

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF ARMENIA

ISSN 0515-961X

ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ
НАУКИ О ЗЕМЛЕ
EARTH SCIENCES



Հանդեսը հիմնադրվել է 1948 թվականին, լույս է տեսնում տարին յոթ անգամ
Հայերեն և անգլերեն լեզվով

Պատասխանատու խմբագիր՝
Բ. Կ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

Պատասխանատու խմբագրի տեղակալներ՝
Ռ. Տ. ՋՐԲԱՇՅԱՆ, Ա. Ս. ՖԱՐԱՄԱԶՅԱՆ

Պատասխանատու քարտուղար՝
Է. Ս. ՌՈՍՏՈՄՈՎԱ

Խմբագրական կոլեգիա՝

Պ. Գ. ԱԼՈՅԱՆ, Շ. Հ. ԱՄԻՐՅԱՆ, Ա. Լ. ԱՆԱՆՅԱՆ,
Վ. Ռ. ԲՈՅՆԱԳՐՅԱՆ, Ս. Ս. ԴԱՐԲԻՆՅԱՆ, Ս. Մ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ,
Ռ. Լ. ՄԵԼԿՈՆՅԱՆ, Ռ. Տ. ՄԻՐԻԺՋԱՆՅԱՆ, Ս. Ն. ՆԱԶԱՐԵԹՅԱՆ,
Մ. Ա. ՍԱԹԻԱՆ

Ответственный редактор
Б. К. КАРАПЕТЯН

Заместители ответственного редактора
Р. Т. ДЖРБАШЯН, А. С. ФАРАМАЗЯН

Ответственный секретарь
Э. С. РОСТОМОВА

Редакционная коллегия

П. Г. АЛОЯН, Ш. О. АМИРЯН, А. Л. АНАНЯН,
В. Р. БОЙНАГРЯН, С. С. ДАРБИНЯН, Р. Л. МЕЛКОНЯН,
Р. Т. МИРИДЖАНИЯН, С. Н. НАЗАРЕТЯН,
С. М. ОГАНЕСЯН, М. А. САТИАН

Խմբագրության Հասցեն՝ 375019, Երևան-19, Մարշալ Բաղրամյանի տոգ. 24ա
Адрес редакции: 375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24 а

© Издательство "Гитутюн" НАН РА
Известия НАН РА, Науки о Земле, 1999

ANU03

Հ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Անվանի գիտնական և կազմակերպիչ Ակադեմիկոս ԱՏ.Ասլանյանի ծննդյան 80-ամյակի արթիվ.....	3
Գ.Պ.Սիմոնյան. Հայաստանի Հանրապետության տարածքի կենտրոնական և արևմտյան մասերի նորագույն տեկտոնիկան	7
Շ.Հ.Ամիրյան. Հանքայնացման էտապների և փուլերի, միներալների պարագենեզիսների, ասոցիացիաների և գեներացիաների մասին (Հայաստանի Հանրապետության մետաղային հանքավայրերի օրինակով).....	13
Մ.Ա.Սաթիան, Վ.Ա.Մանակյան, Ի.Ն.Մալգոշևա. Վեղի գետի վերին հոսանքի ավազանում սերպենտինիտների վրա տարածված բուլյսերի տեսակները և նրանց կենսաերկրաքիմիան (Անդրկովկասի Վեդու օֆիոլիտային գոտի)...	19
Շ.Հ.Ամիրյան, Մ.Ս.Ազիզբեկյան, Ա.Ջ.Ալթունյան, Ա.Ս.Ֆարամազյան. Ախթալայի բազմամետաղ և Արմանիսի ոսկի-բազմամետաղային հանքավայրերի հանքանյութերում գունավոր, ազնիվ և հազվագյուտ տարրերի բաշխումը ու գտնվելու ձևերը	27
Թ.Ա.Ավագյան. Հայաստանի դիատոմիտային հանքավայրերի առաջացման մի քանի օրինաչափությունների մասին	34
Շ.Ա.Դանիելյան. Սառցադաշտերի էներգետիկ մոդելը	39
Ս.Ռ.Մեսչյան. Հանքերի և գետահողե նյութերից կառույցների շեպերի կայունություն խնդիրը.....	46
Ա.Կ.Մաթևոսյան. Գրգռող բազմաէլեկտրոդ համակարգերի էլեկտրական դաշտերի առանձնահատկությունների ուսումնասիրությունը	53

ԳԻՏԱԿԱՆ ԽՐՈՆԻԿԱ

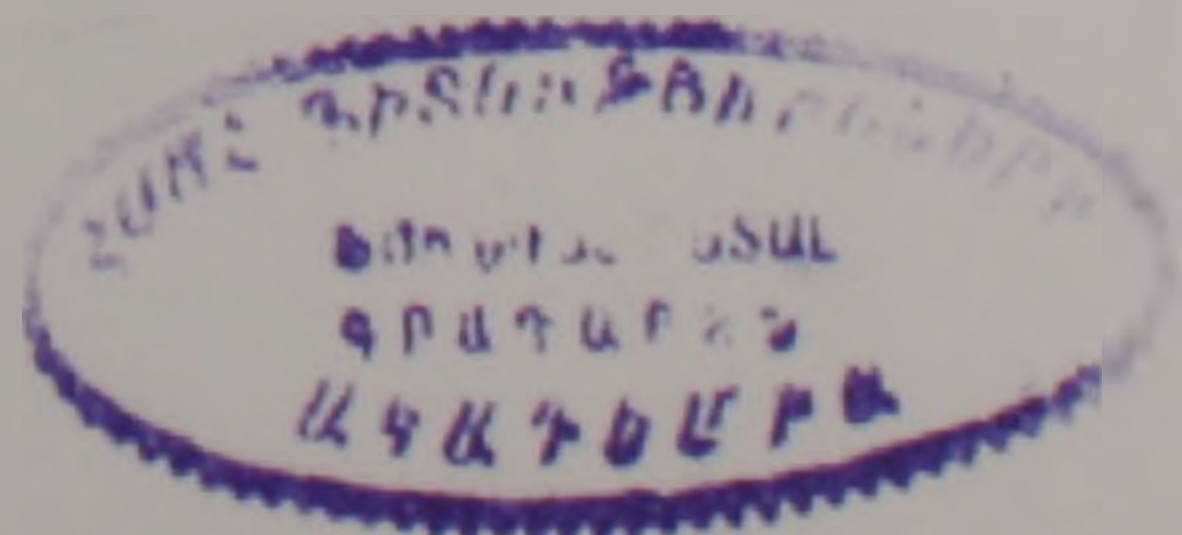
Ռ.Տ.Ջրբաշյան, Բ.Կ.Կարապետյան. Սպիտակի երկրաշարժի 10-ամյա տարելիցին նվիրված գիտաժողով «Երկրաշարժերի ուսումնասիրման հիմնահարցերը Հայաստանում» (27-28 հոկտեմբերի, 1998 թիվ, ք.Երևան)	64
Յու.Վ.Սայադյան. Համառոտաստանյան խորհրդակցություն «Զորրորդական ժամանակաշրջանի ուսումնասիրման կարևորագույն արդյունքները և հետազոտությունների հիմնական ուղղությունները 21-րդ դարում»	66
Վ.Ռ.Բոյնազրյան. Կարպատ-Բալկանյան գեոմորֆոյագիական գիտաժողով (11-17 հոկտեմբերի, 1998 թ., Բեյլե Երկուպանե, Ռումինիա).....	68

ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿՈՐՈՒՍՏՆԵՐ

Գևորգ Պետրոսի Բաղդասարյան	70
---------------------------------	----

СОДЕРЖАНИЕ

Выдающийся ученый и организатор (К 80-летию со дня рождения академика А.Т.Асланяна).....	3
Г.П.Симонян. Новейшая тектоника центральной и западной частей территории Республики Армения	7
Ш.О.Амирян. Об этапах и стадиях минерализации, парагенезисах, ассоциациях и генерациях минералов (на примере рудных месторождений Республики Армения).....	13
М.А.Сатиан, В.А.Манакян, И.Н.Мальгошева. О видах растительности и к их биогеохимии на серпентинитах бассейна р.Веди (Вединская офиолитовая зона Закавказья).....	19
Ш.О.Амирян, М.С.Азизбекян, А.З.Алтунян, А.С.Фарамазян. Распределение	



и формы нахождения цветных, благородных и редких элементов в рудах полиметаллического месторождения Ахтала и золото-полиметаллического – Арманис	27
• Т.А.Авакян. О некоторых закономерностях формирования месторождений диатомитов на территории Армении.....	34
Ш.А.Даниелян. Энергетическая модель ледников	39
С.Р.Месчан. Проблема устойчивости склонов и откосов сооружений из грунтовых материалов	46
А.К.Матевосян. Исследование особенностей электрических полей многоэлектродных систем возбуждения.....	53

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

Р.Т.Джрбашян, Б.К.Карапетян. Научная конференция, посвященная 10-летию Спитакского землетрясения "Проблемы изучения землетрясений в Армении" (27-28 октября 1998 г., г Ереван).....	64
Ю.В.Саядян. Всероссийское совещание "Главнейшие итоги в изучении четвертичного периода и основные направления исследований в XXI веке"	66
В.Р.Бойнагрян. Карпато-Балканская конференция по геоморфологии (11-17 октября 1998 г., Бэйле Еркулане, Румыния).....	68

ПОТЕРИ НАУКИ

Геворк Петросович Багдасарян	70
------------------------------------	----

TABLE OF CONTENT

Outstanding Scientist and Science Organizer (on the 80 th Jubilee of Academician A. T. Aslanyan)	3
G.P.Simonyan. A Newest Tectonics of the Central and Western Parts of the Republic of Armenia	7
Sh.H.Amiryan. On Stages and Bases of Mineralization, Paragenesis, Association and Generation of Minerals (on the Example of ore Deposits in the Republic of Armenia)	13
M.A.Satian, V.A.Manakyan, I.N.Malgosheva. The Species of Plants and their Biogeochemistry on the Serpentinities in the Vedy River Basin (The Vedy Ophiolite Zone of the Transcaucasus).....	19
Sh.H.Amiryan, M.S.Azizbekyan, A.Z.Altounyan, A.S.Faramazyan. Distribution and Form of Occurrence of Non-Ferrous and Precious and Rare Elements in Ores of Akhtala Polymetallic Deposit and Armanis Gold-Polymetallic Deposit.....	27
T.A.Avagyan. On Some Regularities of Diatomite Deposit Formation in the Territory of Armenia	34
Sh.A.Danielyan. An Energy Model of Glaciers.....	39
S.R.Meschyan. A Stability Problem for Slopes and Escarps of Structures Made of Soil Materials	46
A.K.Matevosyan. Investigation of Specific Features of Multielectrode Excitation System's Electric Fields	53

SCIENTIFIC CHRONICLES

R.T.Djrbashyan, B.K.Karapetyan. The Scientific Conference devoted to the 10 th Anniversary of the Spitak Earthquake: Problems of Earthquake Studies in Armenia (27 th -28 th of October 1998, Yerevan).	64
Yu.V.Sayadyan. All-Russian Meeting "Principal Results in Studying of the Quaternary and Basic Research Lines in the 21 st Century".....	66
V.R.Boynagryan. Carpatian-Balkan Conference on Geomorphology (11 th -17 th of October 1998, Baile Erkulane, Romania).....	68

LOSSES OF THE SCIENCE

Gevork Petros Baghdasaryan.....	70
---------------------------------	----

ВЫДАЮЩИЙСЯ УЧЕНЫЙ И ОРГАНИЗАТОР

(К 80-летию со дня рождения академика А.Т.Асланяна)



В ряду славных имен, составляющих гордость отечественной геологии, достойное место занимает имя Ашота Тиграновича Асланяна. Это был ученый поразительно широких научных интересов, включающих вопросы стратиграфии и палеонтологии, региональной геологии и геодинамики, сейсмотектоники и геофизики, четвертичной геологии и планетологии, магматизма и вулканологии, металлогении и методики разведки, инженерной геологии и гидрогеологии. В то же время А.Т.Асланян был блестящим представителем той когорты ученых, которые успешно сочетали теоретические исследования с прикладными разработками, имеющими важное народно-хозяйственное значение.

