в островковой части резецированной поджелудочной железы характеризуются некоторыми особенностями. В частности, процессы гипертрофии в ней выражаются в увеличении площади островковых клеток в течение одного месяца после операции. Это увеличение площади островковой клетки протекает при резком возрастании ядра. Интересно, что в период наиболее резко выраженного возрастания клетки в целом и ее ядра величина цитоплазмы оказывается уменьшенной. В пользу разыгрывающихся процессов гипертрофии говорит также и наблюдаемое увеличение площади ядрышка. Однако восстановительные процессы в регенерирующем островке не сводятся только к проявлению процессов гипертрофии, как это считают некоторые авторы [1—4]. Наоборот, в этой части железы нами выявлены интенсивные пролиферативные процессы в течение одного месяца после операции. Надо полагать, что отмеченная интенсификация пролиферации в регенерирующих островках должна обеспечить проявления процессов гиперплазии (увеличения количества клеток). В то же время мы не можем согласиться с мнением авторов [5—7], что увеличение общей массы островков происходит в основном за счет митозов.

Наши данные показывают, что в регенерирующей островковой ткани процессы гипертрофии и гиперплазии протекают одновременно в течение одного месяца после операции. Последующий период наблюдения в островках оперированного органа характеризуется нормализацией процессов гипертрофии и гиперплазии. Однако наблюдаемая нами реакция сосудов в этом периоде настораживает нас на возможное проявление изменений в дальнейшем.

Таким образом, перестройка регенерирующей островковой части поджелудочной железы происходит в течение 1 месяца после операции при участии процессов гипертрофии и гиперплазии, которые в последующие сроки наблюдения нормализуются.

Академия наук Грузинской ССР

Институт экспериментальной морфологии

им. А. Н. Натишвили

(Поступило 5.3.1968)

ჰისტოლოგია

მ. შინინაძე

ზოგიერთი მონაცემი რეგენერაციის პროცესში მყოფი პანკრეასის კუნძულოვანი აპარატის მორფოლოგიური ცვლილებების შესახებ

რეზიუმე

შესწავლილია ვირთაგვას პანკრეასის კუნძულოვანი აპარატის ცვლილებები, მისი ნახევარი ნაწილის რეზექციის პირობებში. მასალას ვიღებდით ოპერაციიდან 6 და 12 საათის, 1, 2, 3, 5, 15, 30, 90 და 180 დღის შემდეგ. კუნძულოვანი აპარატის სტრუქტურული ელემენტების (უჯრედი, ციტოპლაზმა, ბირთვი, ბირთვაკი) ფართობების გამოსაანგარიშებლად გამოყენებულ იქნა ჩახატვა-აწონის მეთოდი. გაზომილ იქნა კუნძულოვანი აპარატის მიტოზური აქტივობის კოეფიციენტი და კუნძულების კაპილარების დიამეტრი.

დადგინდა, რომ აღდგენითი პროცესები რეზექცირებული პანკრეასის კუნძულოვან აპარატში გამოიხატება ამ აპარატის შემადგენელი სტრუქტურული ელემენტების ჰიპერტროფიით (უჯრედების, ბირთვებისა და ბირთვაკების ფართობების გაზრდა) და ჰიპერპლაზიით (მიტოზური აქტივობის კოეფიციენტის გაზრდა). აღსანიშნავია, რომ ეს პროცესები ვლინდება რეზექციიდან ერთი თვის ვადაში, შემდეგ თანდათან ცხრება. რაც შეეხება კუნძულოვანი აპარატის კაპილარულ ქსელს, მისი მოგვიანებული რეაქციით შეიძლება ვივარაუდოთ მომავალში მოსალოდნელი ცვლილებები.

დასრულებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Д. М. Богуславская. Ученые записки Караганд. мед. ин-та, 3, 1966, 13.
2. Л. И. Кулешова-Свиридова. В кн.: «Условия регенерации органов тканей у животных», М., 1966.
3. Г. В. Сегида. Бюлл. Моск. о-ва испытателей природы, 67, отд. биол. 6, 1962.
4. L. Bakaу. Über die Regeneratin des Langerhansschen insulin. Virchows Arch. f. path. Anat., 310, 1943.
5. Ю. И. Конаев. Труды конференции по вопросам регенерации и клеточного размножения, М., 1959.
6. L. Belli, P. Ferraboschi, F. Longo, R. Palmieri. Chir. e patol. sperim., 7, 4, 1959.
7. Th. Fahr. Duabetes studiem. Virchows Arch. f. Path. Anat., 215, 1914.