В этом году геологическая общественность отмечает 80-летие со дня его рождения и 10-летие его безвременной кончины. Прошедшие годы подчеркивают его значительный вклад в геологическую науку и практику. Впечатляет даже сухая хронология основных этапов его жизненного пути: 1947 г. — защита кандидатской диссертации, 1954-1965 гг. — главный инженер, начальник Управления геологии Совета Министров Армянской ССР, 1957 г. — защита докторской диссертации "Региональная геология Армении", 1961 г. — присвоение почетного звания "Заслуженный деятель науки Армянской ССР", 1965 г. — избрание членом-корреспондентом АН Армянской ССР, 1965 г. — ректор Ереванского Политехнического института, 1966-1975 гг. — Министр высшего и среднего специального образования, 1975-1987 гг. — директор Института геологических наук АН Армянской ССР, 1987 г. — избрание академиком АН Армянской ССР.

А.Т.Асланян пришел в геологию после тяжелого ранения в Великой Отечественной войне, в которой участвовал с 1941 г. — сразу после окончания геологического факультета Ереванского Государственного универ-

ситета. Уже с первых работ, опубликованных в 1946 г. и посвященных стратиграфии и тектонике Северной Армении, он заявил о себе как о неординарном исследователе и многообещающем ученом.

При всем многообразии его научных интересов можно выделить несколько направлений, которым он отдавал свое предпочтение. Это вопросы региональной геологии и стратиграфии, геодинамики и теоретической тектоники, "большой" геофизики и планетологии. И в каждом из этих направлений он сказал свое, веское, слово.

А.Т.Асланян внес существенный вклад в познание геолого-тектонического строения территории Малого Кавказа и северо-восточной части Армянского нагорья. В этой связи следует отметить палеонтологическое обоснование возраста важнейших вулканогенно-осадочных формаций мезозоя, выделение киммерийского цикла гранитоидного магматизма, стратиграфическое расчленение лагунно-молассовых и вулканогенных пород неогена и плиоплейстоцена, обоснование ниже-среднеплиоценового возраста рельефа Армении, выделение главнейших этапов оротектонических перестроек и соответствующих структурно-тектонических этажей. А.Т.Асланяном палеонтологически был обоснован верхнебайосский возраст кварцевых порфиров Малого Кавказа, выделены в разрезах мезозоя келловейский, оксфордский, кимериджский ярусы, фаунистически охарактеризованы образования апта, альба, коньяка, сантона, эоцена и олигоцена в ряде районов Армении, выделен новый – Ширако-Зангезурский офиолитовый пояс (совместно с М.А.Сатианом) и т.д. Им составлены крупномасштабные карты отдельных районов республики, геологическая карта Армении М 1:500000 (издана в 1958 г.), геологическая и тектоническая карты Армении (совместно с А.Т.Вегуни) М 1:600000 (издана в 1970 г.), геологическая карта Армении (совместно с А.Т.Вегуни) М 1:100000, послужившая основой для металлогенической карты (ред. И.Г.Магакьян).

Капитальная монография А.Т.Асланяна "Региональная геология Армении" (1958 г.), после аналогичного труда К.Н.Паффенгольца (1949 г.), является единственной работой, в которой охвачены все основные разделы геологии Армении и которая не потеряла своего значения до настоящего времени.

Особое место в сфере научных интересов А.Т.Асланяна занимали вопросы теоретической тектоники, геофизики и небесной механики. В первые же годы своей научной деятельности он начинает разработку ряда проблем теоретической тектоники и уже в 1955 г. издается его монография "Теория тектонической деформации Земли", вызвавшая большой интерес ряда ведущих специалистов Советского Союза. В последующие годы А.Т.Асланян дал количественную оценку физико-механических характеристик литосферы, квазисуточной нутации и магнитного поля Земли, вековой скорости изменения радиуса Земли и др. Следует специально отметить расчетное обоснование эволюции формы, объема и среднего удельного веса вещества Земли за 4,5 млрд. лет ее существования, а также веское слово в защиту контракции, на фоне господствующего мнения о расширяющейся Земле. По мнению известных российских ученых академиков А.Л.Яншина и В.А.Магницкого, расчетам и выводам А.Т.Асланяна по отмеченным проблемам "трудно что-либо противопоставить". Будучи приверженцем новых идей и подходов, он, в свете новой парадигмы геологии, успешно совместил свои выводы по контракции с главными постулатами тектоники плит. В этой связи нельзя не отметить последнюю монографию А.Т.Асланяна "История тектонического развития Тавро-Кавказской области" (1984), в которой вопросы тектонического развития региона были критически изложены как с позиций фиксизма, так и мобилизма.

Велика роль А.Т.Асланяна в развитии геологической службы Армении и в укреплении минерально-сырьевой базы страны. Под его руководством и при личном участии, специалистами Управления геологии были успешно разведаны и подготовлены к промышленному освоению месторождения золота, железа, бентонитов, перлитов, каменной соли, диатомитов, различных стройматериалов, пресных и минеральных вод, разработаны программы по созданию газохранилищ в естественных коллекторах, по использованию глубинного тепла, освоению забалансовых руд и т.д. Именно в годы работы А.Т.Асланяна в Управлении геологии существенно повышается качество геолого-съёмочных работ, значительно расширяются тематические исследования в области региональной геологии, тектоники, металлогении, стратиграфии, подготавливаются молодые специалисты, успешно сочетающие производственную деятельность с научной. В эти годы под его руководством и редакцией была подготовлена и издана монография "Геология СССР", т. XIII "Армянская ССР" (1970), где он являлся также автором ряда разделов. А.Т.Асланяном было дано более 200 заключений по геологическим условиям строительства различных инженерных сооружений, в том числе имеющих важное народно-хозяйственное значение (водохранилища, плотины, тоннели, линии высоковольтных электропередач и др.).

В течение свыше 12 лет А.Т.Асланян возглавлял Институт геологических наук. Под его руководством и при его непосредственном участии новый размах получили фундаментальные исследования, в практику научно-исследовательских работ были внедрены достижения физики и математики, широкое развитие получило использование в геологии результатов дистанционного зондирования Земли, а составленная и изданная (1984) совместно с Московским Государственным университетом им.М.В.Ломоносова "Космотектоническая карта Кавказа, Ближнего и Среднего Востока" М 1:5000000 была представлена на XXVII Международном Геологическом Конгрессе в Москве. По инициативе А.Т.Асланяна в Институте были созданы новые отделы — тектоники, инженерной геологии и гидрогеологии, геохронологии и изотопных методов исследований, металлогении, геологии нефти и газа, математических методов исследований (ныне геоинформатики). Одновременно было расширено сотрудничество Института с родственными научно-исследовательскими институтами Союза, с производственными геологическими организациями республики. Годы работы в Институте геологических наук были весьма плодотворными и лично для А.Т.Асланяна. Из его более чем 200 научных работ и 9 монографий более половины написаны им именно в эти годы.

А.Т.Асланян обладал обостренным чувством нового, никогда не избегал брать на себя ответственность при решении вопросов, имеющих важное народно-хозяйственное значение. По его инициативе перед Союзным Правительством был поднят и обоснован вопрос о необходимости возобновления на территории республики поисковых работ на нефть и газ, в результате чего в 1981 г. подразделениями Министерства нефтяной и газовой промышленности СССР эти работы были начаты вновь.

Следует отметить существенный вклад А.Т.Асланяна в развитие высшего и среднего специального образования, в укрепление его материально-технической базы, в совершенствование подготовки кадров. Будучи профессором Ереванского Государственного университета, а затем Ереванского Политехнического института, он в течение почти 40 лет вел преподавательскую работу и внес большой вклад в подготовку горно-геологических и научных кадров. Под его руководством было защищено 12 докторских и кандидатских диссертаций.

А.Т.Асланян был убежденным сторонником необходимости широкой

интеграции геологической науки Армении в сферу международного геологического сообщества и сам принимал активное участие в работах многих международных геологических конгрессов, конференций и симпозиумов. Все, кто общались с ним, поражались его обширным познаниям, широкой эрудиции и феноменальной памяти. Он был интересным собеседником и прекрасным знатоком истории, археологии, литературы Армении. Он пользовался большим авторитетом среди широкого круга ученых и производственников как внутри страны, так и далеко за ее пределами. А.Т.Асланян являлся членом Нью-Йоркской академии, был вице-президентом Международной ассоциации планетологов, Председателем Комиссии АН СССР по изучению четвертичного периода Закавказья, был награжден медалью Абраама Вернера Немецкого геологического общества, медалью Семенова-Тяньшанского Географического общества СССР.

За большие заслуги на трудовом и боевом поприще он был награжден орденами Отечественной войны I и II степени, тремя орденами Трудового Красного Знамени, орденом Дружбы Народов, многочисленными медалями.

Отмечая 80-летие со дня рождения А.Т.Асланяна, мы отдаем дань уважения светлой памяти выдающегося ученого, внесшего громадный вклад в геологическую науку и производство, в укрепление и развитие научно-промышленного потенциала Армении.

НОВЕЙШАЯ ТЕКТОНИКА ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ЗАПАДНОЙ ЧАСТЕЙ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

© 1999 г. Г. П. Симонян

Ереванский государственный университет РА

375025 Ереван, ул. А.Манукяна, 1, геологический факультет, Республика Армения

Поступила в редакцию 18.02.98

В статье по данным анализа составленной крупномасштабной карты (1:200000) новейшей тектоники, структурно-геоморфологических профилей и по геологическим данным рассматриваются основные неотектонические структуры центральной и западной частей территории Армении, амплитуда новейшего поднятия этих структур и соотношение орографических структурных форм.

Орогенный этап становления новейших поднятий и впадин в виде горной страны Малого Кавказа привел к существенному преобразованию складчато-глыбовой структуры, сформировавшейся к сарматскому времени [1,4,5,6]. Последующие образования разновысотных хребтов-поднятий, осложненных на преобладающей территории вулканическим рельефом, сопряжено с дифференцированными поднятиями пород фундамента. Поэтому в обобщенных очертаниях система хребтов и разделяющих их впадин является структурно обусловленной границами, предопределенными межглыбовыми разрывами.

Методика составления неотектонической карты территории Армении масштаба 1:200000 приведена в опубликованных [5,6,7] работах, поэтому здесь останавливаться на ней не будем. Отметим лишь, что карта является многоэлементной, содержит как тектонические, так и неотектонические (морфоструктурные) элементы, выделенные в результате анализа составленных комплексных структурно-геоморфологических профилей.

Другим важным геолого-геоморфологическим показателем для определения новейших тектонических движений являются обнажения подошвы мзотис-понтической вулканогенной, т.н. вохчабердской свиты на участках поднятий. Данные об абсолютных отметках подошвы вохчабердской свиты являются важным показателем дифференцированных подвижек блоков, после формирования постсарматской региональной поверхности выравнивания, находящейся в состоянии пенеплена.

Водоразделы между морскими бассейнами (Севанским, Араратским, Ширакским и др.) представляли собой низкогорные хребты, абсолютные высоты которых не превышали 300-400 м, а предгорные их обширные равнины – не более 200 м.

Далее геоморфологическим маркирующим репером, устанавливающим характер послемiocен-досреднеплиоценовых относительных движений, служат абсолютные отметки поверхностей выравнивания, расположенных на водоразделах складчато-глыбовых хребтов Малого Кавказа (Вирайоц, Базум, Миапор, Памбак, Цахкуняц, Вайк, Зангезур и др.). Этот уровень в период восходящего развития блоков был сокращен в пространственном отношении, вследствие врезания в склоны плиоцен-антропогеновых денудационных ступеней лестниц или глубинной эрозии поперечных к структурам речных долин. По этим данным, максимальная амплитуда поднятия в неотектоническом этапе развития на Малом Кавказе составляет 3

и реже 4 км, в том числе в послесарматское время — 2-2,5 км, а в четвертичном периоде — до 1 км.

В области горообразования и особенно в горных сооружениях новейшим морфоструктурам соответствуют разновысотные поднятия (хребты) и впадины (долины). В качестве метода пространственного размещения и анализа морфологического выражения орогенных поднятий и впадин были проанализированы несколько комплексных геолого-геоморфологических профилей. Последние закладывались по простиранию и вкрест простирания крупных орографических форм со взаимной увязкой на участках их пересечений. Выяснение латерального расположения и взаимного соотношения новейших поднятий и впадин производилось методом сравнительного анализа составления новейших структурных и орографических форм и геологическими, геоморфологическими и отчасти геофизическими, а для Араратской котловины также и буровыми данными.

В геологической истории Малого Кавказа выделяется неотектонический этап развития, охватывающий время, которое делится на раннеорогенный (верхний олигоцен-миоцен) и позднеорогенный (плиоцен-четвертичный, т.е. постсарматский) подэтапы. Большинство исследователей считают, что с конца олигоцена-нижнего миоцена в пределах современной горной области Малого Кавказа уже существовали изолированные участки денудационных равнин и небольших возвышенностей с превышением первых сотен метров [1,2,3,4 и др.]. Лишь в течение позднеорогенного подэтапа возрастает роль восходящих дифференцированных движений, вследствие чего современный рельеф приобрел резко контрастную форму, сочетающую высокогорные сводово-глыбовые поднятия с межгорными и внутригорными впадинами. Причем, основные системы поднятий, которые выделяются на неотектонических картах, в значительной степени исследуются и позднеорогенной структурой.

Ниже следует региональное описание главнейших позднеорогенных систем поднятий и впадин (глыб) Центральной и Западной Армении и суммарной амплитуды поднятий этих структур в неотектоническом этапе. В связи с ограничением графических приложений в качестве примера приводится только один структурно-геоморфологический профиль (рис.1).

Рельеф центральной части территории Армении преимущественно высокогорный (достигающий 3000 м и более) и представлен несколькими хребтами-поднятиями, вытянутыми субширотно. В юго-западном направлении рельеф приобретает умеренно поднятый характер (достигающий 1500-2000 м) и также представлен системами хребтов-поднятий, но вытянутых в северо-восточном (антикавказском) направлении и опускающихся в сторону Араратской впадины. Кроме того, в данном районе большое развитие имеют молодые плиоцен-четвертичные вулканические и озерно-речные образования, как бы бронируя денудационные поверхности. В целом, район Центральной и Западной Армении подразделен узкими, различно поднятыми горстообразными поднятиями, частично с моделированными реками современной и древней гидросети.

На севере района выделяется Памбак-Севанская система субширотных хребтов-поднятий (рис.1). С запада на восток в продольном сечении эта система представлена тремя крупными морфоструктурными поднятиями (блоками): Памбакским, Арегунийским и Севанским, ограниченными Агстев-Разданским и Арарат-Севанским разломами северо-восточного направления. Наиболее приподнятыми являются Памбакское и Севанское глыбовые поднятия, превышающие 3000 м, а поверхность Арегунийского поднятия, расположенного между ними, достигает 2500 м.

Сопоставление геологического строения и рельефа этой системы поднятий показывает, что Памбакская и Арегунийская структуры имеют

обращенную форму, т. е. поднятия соответствуют синклинальным структурам и сложены в основном вулканогенно-осадочными и карбонатными отложениями мел-палеогенового подкомплекса, а Севанское поднятие сложено преимущественно меловыми породами (известняки и офиолитовый комплекс) и имеет прямую форму. Глубинная эрозия здесь происходила сравнительно слабо, поэтому здесь мы имеем только два мегацикла развития (поздне-среднечетвертичный и среднеплиоцен-позднеплиоценовый) с незначительными глубинами вреза.

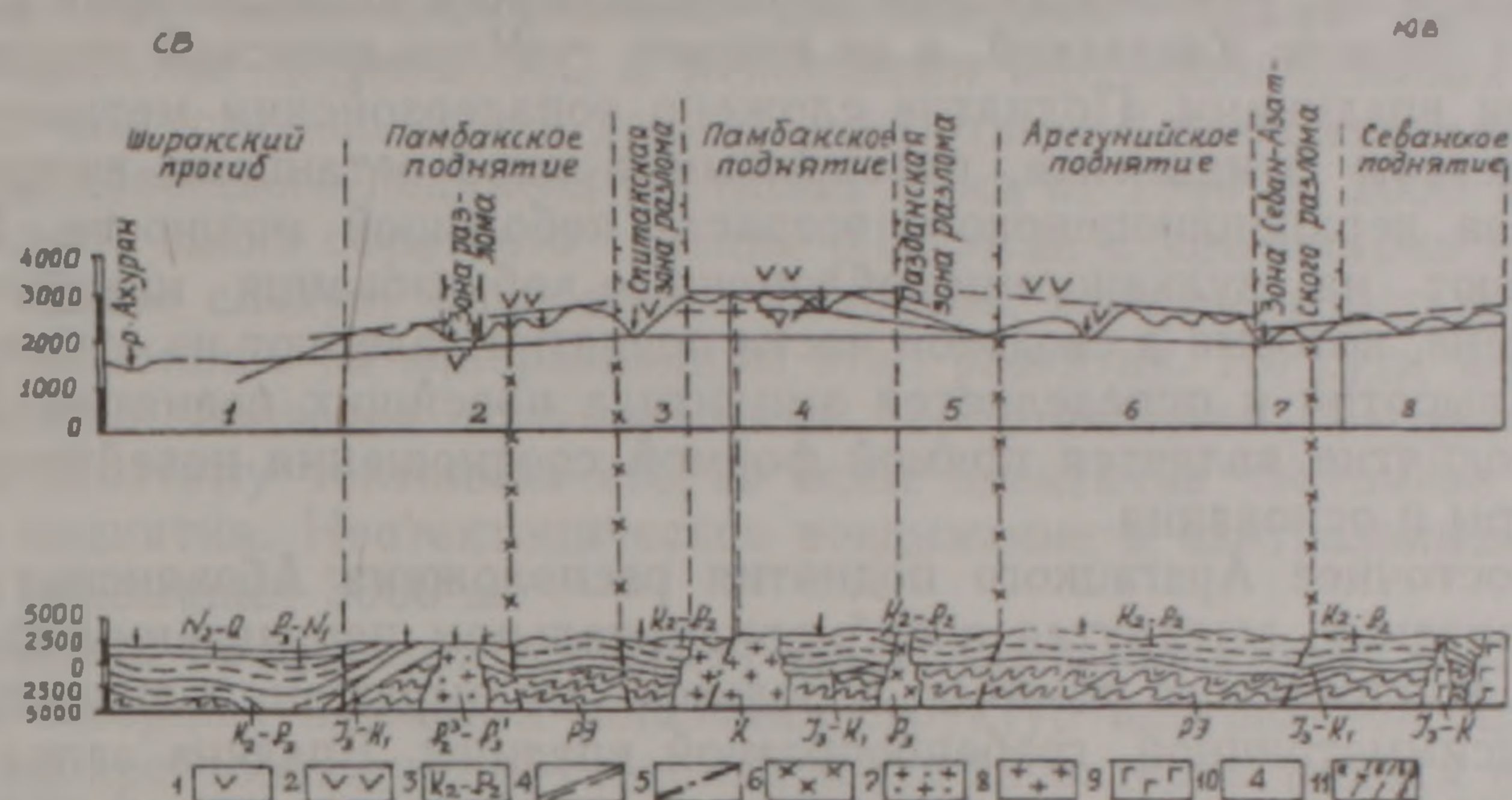


Рис.1. Продольный структурно-геоморфологический профиль Памбак-Арагуни-Севанской системы хребтов-поднятий. 1-2 – мегациклы позднеорогенных движений: 1 – поздне-среднечетвертичный (Q_{3-2}); 2 – раннечетвертичный-позднеплиоценовый ($Q_1 - N_2^3$); 3 – возраст структурных комплексов и этажей; 4 – поверхность мегациклов и граница структурных комплексов, этажей и блоков; 5 – интрузивные комплексы; 6 – щелочные и субщелочные интрузии; 7 – гранодиориты; 8 – гранитонды, диориты, кварцевые диориты и др.; 9 – протрузии гипербазитов; 10 – номера блоков; 11 – знаки сопоставлений: а) активные разрывные нарушения, установленные геологическими и геоморфологическими данными, б) выраженные в рельефе активные разрывные нарушения, установленные геоморфологическими данными, в) мертвые разрывные нарушения, установленные геологическими данными.

В западном окончании профиля расположена Ширакская межгорная впадина, которая в верхней части выполнена мощной толщей (300-350 м) неоген-четвертичных озерно-речных отложений. Поверхность Ширакской впадины за конэрозионный этап развития испытала сокращение и суммарное поднятие до 1500 м.

Представление о неотектоническом строении Центральной части территории Армении дает следующий продольный профиль, проведенный юго-западнее предыдущего через Арагац-Гегам-Варденис-Карабахскую систему хребтов-поднятий. На западном окончании профиля находится Ширакская впадина, которая к западу граничит с низкогорьем Карсского плато, а на востоке – с пьедестальной частью гигантского вулканического массива горы Арагац. По геофизическим данным, мощность лав достигает 300-400 м. В связи с этим граница Ширакской впадины располагается к востоку и перекрыта лавами.

Вулкан Арагац имеет сложное строение и предопределен многофазностью вулканической деятельности и осложнением разрывов. В рельефе отчетливо выделяется массивная денудационная, сложенная верхнеплиоценовыми лавами поверхность, на которой насажены крутосклонные конусы четвертичных вулканов. Поднятие со всех сторон разграничено разломами. Важное значение в его строении имеет Арагац-Араилерский разлом близширотного простирания, который, по данным бурения, делит его на южную – опущенную и северную – приподнятую половины. Судя по

отметке залегания кровли сарматских морских отложений, амплитуда новейших поднятий южного — опущенного крыла массива горы Арагац оценивается порядка 250-300 м, а северного — приподнятой половины — более 300 м, которая соответствует наивысшему уровню денудационной поверхности Малого Кавказа высотой 2800-3200 м. Такие уровни имеют и большинство поднятий Центральной Армянской высокоподнятой зоны (Цахкуняцкий, Памбакский, Гегамский, Варденисский хребты и др.).