А. М. ГАГУА

К ИЗУЧЕНИЮ ОСОБЕННОСТЕЙ ГИСТОПАТОЛОГИЧЕСКИХ
ИЗМЕНЕНИЙ В РЕЗАННЫХ РАНАХ ПЕЧЕНИ, СЕЛЕЗЕНКИ
И ПОЧЕК ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ
ГЕМОСТАТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

(Представлено академиком К. Д. Эристави 10.3.1968)

На протяжении почти столетней истории хирургии печени, селезенки и почек предложено много методов гемостаза из их ран: пришивание сальника, термокаутеризация гемостатическая губка, а также две новые методики — постоянного тока и органического клея — циакри-на [1—5].

Однако следует особо отметить один существенный недостаток, присущий большинству работ тех авторов, которые предложили новые методы остановки кровотечения, — это отсутствие надлежащего контроля и пренебрежение сравнительными исследованиями морфологического характера, на основе которых и возможна объективная оценка любой из существующих методик.

Исходя из вышесказанного, основной задачей настоящей работы является анализ морфологических исследований, проведенных для сравнения различных методов остановки кровотечения из паренхиматозных органов брюшной полости.

Для решения поставленной задачи эксперименты были проведены на 85 взрослых беспородных собаках обоего пола весом от 10 до 20 кг и на 200 белых крысах весом от 120 до 200 г. Контролем служили подопытные животные того же пола, возраста и веса, что и подопытные животные, у которых вызывалось кровотечение без какого-либо вмешательства.

Методика проведения опыта у всех животных была одинаковой: за 30 минут до начала операции собаке, в соответствии с ее весом, под кожу вводили 2% раствор морфия (1,0—2,0 мл/кг). По истечении 30 минут собак фиксировали животом вверх на операционном столе. Операции проводили под эфирно-кислородным наркозом.

Для проведения операции на печени и селезенке животным делали разрез по белой линии от мечевидного отростка до пупка. При опе-



рациях на почках собаку клали на бок и разрезом, параллельным 12-му ребру, ретроперитонеально обнажали почку. Брюшную полость отграничивали марлевыми салфетками и в рану выводили печень, селезенку или почку.

Опыты на крысах производили следующим образом: крысу помещали в перевернутую банку, куда вносили смоченную в эфире вату. По истечении 2—3-х минут крыса засыпала и ее фиксировали на специальном столе, положив на спину.

Метод нанесения ран на паренхиматозные органы был стандартный. На органы одновременно наносили две раны одинаковых размеров, из которых одна являлась контрольной, на второй же, с целью гемостаза, применяли одно из кровоостанавливающих средств.

С целью изучения динамики патоморфологических изменений печени, селезенки и почки животных забивали электротоком напряжением в 220 в через каждые 24 часа, 10—12 и 19—21 дней. Затем их вскрывали, проводили макро- и микроскопическое изучение изменений оперированных и близлежащих органов и тканей. При этом во внимание принимали распространение тканевых реакций оперированного органа, положение и состояние сальника, наличие и распространяемость сращения между отдельными органами.

Для гистопатологического исследования брали кусочки из печени, селезенки и почек. Кусочки фиксировали 10—12% раствором нейтрального формалина, обезживали и заливали в целлоидин. Срезы толщиной 10—15 микрон окрашивали гематоксилин-эозином, пикрофуксинном по Ван-Гизону и импрегнировали серебром на аргирофильные вещества по Футу. Всего изучено около 3000 гистологических препаратов.

Спустя 24 часа после нанесения раны с одновременным применением гемостатического средства в печени, селезенке и почках обнаружены следующие изменения:

1. Пришивание сальника. В ране отмечается кровоизлияние, края раны представлены широкой полосой некротической ткани. В участке некроза и на границе с нормальной тканью отмечается клеточная инфильтрация гематогенными элементами.

2. Гемостатическая губка. Полость раны заполнена излившейся кровью и массой гемостатической губки. Края раны представлены узкой полосой некротизированной ткани, на границе с которой отмечается клеточная инфильтрация гематогенного типа.