Между Арагацким и Памбакским поднятиями расположено Цахкуняцкое поднятие, унаследованное от одноименного антиклинория и разделенное от первого Касахской, а от второго — Мармарикской приразломными узкими впадинами. Поднятие сложено эопалеозойским метаморфическим комплексом фундамента, перекрытым в ядре останцами вулканического покрова верхнеплиоценового возраста небольшой мощности. Последние налегают на вулканогенно-обломочные образования нижнего-среднего плиоцена, которые в сводовой части поднятия залегают на отметке 2800 м. Этой высотой и определяется амплитуда новейших поднятий. Цахкуняцкое поднятие является прямой формой соотношения новейшей морфоструктуры и основания.

Восточнее Арагацкого поднятия расположена Абовянская (Ереванская) впадина, вытянутая в субмеридиональном направлении вдоль р. Раздан и одноименного разлома. В рельефе она выражена в виде крутосклонной, асимметричной, грабенообразной впадины. Впадина заполнена миоцен-антропогеновыми пестроцветными, гипсосолёными молассовыми, морскими, вулканогенно-обломочными, вулканогенными и озерно-речными образованиями мощностью 1500-2000 м, залегающими на отложениях верхнемел-палеогенового подкомплекса. В миоцене эта впадина была связана с впадиной Большого Севана, о чем свидетельствует наличие сарматских и, по всей вероятности, среднемиоценовых солёных отложений в обеих впадинах. В плиоцене и антропогене, в результате интенсивного поднятия Гегамского хребта, эта связь разрывалась. По отметкам залегания сарматских песчано-глинистых отложений устанавливается амплитуда неотектонического поднятия: в Приереванском районе она достигает 500 м, в ущелье р. Раздан, у здравницы Арзни и с. Гетамеч — 1200-1250 м, в районе гор. Раздан — 1500 м, а севернее последнего 1600-1700 м.

Огромное пространство к западу от Разданской впадины представлено высоким вулканическим нагорьем. В его пределах с запада на восток могут быть выделены Гегамское поднятие, обрамляющее южный склон Севанской впадины, Аргичинская впадина, имеющая субмеридиональное простирание, и Варденисское поднятие, имеющее отчетливо выраженное субширотное простирание. Границы между этими тремя структурными формами представлены системами разрывов, подтвержденных геологическими и геоморфологическими данными.

Новейшая структура Гегамского поднятия представлена оваловидным воздыманием. С поверхности оно сложено плиоцен-четвертичным лавовым покровом мощностью 250-300 м, под которым не исключено наличие антиклинальной структуры в сводовой части поднятия. Об этом свидетельствует подъем уклона поверхности вохчабердской свиты к водоразделу Гегамского хребта и обратный уклон в сторону оз. Севан. Неотектоническое воздымание морфоструктуры оценивается в 2800-3000 м.

Варденисское поднятие сложено ниже-среднеплиоценовыми вулканогенно-обломочными и плиоцен-четвертичными вулканическими породами мощностью 250-300 м, залегающими на отметке более 3000 м, которая и оценивается амплитудой его новейшего поднятия. Новейшая тектоника этого поднятия выражена тем, что вулканический чехол прорезан до основания глубокими долинами рек и обнажен складчатый палеогеновый подкомплекс.

Гегамское и Варденисское поднятия разделены Аргичинской впадиной, примерно совпадающей с долиной р.Аргичи. Впадина сложена палеозойскими карбонатными породами, перекрытыми мел-палеогеновыми отложениями, залегающими на отметке 2300-2400 м, частично перекрытыми речными отложениями, в которых меандрирует р.Аргичи.

На востоке Варденисское поднятие граничит с Верхневоротанской впадиной. По косвенным геоморфологическим данным, эта впадина является грабенообразной и ограничена развивающимися разрывами. Заполнена она верхнеплиоценовой диатомитовой толщей сисианской свиты мощностью порядка 300 м и потоками верхнеплиоценовых и четвертичных лав, стекавших в долину р.Воротан с Карабахского нагорья. Амплитуда новейшего поднятия достигает здесь от 1500 до 2000 м, которая нарастает вдоль обратного течения р.Воротан с юго-востока на северо-запад. Далее следует Карабахское поднятие, которое испытало значительное воздымание за конэрозионный этап развития. По сути карабахское поднятие является юго-восточным продолжением Варденисского поднятия. Поэтому тектоника его во всем идентична тектонике Варденисского поднятия. Неотектоническое воздымание в центральных частях поднятия превышает 3000 м.

По данным продольных профилей установлены некоторые различия в строении северных и южных новейших структур центральной Армении. Для систем хребтов-поднятий северной части характерны выходы на дневную поверхность древних денудационных поверхностей и в основном древних поверхностей и обращенный тип новейших морфоструктур по отношению к основанию, южная часть представляет собой сложнопостроенные вулканические нагорья с трехкилометровой амплитудой новейшего поднятия, разделенные субмеридиональными грабенообразными впадинами.

В центральной части интенсивно дифференцированной сводово-глыбовой поднятой зоны между Арегуни-Севанским и Гегам-Варденисским поднятиями расположена Севанская впадина, состоящая из впадин Большого и Малого Севана.

Впадина Большого Севана, которая выполнена карбонатно-терригенными отложениями среднего миоцена, вулканогенно-обломочными породами нижнего-среднего плиоцена, пресноводно-озерными образованиями верхнего плиоцена и антропогена, имеет суммарную мощность порядка 2000 м. Фундаментом впадины являются дислоцированные отложения верхнего мела и эоцена, которые выступают на поверхность в ее краевых частях. Особенностью впадины является то, что заполняющие впадину плиоценовые и нижнечетвертичные отложения на Сарикаинском мысе (юго-западный борт озера) собраны в несколько пологие складки северо-западного простирания с углами падения крыльев 20-25°. В ядре одной из антиклинальных складок у селения Арцвакар выступают сарматские отложения, которые на высоте 2000 м были вскрыты бурением также у с.Лчашен. Эти отложения на южной периферии г.Арагац, в опущенной ее части, в районе с.Кохи, бурением вскрыты на нулевой отметке. Следовательно, поднятие впадины Большого Севана в послесарматское время — более 2000 м.

Центральная часть Малосеванской впадины заполнена четвертичными озерно-речными отложениями и вулканическими породами мощностью 100-150 м, основанием которых являются вулканогенно-осадочные породы среднего эоцена, которые здесь, по-видимому, залегают на отметке 1600-1800 м, а на периферии оз.Севан (Севанский полуостров и Цицернакабердское поднятие и др.) имеют отметки 2000-2200 м.

Впадины Большого и Малого Севана разделяются Адатапа-Норадузским поперечным поднятием, осложненным Арагат-Севанским живым

разрывным нарушением сбросо-сдвигового типа. Из приведенного можно предположить, что Севанская впадина представляет остаточный прогиб, возникший в начале орогенного периода развития Малого Кавказа, с фундаментом, сложенным из образований верхнего мела и эоцена.

Анализ всего приведенного материала подтверждает, что в неотектоническом (позднеорогенном-послесарматском) этапе развития господствующими являлись преимущественно вертикальные (взбросо-надвиговые и сбросовые) и отчасти горизонтальные (сдвиговые) блоковые движения по разломам. Эти явления обусловили блоковое строение района, которое отчетливо выражено в современной морфоструктуре в виде поднятий и впадин.

Работа выполнена в рамках темы 96-888, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ՏԱՐԱԾՔԻ ԿԵՆՏՐՈՆԱԿԱՆ ԵՎ ԱՐԵՎՄՏՅԱՆ ՄԱՍԵՐԻ ՆՈՐԱԳՈՒՅՆ ՏԵԿՏՈՆԻԿԱՆ

Գ. Պ. Սիմոնյան

Ա մ փ ն փ ու մ

Հողվածում, կազմած խոշորամասշտաբ նորագույն տեկտոնիկայի քարտեզի (1:200000) և կառուցվածքա-երկրաձևաբանական համալիր կողապատկերների ու երկրաբանական տվյալների վերլուծության հիման վրա, դիտարկվում են Կենտրոնական և Արևմտյան Հայաստանի նորագույն տեկտոնական կառույցները, այդ կառույցների բարձրացման ամպլիտուդը նորագույն տեկտոնական ժամանակահատվածում և լեռնագրական ու կառուցվածքային ձևերի փոխհարաբերությունը:

A NEWEST TECTONICS OF THE CENTRAL AND WESTERN PARTS OF THE REPUBLIK OF ARMENIA

G. P. Simonyan

A b s t r a c t

Based on the analysis of the drawn-up large-scale map (1:200000) of newest tectonics, structural-and-geomorphological profiles and geological data, basic neotectonic structures of the Central and Western parts of Armenia, the uplift amplitudes of these structures and orographic structural forms relations are discussed.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бальян С.П. Структурная геоморфология Армянского нагорья и окаймляющих областей. Ереван: Изд ЕГУ, 1969, 390 с.
2. Габриелян А.А., Саркисян О.А., Симонян Г.П. Сейсмотектоника Армянской ССР. Ереван: Изд. ЕГУ, 1981, 270 с.
3. Геология Армянской ССР, том I, Геоморфология. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1962, 586 с.
4. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. М.: Недра, 1968, 483 с.
5. Симонян Г.П., Костенко Н.П. Соотношение структурных и орографических форм территории Армении. – Уч. записки ЕГУ, 1989, №1, с. 116-125
6. Симонян Г.П. О новой карте неотектоники территории Армении. – Уч. записки ЕГУ, 1995, с. 94-99.
7. Симонян Г.П. Карта новейшей (постсарматской) тектоники Северной Армении. – Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1998, LI, №1-2, с 12-17.

ОБ ЭТАПАХ И СТАДИЯХ МИНЕРАЛИЗАЦИИ, ПАРАГЕНЕЗИСАХ, АССОЦИАЦИЯХ И ГЕНЕРАЦИЯХ МИНЕРАЛОВ (НА ПРИМЕРЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ)

© 1999 г. Ш. О. Амирян

Институт геологических наук НАН РА

375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения

Поступила в редакцию 10.06.98

На основании многолетнего и детального изучения рудных месторождений Республики Армения, принадлежащих различным рудным формациям (медной, медно-молибденовой, полиметаллической, золоторудной и др.), автор излагает свое мнение о понятиях "этап", "стадия", "ассоциация", "парагенезис", "генерация" и приводит многочисленные примеры, подтверждающие применение этих терминов на месторождениях Республики Армения.

Этап и стадия минерализации, парагенезис, ассоциация и генерация минералов в различные годы изучались и толковались многочисленными исследователями по-разному [4-12]. В настоящее время также наблюдается разночтение этих терминов, особенно у тех исследователей, которые занимаются вопросами тектоники, геологии рудных месторождений, магматизма, петрологии, петрографии, разработки месторождений и технологии обработки руд. Это и является причиной изложения данной статьи, автор которой в течение ряда лет занимался детальными исследованиями рудных месторождений самых различных формаций (медной, медно-молибденовой, золоторудных, полиметаллических и др.) Республики Армения. Наблюдения автора над рудными телами в забоях горных выработок, штуфными образцами, взятыми из различных горизонтов рудных тел и по их простиранию, а также микроскопическое изучение многотысячных полированных шлифов и штуфных образцов в сопровождении многовидовых анализов руд и минералов позволяют еще раз обратиться к вышеуказанным понятиям и терминам и изложить точку зрения автора по ним на примере рудных месторождений Армении.

Для выяснения генезиса рудных месторождений и прогнозной оценки рудных районов и полей важное значение имеет восстановление хода рудообразующих процессов и определение физико-химических условий образования отдельных минералов, минеральных парагенезисов и ассоциаций. В общем процессе минералообразования, связанного с одним и тем же магматическим источником, выделяются этапы и стадии минерализации. В настоящее время окончательно установлено [4], что под этапом минерализации подразумеваются периоды минералообразования, отделенные друг от друга весьма значительными промежутками времени, а стадией минерализации — периоды минералообразования, разделенные во времени короткими интервалами, но протекающие в течение одного этапа рудообразования.

Продукты этапов и стадий минерализации характеризуются общими чертами минералогии и геохимии руд. Но общие минералого-геохимические особенности более ярко и четко, количественно и качественно проявляются внутри отдельных этапов и рядов стадий.

Результатами этапов минерализации (рудообразования) являются

месторождения собственно магматического, пегматитового, пневматолито-гидротермального, контактово-метасоматического и гидротермального генезиса. Нередко различные этапы минерализации проявляются на одном и том же месторождении. Например, на золоторудном месторождении Меградзор хорошо представлены контактово-метасоматический (скарновый) и гидротермальный этапы рудообразования. В рудах каждого этапа здесь выделяются свои стадии минерализации. На первом этапе образовались магнетит (мушкетовит)-гранатовые (андрадит, альмандин) руды, на них наложена кварц-пирит-халькопиритовая минерализация. В рудном поле отмечаются также кварц-молибденитовая, пирит-борнит-энаргит-халькопиритовая минерализации, которые связаны или с завершающей стадией скарнообразования, или же с другим, более ранним этапом гидротермального рудообразования, хорошо проявленного на Анкаванском месторождении. На Меградзорском месторождении вслед за указанными процессами проявляется гидротермальный этап минералообразования со стадиями: безрудной кварцевой, кварц-пирит-халькопиритовой (с золотом), кварц-карбонат-полиметаллической (золотоносной), кварц-карбонат-золото-теллуридовой и кварц-карбонатной [1]. Отмеченные стадии отличаются минералого-геохимическими и структурно-текстурными особенностями, указывающими на изменение физико-химических условий источника рудообразующих растворов и минералообразования.

Аналогичным образом этапы рудообразования проявлены в Кохбском рудном районе, где на экзоконтакте (частично и эндоконтакте) Кохбского интрузивного массива гранодиоритов и кварцевых диоритов развивается магнетит-гематитовое оруденение скарнового этапа (Цакери-дош, Мисхана, Карцах и др.), а на удалении от массива — медное и медно-молибденовое оруденение гидротермального этапа (Шнох, Кохб, Техут и др.). Здесь также для каждого этапа характерны свои стадии минерализации. За типичным скарнообразованием следуют кварц-гематитовая и кварц-эпидотовая минерализации, на которые наложена пиритовая и пирит-халькопиритовая. В гидротермальном этапе рудообразования на Техутском медно-молибденовом месторождении выделяются кварцевая, кварц-молибденитовая, кварц-пиритовая, кварц-ангидрит-халькопирит-молибденитовая, кварц-ангидрит-пирит-халькопиритовая, кварц-карбонат-пирит-халькопирит-сфалерит-галенитовая, кварц-карбонатная и гипсовая стадии минерализации [2]. Нередко несколько этапов рудообразования проявляются в формировании месторождений гидротермального генезиса. Например, в Зангезурском рудном районе в раннем гидротермальном этапе рудообразования формировались месторождения медных, медно-молибденовых и молибденовых руд (Личк, Каджаран, Агарак, Айгедзор и др.), в среднем гидротермальном этапе образовались полиметаллические и золото-полиметаллические месторождения (Аткиз, Пхрут, Личквас, Тей, Тертерасар и др.) с характерными для них стадиями минерализации. В завершающем этапе гидротермального рудообразования формировались низкотемпературные реальгар-аурипигментовые рудопроявления (Салварт). Такая же картина наблюдается в Памбакском, Севанском, Чкнах-Базумском рудных районах.

Этапы рудообразования выделяются на основании взаимоотношений рудных тел с интрузивными и особенно жильными породами, высокотемпературного минералообразования и гидротермального метасоматоза, различного состава руд и гидротермальных метасоматитов, приуроченности их к различным структурам, нередко самостоятельного проявления продуктов отдельных этапов в пространстве.

Стадии минерализации выделяются на основании пересечения ранних минеральных агрегатов жилами и прожилками новой стадии минерализации, брекчирования ранее отложенных руд и цементацией их отложения.

ми новых стадий минерализации (брекчиевые, кокардовые текстуры), состава минеральных парагенезисов, отвечающих различным стадиям, изменения температуры выделения минералов (каждая стадия начинается в высокотемпературных условиях и завершается в низкотемпературных), последовательности выделения минералов каждой стадии, взаимного и тесного срастания минералов отдельных стадий, характера гидротермального изменения пород, сопровождающих каждую стадию, проявления продуктов различных стадий на разных горизонтах и участках месторождений и приуроченности их к различным структурам, химического и минерального состава и геохимических особенностей продуктов отдельных стадий. При выделении стадий следует иметь в виду, что нередко минеральный состав руд отдельных стадий может меняться по падению и простираению рудных тел в результате изменения режима серы и кислорода, концентрации элементов, реакции растворов с породами и ранее отложенными рудами и трещинными водами, нарушения равновесия растворов и т.д., так что при выделении стадии все перечисленные выше условия следует учесть комплексно.

Стадии минерализации выделены почти на всех месторождениях меди, молибдена железа, золота, свинца, цинка, сурьмы, мышьяка и других металлов Республики Армения [1, 2, 3] и их наличие сомнения не вызывает. Порядок выделения стадий минерализации для месторождений отдельных рудных формаций почти один и тот же. Кроме того сходна и последовательность выделения минералов в общем процессе рудообразования и в каждой стадии минерализации в частности.

Таким образом, приведенные факты подтверждают выделение этапов и стадий минерализации в рудообразовательном процессе. Они являются временными понятиями, обозначающими периоды минералообразования, которые свои вещественные проявления находят в образовании генетических, формационных и минеральных типов месторождений и минеральных типов руд, парагенезисах, ассоциациях и генерациях минералов.

Ассоциация минералов — это совокупность минералов, объединяющая существующие на данном месторождении парагенезисы вне зависимости от условий их образования.

Парагенетическая ассоциация (парагенезис) минералов — это группа минералов, которые тесно срастаются друг с другом и образовались в определенных структурных и физико-химических условиях, на определенной стадии минерализации, в результате последовательного отложения минералов. Нередко вследствие изменения физико-химических условий минералообразования и факторов равновесия в рудообразующих системах в одной стадии минерализации могут образоваться несколько парагенезисов.

Часть исследователей [7] на основании устойчивых минеральных парагенезисов выделяют жильные формации (золотые, золото-серебряные, медные, свинцово-серебряно-цинковые и др.), что, по нашему мнению, содержит определенные неточности. Отмеченные формации на практике характеризуются несколькими парагенезисами (стадиями минерализации). Каждая жила отвечает парагенезисам минералов, и только их совокупность составляет основу выделения формаций руд. Например, на территории Республики Армения выделены [3] несколько рудных формаций золота, железа, меди, молибдена, свинца, цинка, сурьмы, мышьяка, марганца, ртути и др. металлов, где каждая формация соответствует определенным устойчивым парагенезисам минералов. Следовательно, придавать равносильное значение формациям и парагенезисам нет оснований. Под рудной формацией понимается группа месторождений с характерными устойчивыми парагенезисами минералов, образованных в сходных геологических, физико-химических условиях, в определенной последовательности, неза-

висимо от времени образования.

В рудных месторождениях и полях наблюдается определенное чередование минералов как в пространстве, так и во времени, что обусловлено минералого-геохимическими особенностями руд и элементов, и физико-химическими условиями минералообразования. Эта последовательность отличается от нормальной последовательности рудных формаций. Последовательность рудообразования часть исследователей [8-12] объясняют последовательным отложением руд различного состава вокруг родоначального магматического очага (батолиты) из рудоносных растворов по мере удаления их от магматического источника и последовательного понижения температуры очага (зональность Эммонса). Другие исследователи [2-6] эту зональность называют пульсационной, когда зональность образуется в результате пульсирующего (стадийного), прерывистого характера дистилляции рудоносных растворов, обусловленного многократным возобновлением трещинообразования параллельно с остыванием магматического очага и изменением состава рудоносных растворов, поступающих из глубинного очага. Первый тип зональности не проявляется полностью ни в одной области. Ее отдельные члены (парагенезисы, формации) проявляются в различных рудных областях, районах и полях. Следует отметить, что в последовательности выделения рудных формаций, стадий минерализации и минералов существует много общего, так как во всех случаях действуют общие законы геохимии и кристаллохимии элементов и их атомов в зависимости от геологических и физико-химических условий рудообразования. По всей вероятности, в природе существуют оба типа зональности.

Генерациями минералов называют разновременные выделения одного и того же минерала из данного раствора или расплава (рекурренция). Если более молодые выделения минералов воспроизводят более ранние условия минералообразования, то говорят о явлениях реювенации. В стадиях минерализации в результате изменения физико-химических параметров нарушается их равновесие и выделяются новые генерации одного и того же минерала. При этом форма, размеры и их взаимоотношение с другими ассоциирующими минералами могут быть самыми различными.

Например, на Зодском месторождении в полисульфидных рудах, наряду с крупнозернистыми, идиоморфными выделениями пирита (одного из ранних минералов) существуют тонкозернистые агрегаты сферического облика, образованные из коллоидных растворов или же за счет разложения пирротина. Этими агрегатами обрастают крупные зерна раннего пирита, арсенопирита, сфалерита и халькопирита. А их звездчатые полости выполнены поздними генерациями халькопирита, блеклых руд и др. минералов. Аналогичные явления наблюдаются и для арсенопирита, когда высокотемпературный крупнозернистый арсенопирит обрастает низкотемпературным игольчатым арсенопиритом второй генерации. Различные генерации существуют и для других минералов — кварца, карбоната, золота, сфалерита, халькопирита и др., что подтверждается их возрастными взаимоотношениями с ассоциирующими минералами данной стадии минерализации.

Таким образом, наблюдения над рудными телами и агрегатами минералов из различных генетических и формационных типов месторождений Республики Армения подтверждают существование этапов и стадий минерализации, а также различных парагенезисов и генераций минералов в рудообразовательном процессе, указывающих на длительный и сложный его характер.