3. Термокаутеризация. Рана заполнена излившейся кровью. Края раны некротизированы и представлены широкой полосой, на границе которой отмечается клеточная инфильтрация гематогенными элементами.

4. **Постоянный ток.** Полость раны заполнена излившейся кровью. Края раны некротизированы и представлены узкой полосой безструктурной массы. На границе с некротизированной тканью отмечается клеточная инфильтрация гематогенного типа.

5. **Циакрин.** Рана заполнена излившейся кровью и массой циакрина. Края раны представлены некротической тканью. В местах, свободных от некроза, отмечается наличие остатков клея и клеточных элементов гематогенного происхождения.

Спустя 10—12 дней после опытов наблюдаются следующие явления:

1. **Пришивание сальника.** Края раны представлены молодой соединительной тканью, которая распространяется в глубь нее. В толще соединительной ткани отмечается небольшое количество тонких коллагеновых волокон, окрашивающихся пикрофуксином в красный цвет. Наряду с коллагеновыми волокнами, в толще соединительной ткани встречается умеренное количество аргирофильных волокон.

2. **Гемостатическая губка.** Полость раны заполнена молодой соединительной тканью. В толще соединительной ткани отмечаются коллагеновые и аргирофильные волокна. В полости раны встречаются остатки сморщенной массы датской гемостатической губки, а гемостатическая губка Л. Г. Богомоловой рассасывалась полностью.

3. **Термокаутеризация.** Рана заполнена молодой соединительной тканью, в толще которой отмечается незначительное количество тонких и нежных коллагеновых волокон, окрашенных пикрофуксином в яркие тона красного цвета, и аргирофильные волокна, импрегнированные в черный цвет.

4. **Постоянный ток.** Полость раны заполнена молодой соединительной тканью, в толще которой обнаруживается умеренное количество коллагеновых волокон.

5. **Циакрин.** Рана заполнена молодой соединительной тканью, которая местами окружает отдельные массы циакрина.

Спустя 19—21 дней после опытов в тканях паренхиматозных органов брюшной полости обнаруживаются следующие изменения:

1. **Пришивание сальника.** Полость раны целиком заполнена новообразованной соединительной тканью. В массе молодой соединительной ткани встречается большое количество коллагеновых и аргирофильных волокон.

2. **Гемостатическая губка.** Рана заполнена молодой соединительной тканью, где встречается значительное количество коллагеновых волокон, окрашивающихся в красный цвет, среди которых обнаруживается множество аргирофильных волокон. В полости раны

местами встречаются остатки сморщенной губки, окруженные соединительной тканью.

3. Термокаутеризация. В толще соединительной ткани находящейся в полости раны, имеется значительное количество аргирофильных волокон, окрашенных в черный цвет, и коллагеновых волокон, окрашивающихся пикрофуксином в красный цвет.

4. Постоянный ток. Полость раны заполнена молодой соединительной тканью, в массе которой встречается значительное количество аргирофильных и коллагеновых волокон.

5. Циакрин. В ране обнаруживается множество тонких коллагеновых волокон. Между сморщенными массами циакрина встречается значительное количество коллагеновых волокон. В толще новообразований соединительной ткани имеются аргирофильные волокна, импрегнированные серебром в черный цвет.

Таким образом, реакция тканей на разные гемостатические способы в основном была одинаковой во всех изучаемых нами органах. Спустя 24 часа после применения разных гемостатических средств с целью остановки кровотечения на печени, селезенке и почках в полости ран отмечается кровоизлияние. В случаях применения гемостатической губки полость раны заполнена излившейся кровью и массой губки, а при использовании циакрина рана заполнена излившейся кровью и массой клея.

После применения методов пришивания сальника и термокаутеризации края раны представлены широкой полосой некротической ткани, а после применения остальных методов остановки кровотечения — гемостатической губки, постоянного тока и циакрина — края раны представлены узкой полосой некротической ткани, на границе с которой отмечается клеточная инфильтрация гематогенными элементами.