Работа выполнена в рамках темы 96-108, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

**ՀԱՆՔԱՅՆԱՑՄԱՆ ԷՏԱՊՆԵՐԻ ՈՒ ՓՈՒԼԵՐԻ, ՄԻՆԵՐԱԼՆԵՐԻ
ՊԱՐԱԳԵՆԵԶԻՄՆԵՐԻ, ԱՍՈՑԻԱՑԻԱՆԵՐԻ ԵՎ ԳԵՆԵՐԱՑԻԱՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ
(ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ՄԵՏԱՂԱՅԻՆ
ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ)**

Շ. Հ. ԱՄԻՐՅԱՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հայաստանի Հանրապետության մետաղային Հանքավայրերի երկարամյա և մանրակրկիտ ուսումնասիրություններով Հաստատվում է այն իրողությունը, որ Հանքառաջացման պրոցեսներում արտահայտվում են էտապ, փուլ, միներալների պարագենեզիսներ, ասոցիացիաներ և գեներացիաներ Հասկացությունները: Էտապը և փուլը Հանքայնացման տեղողության արտահայտությունն են, որոնք իրարից տարբերվում են նրանց միջև ընկած ժամանակահատվածի երկարատևությամբ: Էտապներն իրարից անջատվում են Համեմատաբար երկար ժամանակով, իսկ փուլերը՝ միևնույն էտապի տարբեր Հատվածների Հաջորդական արտահայտությունն են, կտրված մեկը մյուսից Համեմատաբար կարճ ժամանակով: Էտապները միմյանցից տարբերվում են Հանքայնացման պրոցեսների գենեզիսով, միներալային, երկրաքիմիական և այլ առանձնահատկություններով: Օրինակ առանձին էտապների արտահայտությունն են մագմատիկ, պեգմատիտային, կոնտակտ-մետասոմատիկ և հիդրոթերմալ Հանքավայրերը:

Հանքայնացման փուլերը կազմում են մեկ ընդհանրություն, որտեղ առանձին փուլեր իրարից տարբերվում են միներալային կազմի, երկրաքիմիայի, ստրուկտուր-տեքստուրային ոչ կտրուկ առանձնահատկություններով, տարածքային ոչ լայն ցրվածությամբ և Հանքայնացման միևնույն ազդյուլի Հետ ունեցած կապով:

Պարագենեզիսները դրանք Հանքայնացման տարբեր փուլերին բնորոշ պրոցեսների արտահայտությունն են: Մեկ փուլին կարող է բնորոշ լինել միներալների մեկ կամ մի քանի պարագենեզիս, պայմանավորված այդ պրոցեսների ֆիզիկա-քիմիական պայմանների փոփոխությամբ, որը երբեմն բերում է միևնույն միներալի տարբեր սերունդների (գեներացիաների) առաջացման, որոնք տարբերվում են ձևերի, չափերի, երկրաքիմիական առանձնահատկությունների արտահայտությամբ: Միներալների ասոցիացիան միևնույն Հանքավայրում Հանդիպող բոլոր միներալների ամբողջությունն է, առանց փուլերի և պարագենեզիսների ու գեներացիաների տարանջատման:

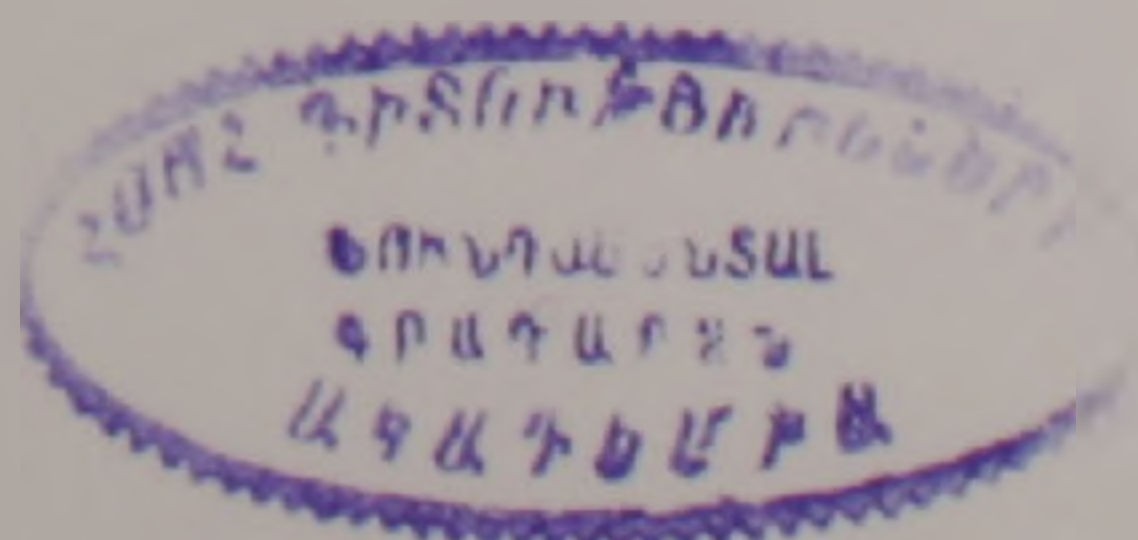
Նշված Հասկացությունների և նրանցով արտահայտված պրոցեսների բացահայտումը և ուսումնասիրությունը կարևոր է Հանքավայրերի գենեզիսի, հեռանկարների պարզաբանման ասպարեզում:

**ON STAGES AND BASES OF MINERALIZATION, PARAGENESIS,
ASSOCIATIONS AND GENERATION OF MINERALS
(ON THE EXAMPLE OF ORE DEPOSITS
IN THE REPUBLIC OF ARMENIA)**

Sh. H. Amiryan

A b s t r a c t

Based on the many-year and detailed studies of ore deposits in the Republic of Armenia, which belong to various ore formations (copper, copper-molybdenum,



complex ore, gold-ore, etc.) the author express his opinion on the concepts of "stage", "base", "association", "paragenesis" and "generation" and gives numerous examples confirming the application of these terms and their occurrence in deposits of the Republic Armenia.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амирян Ш.О. Золоторудные формации Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1984, 304 с.
2. Амирян Ш.О., Пиджян Г.О., Фарамазян А.С. Стадии минерализации и минералы руд Техутского месторождения. – Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, т. XL, №4, с. 31-44.
3. Амирян Ш.О., Межлумян Г.Б., Фарамазян А.С., Пароникян В.О. Главные рудные формации РА, их генетические особенности и проблемы дальнейших исследований. – Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1995, т. XLVII, №1, с. 3-8.
4. Бетехтин А.Г., Генкин А.Д., Филимонова А.А., Шадлун Т.Н. Текстуры и структуры руд. М: Госгеолтехиздат, 1958, 295 с.
5. Петровская Н.В. Характер золотоносных минеральных ассоциаций и формаций золотых руд СССР. – В кн.: Ген. проблемы руд. М: Госгеолтехиздат, 1960.
6. Смирнов С.С. К вопросу о зональности рудных месторождений. – Изв. АН СССР, серия геол., 1937, №6.
7. Шнейдерхен Г. Рудные месторождения. – М: Изд. ИЛ, 1958, 501 с.
8. Эммонс В. Отношение металлоносных жильных систем к массивам изверженных пород. – Гос. геол. разв. изд., 1933.
9. Graton L.C. The depth-zones in ore deposition. Econ. geol., 28.6, 1933, p. 136-156.
10. Niggli P. Ore deposits of magmatic origin. London, 1929.
11. Lindgren W. Mineral deposits 4-th ed. New-Jork. 1933.
12. Park Ch.F. The zonal theory of ore deposits. Econ. geol. Fiftith Amnniversory Volume, pt I, 1955, p. 226-248.

О ВИДАХ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И К ИХ БИОГЕОХИМИИ НА СЕРПЕНТИНИТАХ БАССЕЙНА р.ВЕДИ (ВЕДИНСКАЯ ОФИОЛИТОВАЯ ЗОНА ЗАКАВКАЗЬЯ)

© 1999 г. М. А. Сатиан*, В. А. Манамян**, И. Н. Мальгошева*

**Институт геологических наук НАН РА*

375019 Ереван, пр.Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения

***Институт ботаники НАН РА*

375063 Ереван, Аван

Поступила в редакцию 23.06.98

Исследована растительность на серпентинитах верховий р.Веди (Хосровский заповедник), выявлен ограниченный видовой состав растительности сравнительно с растительностью на вмещающих серпентиниты породах, анализированы содержания в золе растений магния, хрома, никеля, кобальта и ванадия и соотношения с содержаниями этих элементов в серпентинитах, обсуждены экологические условия развития растительности.

Интерес к растительности на серпентинитах предопределяется уникальным составом этих пород – высокой магнезиальностью и крайне низкими содержаниями кальция, натрия, калия – важнейших химических элементов жизнедеятельности. К настоящему времени также выявлена биоактивность минералов группы серпентина, что придает серпентинитам большую актуальность и значение в экологических оценках [7,8].

Территория Армении отличается значительным развитием пород офиолитовой ассоциации, к которым приурочены выходы серпентинизированных ультрабазитов. Из известных трех офиолитовых зон – Севано-Акеринской, Зангезурской и Вединской – серпентиниты последней выбраны как объект исследования прежде всего ввиду высокой геологической и ботанической изученности территории Хосровского заповедника.

Краткая геологическая характеристика офиолитовой ассоциации басс. р.Веди

В верховье басс. р.Веди выходы офиолитовой ассоциации слагают ядро Вединского антиклинория (рис.1). В разрезе выделяется известняково-кремнисто-вулканогенная формация позднеюрского-валанджинского возраста. Ее протрузивно прорывают и по мелким пологим надвигам перекрывают пластины и брекчированные близвертикальные тела серпентинизированных ультрабазитов, размеры которых обычно не превышают 100-150 м²; хотя известны и более крупные выходы, как, например, по левобережью верховья р.Веди, в верховье р.Манкук – их площадь достигает первых нескольких кв.км. Выше по разрезу на породах известняково-кремнисто-вулканогенной толщи, местами же и на серпентинитах, залегают щелочные базальты, относимые к альб-раннеконьякскому времени. В верхах разреза нередко субвулканические трахиты и их потоки, по всему разрезу базальтов прослеживаются мелкие линзы, реже пласты микрозернистых известняков с остатками поздне-меловых фораминифер. В отличие от нижней верхняя вулканогенная

толща гораздо менее дислоцирована и к южному краю офиолитовой зоны фациально замещена мелководными известняково-терригенными отложениями [5]. В ее пределах серпентиниты крайне редки: мелкие протрузии в ядрах складок. Состав серпентинитов весьма однообразен: это существенно хризотил, изредка антигорит и брусит — минералы группы серпентина, слагающие до 90-98% породы. Оливин, практически полностью замещен серпентином, отмечается мелкая россыпь магнетита. В минеральном составе шлихов в иммерсии выявляются редкие авгит и диопсид, изредка встречаются зерна титан-авгита, отмечены актинолит и тремолит, из аксессуарных — бесцветный и желтоватый гранат андрадитовой группы, хромит и пикотит, циркон, встречается флюорит. Нижняя вулканогенная толща вмещает диатремы туфов щелочных витрических лампрофиров, диаметром не более 150 м, а также субвулканические витрические андезиты, диаметром от нескольких десятков до сотен метров.

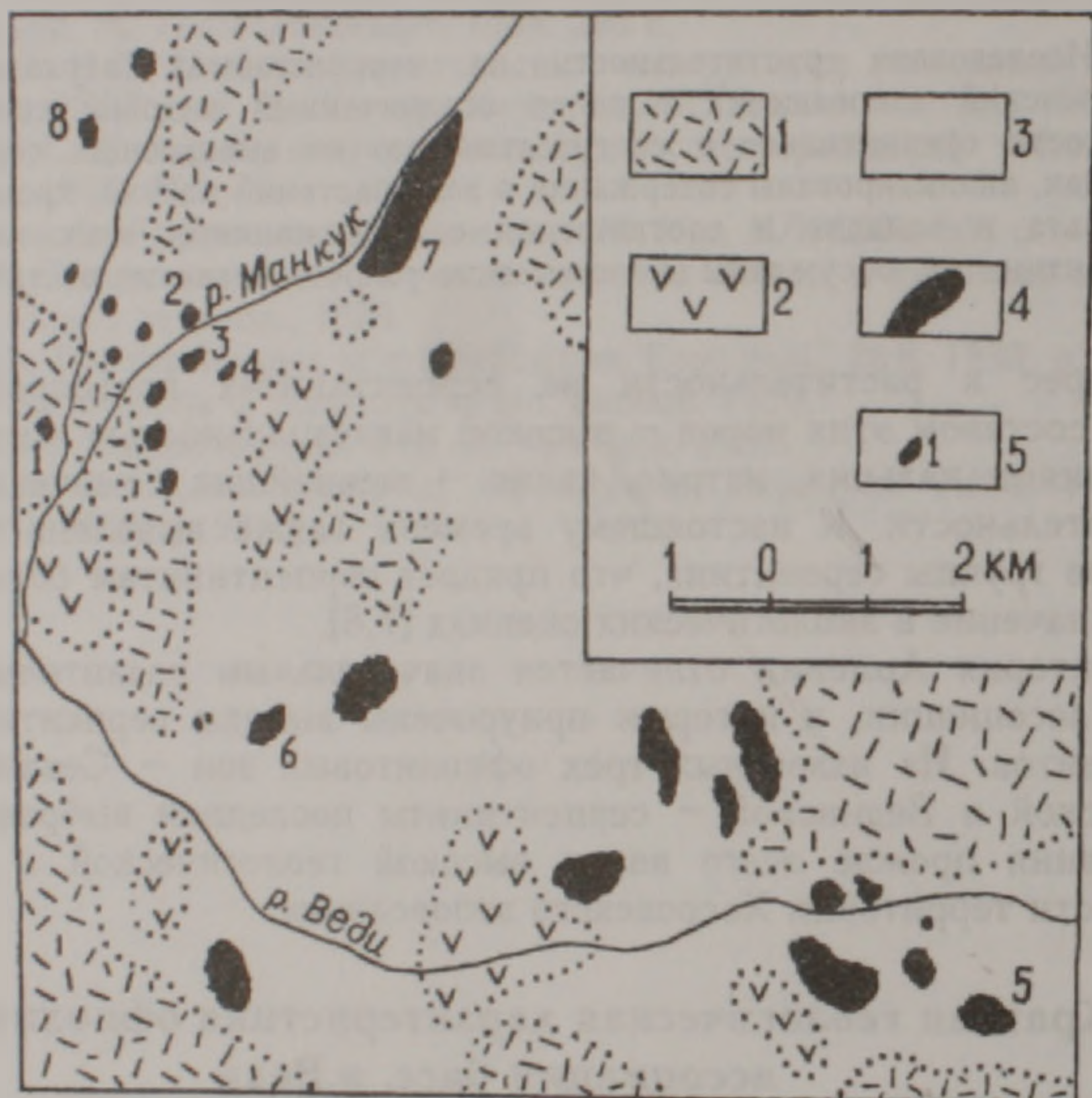


Рис.1. Схема геологического строения верхний басс. р.Веди. Усл. обозн 1. Надофиолитовый комплекс (без расчленения). Поздний коньяк-кайнозой. 2. Субвулканические витрические андезиты. Поздний мел. 3. Известняково-базальт-щелочнобазальт-трахитовая толща. Поздняя юра — ранний коньяк. 4. Выходы серпентинитизированных ультрабазитов. 5. Пункты отбора растительности с серпентинитов.

Растительность на серпентинитах. Исследования проводились на площади до 100 км² на высотах от 1400 до 1800 м над ур.м., климатические условия сухие, континентальные, с большим перепадом температур за сутки и по временам года. Среднемесячная температура воздуха в августе достигает +22-27°C при максимальной до +40°C и при абсолютном минимуме зимой до -30°C (средняя в январе -7°C). Осадки незначительные — около 250-350 мм в год, в основном в зимне-весенний период, снежный покров неглубокий. Относительная влажность воздуха летом 30-35%, зимой — 60-65% [1,10]. Почвы пестроцветные и каштановые, маломощные, хрящеватые, относятся к почвам сухих степей. Флора горно-ксеро-

фильных и фриганоидных формаций насчитывает более 1000 видов. Она перемежается с формирующимися из *Juniperus polycarpus* C.Koch редкостоями на склонах гор басс. рек Веди и Манкук. На отдельных участках выступают как фоновые *Stachys inflata* Benth, *Teucrium polium* L., *Artemisia fragrans* Willd., *A. incana* L. Ксерофильные кустарники представлены видами *Amygdalus fenzliana* (Fritsch) Lipsky, *Rhamnus pallasii* Fisch et C.A.Mey., *Atraphaxis spinosa* L., камеденосными *Astragalus microcephalus* Willd., *A. strictifolius* Boiss., кустами *Rosa canina* L. (S.st.). На склонах северных экспозиций примешиваются виды, характерные для лесных формаций — *Lonicera iberica* L., *L. caucasica* Pall., *Jasminum fruticans* L., *Berberis vulgaris* L. Проведенные в сентябре-октябре исследования растительности на серпентинитах и некоторых смежных породах (лампрофировых туфах и радиоляритах) приводят к выводу о скудности растительности на серпентинитах по их количеству и видовому составу (табл.1). По числу видов и родов главенствуют семейства *Asteraceae*, *Lamiaceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Apiaceae*, *Rosaceae*, *Scrophulariaceae*.

Таксономический состав растительности на серпентинитах наиболее разнообразен на склонах северо-западных экспозиций. Низкая механическая прочность серпентинитов и их тектоническая раздробленность обуславливают механическое выветривание поверхности обнажений пород и несохранность почвенного покрова. Он образуется лишь в редких условиях склоновых оползней — на оползневых площадках. Как правило, они покрыты аллохтонными почвами (рис.1, обн.8). На остальных оголенных беспочвенных склонах растения корнями уходят в рыхлую дресву серпентинитов.

Распределение магния, хрома, никеля, кобальта и ванадия в растениях на серпентинитах. Выбранный геохимический спектр определяется особенностями состава серпентинитов: необходимо оценить вклад материнских пород в формировании минерального (химического) состава растений, их способность концентрировать те или иные элементы.

Аналитические методы: спектральный приближенно-количественный анализ золы растения (спектрометр ДФС-13, с использованием соответствующих эталонов), проведены также контрольные силикатные химические анализы на магний, кремнезем. Всего проведено анализов 150 проб золы растений (лаборатория ИГН). Для оценки вероятного источника заимствования растениями химических элементов проведен минералогический анализ серпентинитов и геохимическое их изучение.

Содержание магния, а также микроэлементов в золе растений приведено в таблице 2. Для сопоставления проанализированы растения на туфах лампрофиров, соседствующих с выходами серпентинитов, и на радиоляритах. Также использованы данные по химизму этих материнских пород. Всего проанализированы спектральным методом 35 проб золы растений на туфах и радиоляритах.

Результаты показывают весьма значительные вариации содержаний химических элементов в золе разных видов внутри одного семейства, при этом представители семейства *Lamiaceae*, как отмечалось, фоновые, способны концентрировать все изученные элементы, исключая ванадий, тогда как другие растения выделяются по способности концентрировать один или два из изученной группы элемента. Практически все растения, растущие на серпентинитах, содержат повышенное количество магния. В этом отношении их среднее содержание (табл.2) отражает характерную особенность вовлекать магний в состав и корней, и надземной части. Относительно высокое содержание магния обнаружено в корнях *Bupleurum exaltatum* Bieb., *Chondrilla juncea* L. и в листьях *Ephedra procera* Fisch. et C.A.Mey.

Таксономический состав флоры на серпентинитах бассейна рр. Веди и Манкук

Семейство, род, вид	Точка сбора растений	Семейство, род, вид	Точка сбора растений
Apiaceae	6	<i>Melilotus officinalis</i> L.	5;6; 8*
<i>Astrodaucus oritntalis</i> (L.) Drude	1;6;7; 8*	<i>Onobrychis cornuta</i> (L.) Desv.	3
<i>Bupleurum exaltatum</i> Bleb.		Hypericaceae	
<i>Echinophora orientalis</i> Hegde	7	<i>Hypericum</i> sp.	3
<i>Eryngium billardieri</i> Delar.	6	<i>Hypericum perforatum</i> L.	3;7
Apocinaceae		Lamiaceae	
<i>Trachomitum venetum</i> (L.) Woods	6	<i>Marrubium</i> sp.	2
Asteraceae		<i>Salvia verticillata</i> L.	1;3
<i>Achillea</i> sp.	2;3	<i>Saturea laxiflora</i> C Koch	8*
<i>Artemisia fragrans</i> Wild.	5;6	<i>Stachys inflata</i> Bernth	1;4;6;8*
<i>Artemisia incana</i> (L.) Druce	5;8	<i>Stachys lavandulifolia</i> Vahl.	1;4
<i>Centaurea</i> sp.	6	<i>Teucrium polium</i> L.	1;6
<i>Chondrilla juncea</i> L.	1	<i>Thymus kotschyanum</i> Boiss et Hohen	6
<i>Cichorium intibus</i> L.	5;6	Plantaginaceae	
<i>Helichrysum</i> sp.	1	<i>Plantago lanceolata</i> L.	6
<i>Helichrysum undulatum</i> Ledeb.	6	Poaceae	
<i>Reichardia glauca</i> Matthews	1;7; 8*	<i>Agropyron</i> sp.	6;8*
<i>Serratula coreacea</i> Fisch. et C. Mey	6;7	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	8*
<i>Tanacetum argyrophyllum</i> C. Koch	6	<i>Botriochloa ischaemum</i> (L.) King	8*
<i>Tragopogon</i> sp.	8*	<i>Fragmites australis</i> (Cav.) Trin.	8*
<i>Xantium strumarium</i> L.	8*	Polygonaceae	
<i>Tussilago farfara</i> L.	5	<i>Atraphaxis spinosa</i> L.	1;2;6
Capparaceae		Resedaceae	
<i>Cleome iberica</i> DC.	8*	<i>Reseda lutea</i> L.	8*
Caryophyllaceae		Rhamnaceae	
<i>Acanthophyllum murconatum</i> C.A Mey	6	<i>Rhamnus pallasii</i> Fisch. et C.A Mey	6
Chenopodiaceae		Rosaceae	
<i>Chenopodium botrys</i> L.	2;8*	<i>Crataegus laciniata</i> Ucria	5
Cupressaceae		<i>Poterium polygamum</i> Waldst.	6
<i>Juniperus polycarpus</i> C Koch	2	<i>Rosa</i> sp.	5
Ephedraceae		Rubiaceae	
<i>Ephedra procera</i> Fisch. et C.A Mey	1	<i>Asperula glomerata</i> (Bieb.) Griseb.	6
Euphorbiaceae		Scrophulariaceae	
<i>Euphorbia orientalis</i> L.	6;7;8*	<i>Scrophularia rupestris</i> Bieb. ex Willd.	8*
<i>Euphorbia seguierana</i> Neck.	6	<i>Scrophularia thesioides</i> Boiss et Buhse	7;8*
Fabaceae		<i>Verbascum cheiranthifolium</i> Boiss.	8*
<i>Astragalus microcephalus</i> Willd.	1;6;7	Bryopsida	
<i>Astragalus strictifolius</i> Boiss	3	<i>Tortula ruralis</i> (Hedw.) Crome	1

Примечание: цифрами (1-7) указаны места сбора растений на серпентинитах (см. карту – рис.1); 8* – сборы с выхода серпентинитов с аллохтонной почвой (обн. №8).