Спустя 10—12 дней после экспериментов при пришивании сальника края раны представлены молодой соединительной тканью, которая распространяется в глубь нее и в толще которой отмечается небольшое количество тонких коллагеновых волокон. Вышеописанные явления, но в менее выраженной форме имеют место после применения постоянного тока, а еще менее выражены в случаях остановки кровотечения с помощью термокаутеризации. После применения гемостатической губки и циакрина рана заполнена молодой соединительной тканью, в толще которой встречаются остатки сморщенной массы гемостатической губки.

Спустя 19—21 дней после опытов в тканях паренхиматозных органов брюшной полости при применении методов гемостаза с помощью пришивания сальника и постоянного тока рана целиком заполнена новообразованной соединительной тканью. После термокаутеризации от-

мечается явно выраженный дефект тканей (молодая соединительная ткань не успевает развиться полностью). В результате применения гемостатической губки рана заполнена молодой соединительной тканью, где местами встречались остатки сморщенной гемостатической губки, окруженные соединительной тканью.

Поскольку в современной хирургии самым новым, перспективным и наиболее привлекающим внимание является новый органический клей — циакрин, нам хочется сравнительно более подробно остановиться на этом гемостатическом средстве. При применении вышеназванного клея тканевая реакция была типичной в виде коагуляционного некроза в непосредственной близости склеивания и выступающей инфильтрации лейкоцитов (сегментарных), отеков и фибринозного экссудата. Процесс заживления изменяется в зависимости от количества употребленного клея, присутствующего в тканях. При нанесении тонкого слоя клея образуется нежная клеевая пленка, под которой происходит заживление раневого дефекта с развитием нежного соединительнотканного рубца. При введении циакрина в большом количестве в рану он полимеризуется более крупными фрагментами, вокруг которых развиваются довольно толстые валы грубоволокнистой соединительной ткани.

Таким образом, данные морфологического исследования позволяют рекомендовать все изучаемые нами методы с целью гемостаза при кровотечениях из печени, селезенки и почек, за исключением термокаутеризации, которая вызывает явно выраженный дефект тканей в оперируемых органах.

Институт экспериментальной
и клинической хирургии
Тбилиси

(Поступило 13.3.1968)

ჰისტოლოგია

ა. ბაბუა

ლ. ვიქლისი, ე. ლენინისა და თირაკაშვილის ჰისტოლოგიური ჰისტოლოგიური ცვლილებების თავისებურებათა საკითხისათვის სხვადასხვა ჰემოსტაზური საშუალებების გამოყენების დროს

რეზიუმე

შრომში მიზნად დაესახეთ მუცლის ღრუს პარენქიმული ორგანოებიდან სისხლდენის შეჩერების მიზნით ხმარებული სხვადასხვა ჰემოსტაზური საშუალებების (მადექონის მიკერება, ჰემოსტაზური ღრუბელი, თერმოკაუტერიზაცია, მუდმივი დენი და ახალი ორგანული წებო—ციაკრინი) ხმარების შედეგად გამოწვეული მორფოლოგიური ცვლილებების ურთიერთშედარება და ანალიზი.

ექსპერიმენტით მიღებული მონაცემები საფუძველს გვაძლევს დავასკვნათ, რომ ჩვენ მიერ ხმარებული და შესწავლილი ყველა ჰემოსტაზური მეთოდი შეიძლება გამოვიყენოთ ღვიძლიდან, ელენთიდან და თირკმლებიდან სისხლდენის შესაჩერებლად, გარდა თერმოკაუტერიზაციისა, რაც ნაოპერაციებში ორგანოს ქსოვილების აშკარად გამოხატულ დაზიანებას იწვევს.

დაგოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. М. Кузнецови Ю. Р. Пелский. Хирургический вестник, 10—12, 1894, 711—731, 841—887.
2. А. Г. Богомолова. Вестник хирургии, 2, 1951, 19—22.
3. P. N. Sawyer, S. A. Wesolowski. Surgery, 49, 1961, 486—491.
4. V. S. Woinar, A. J. German. Arch. Surg., 89, 2, 1964, 237—243.
5. Ц. А. Кулькова. Морфологические изменения при склеивании тканей циакрилом в эксперименте. Автореферат, М., 1965.

1958

ՀՆՆՈՒԹՅՈՒՆ
ЦЕНА 1 РУБ.



ИНДЕКС 761813
ՀԱՅԿԱՍՏԱՆԻ
ՆԱԽԱՐԱՐԱԿԱՆ
ԳՐԱԴԱՐԱՆ