Средние содержания химических элементов в золе растений
на серпентинитах (в вес. %)

Семейство	Mg	Cr	Ni	Co	V
Apiaceae (17)	8,09	0,018	0,012	0,002	0,0053
Apocinaceae (2)	5,85	0,0067	0,013	0,0007	0,0025
Asteraceae (43)	8,84	0,023	0,027	0,0023	0,006
Capparaceae (2)	10,3	0,023	0,012	0,003	0,0042
Caryophyllaceae (2)	10,8	0,027	0,015	0,002	0,0095
Chenopodiaceae (4)	11,1	0,025	0,032	0,0025	0,0041
Euphorbiaceae (8)	10,44	0,024	0,017	0,003	0,011
Fabaceae (15)	9,24	0,021	0,031	0,0028	0,036
Hypericaceae (5)	6,78	0,014	0,0056	0,0026	0,0073
Lamiaceae (25)	8,8	0,04	0,033	0,004	0,0058
Plantaginaceae (1)	10,0	0,018	0,013	0,001	0,0083
Poaceae (7)	7,4	0,02	0,031	0,003	0,008
Polygonaceae (5)	12,92	0,011	0,013	0,0034	0,0083
Resedaceae (3)	9,43	0,035	0,015	0,0025	0,007
Rhamnaceae (1)	5,6	0,002	0,002	—	0,0042
Rosaceae (5)	6,4	0,012	0,026	0,0012	0,011
Rubiaceae (2)	6,2	0,025	0,036	0,0013	0,009
Scrophulariaceae (4)	5,37	0,021	0,0094	0,003	0,0068
Серпентиниты (15)	19,7	0,234	0,165	0,001	0,015

Примечание: в скобках — число образцов (то же в табл. 3)

Из растений — концентраторов никеля [11,12] на серпентинитах более высокие содержания Ni обнаружены в корнях *Astragalus strictifolius* Boiss (0,5%), в листьях *Atraphaxis spinosa* L. (0,1-0,75%), повышенные содержания свойственны корням *Bupleurum exaltatum* Bieb., *Reichardia glauca* Mattews, *Teucrium polium* L. и листьям *Salvia verticillata* L. (0,075-0,09%), *Chondrilla juncea* L. Пики содержания кобальта в растениях на серпентинитах практически не выявляются. Относительно высокие содержания Co отмечены в золе растений на лампрофирах: *Euphorbia orientalis* L. (0,048). Содержание хрома в корнях *Helichrysum* sp. достигает 0,056-0,075%, а в листьях и корнях *Salvia verticillata* L. — 0,056-0,075%, в корнях *Teucrium polium* L. — 0,056%, примерно то же количество в листьях *Tortula ruralis* (Hedw.) Crome. Содержание хрома в золе растений на серпентинитах устойчиво превышает таковые в растениях на туфах щелочных лампрофиров и особенно на радиоляритах. Высокие содержания ванадия определены в листьях *Helichrysum* sp. (0,013-0,015%).

При анализе этих результатов следует исходить из форм нахождения химических элементов в породах субстрата и устойчивости минерала-

носителя относительно разложения корнями растений, трещинными и внутрипоровыми водами. Высокие значения коэффициента концентрации магния и некоторых других элементов в туфах щелочных лампрофиров вызваны тем, что основную массу этих пород составляют легко разлагаемые щелочно-основные вулканические стекла, главные носители изученных химических элементов.

Таблица 3

Средние содержания химических элементов в золе растений на туфах щелочных лампрофиров и радиоляритах (в вес. %)

Семейство	Mg	Cr	Ni	Co	V
В золе растений на туфах лампрофиров					
Apiaceae (4)	7.65	0.025	0.009	0.009	0.015
Asteraceae (2)	9.5	0.014	0.009	0.002	0.0042
Euphorbiaceae (4)	8.1	0.024	0.018	0.020	0.0037
Lamiaceae (9)	6.98	0.019	0.010	0.033	0.0033
Poaceae (2)	2.8	0.009	0.009	0.0013	0.005
Scrophulariaceae (2)	10.0	0.007	0.002	0.0006	0.002
Cupressaceae (1)	5.6	0.01	—	0.0008	0.01
Среднее	7.23	0.015	0.0095	0.005	0.006
В золе растений на радиоляритах					
Lamiaceae (9)	3.1	0.007	0.037	0.0009	0.0037
Scrophulariaceae (2)	2.4	0.015	0.004	0.0008	0.003
Породы					
Туфы щелочных лампрофиров	4.30	0.022	0.018	0.0045	0.016
Радиоляриты	0.78	0.007	0.0037	0.0009	0.0037

Таким образом, свойства адаптации растений к возможности концентрации химических элементов должны быть учтены, наряду с устойчивостью к разложению пород, что predetermined не только внешними факторами воздействия (климат, гидрогеохимия, способность растений разлагать породу), но и петрографо-минералогическими их особенностями.

Приведенные в таблицах 2, 3 средние содержания химических элементов в золе растений и в породе субстрата примерно отражают картину для каждого семейства и могут быть использованы для выявления некой тенденции концентрировать растениями химические элементы в виде ряда концентраций. Для растений на серпентинитах этот ряд ($Mg > V > Co > Cr > Ni$) несколько отличается от ряда концентраций для растений на туфах щелочных лампрофиров ($Mg > Cr > Ni > Co > V$) и на радиоляритах ($Mg > Cr > V > Cr > Ni > Co$).

Остается не изученным воздействие пород на растение физическим полем, выявленным для минералов группы серпентина [7]. В первом приближении оно связано с их кристаллической структурой и частотой ее колебаний. Вопрос этот заслуживает специального изучения. Дресва

серпентинитов непосредственно включает корни растений и контактное полевое воздействие на них здесь вероятно. Отметим, что аппликация некоторых минералов группы серпентина на раковые клетки человека вызывает лизис этих клеток [7]. Кроме того, статистически обнаружено, что у проживающих на магнезиальных почвах людей менее проявлены раковые заболевания, хотя интерпретация механизма воздействия — химического или физического остается далеко неясной.

В завершение обзора подчеркнем, что выявлен резко ограниченный видовой состав растений на серпентинитах сравнительно с растительностью всего исследованного региона.

Содержание макро- и малых химических элементов в растениях на серпентинитах по источнику явно связано с породами субстрата.

Намечается зависимость уровня концентрации микроэлементов в растениях от петрографо-минералогических особенностей породы субстрата, форм нахождения химических элементов в породе. Перспективно изучение физического, полевого воздействия минералов пород субстрата на растения в дополнение к выявляемым химическим связям между субстратом и растениями.

Серпентиниты имеют значительное развитие на территории Армении — наиболее крупные их массивы сосредоточены на Базумском и Севанском хребтах (Севано-Акеринская офиолитовая зона), относительно меньшие — в Зангезурской и Вединской офиолитовой зонах. Серпентиниты оказывают решающее влияние на формирование магнезиального состава вековых вод оз.Севан [6], подземных минерализованных вод. Таким образом, проблема экологии на выходах серпентинитов — одна из актуальных для региона и заслуживает дальнейших комплексных исследований, включая вопросы широкого развития эндемичных форм растений [3,11], концентрирования макро- и микроэлементов, более общие проблемы историко-геологического взаимодействия серпентинитов и биосферы.

Работа выполнена в рамках темы 96-113, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

ՎԵՂԻ ՓԵՏԻ ՎԵՐԻՆ ՀՈՍԱՆՔԻ ԱՎԱԶԱՆՈՒՄ ՍԵՐՊԵՆՏԻՆԻՏՆԵՐԻ ՎՐԱ ՏԱՐԱԾՎԱԾ ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ԿԵՆՍԱԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱՆ (ԱՆԴՐԿՈՎԿԱՍԻ ՎԵՂՈՒ ՕՖԻՈԼԻՏԱՅԻՆ ՓՈՏԻ)

Մ. Ա. Սաթիան, Վ. Ա. Մանակյան, Ի. Ն. Մալգոշևա

Ա մ փ ո փ ու մ

Վեղու գետափազանում (Խոսրովի արգելանոց) սերպենտինիտների վրա հայտնաբերված է սահմանափակ տեսակային կազմի բուսականություն, ապարների որոնք գրեթե զուրկ են գոյապահպանման համար կարևորագույն Ca, Na, K էլեմենտներից: Ուսումնասիրված են Mg, Cr, Ni, Co և V-ի կազմը սերպենտինիտների և բոլսերի մոխրի մեջ, նրանց հարաբերական կոնցենտրացիան և չափերը:

Քննարկված են բոլսերի կազմից սուբստրատի ապարներին պատկանող քիմիական էլեմենտների կուտակման հարցերը:

THE SPECIES OF PLANTS AND THEIR BIOGEOCHEMISTRY ON THE SERPENTINITES IN THE VEDY RIVER BASIN (THE VEDY OPHIOLITE ZONE OF THE TRANSCAUCASUS)

M. A. Satian, V. A. Manakyan, I. N. Malgasheva

A b s t r a c t

The Vegetation growing on Serpentinities in the Yedy River upstreams (the Khosrov reservation) has been studied. A restricted species composition of the Plants on serpentinites was found. Magnesium, chrome, nickel, cobalt and vanadium concentrations in plants ashes and relation to these elements concentration in the serpentinites were analyzed. Ecological conditions are also discussed.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багдасарян А.Б. Климат Армянской ССР. Ереван: Изд.АН Арм.ССР, 1958, 140 с.
2. Иванова А.В. Можжевельные редколесья Южной Армении. Ереван: Тр.БИН АН Арм.ССР, 1946, с. 109-155.
3. Ковальский В.В., Петрунина Н.С. Геохимическая экология и эволюционная изменчивость растений. Сб. Проблемы геохимии. М.: Наука, 1965, с. 565-578.
4. Ренгартен В.П. Стратиграфия меловых отложений Малого Кавказа. Региональная стратиграфия СССР, т. 6, М.: Наука, 1959, 540 с.
5. Сатиан М.А. Офиолитовые прогибы Мезотетиса. Ереван: Изд.АН Арм.ССР, 1984, 193 с.
6. Сатиан М.А. Геохимия донных осадков и геологическое строение оз.Севан. Изв. АН Армении, Науки о Земле, 1990, №2, с. 3-15.
7. Сатиан М.А., Хангельдян А.Г. Патент №439. Патентное управление Республики Армения, 1997.
8. Сатиан М.А. К геоэкологии серпентинитов. ДНАН РА. т.97, №4, 1997, с. 57-60.
9. Тахтаджян А.Л., Федоров Ан.А. Флора Еревана, Л.: Наука. 1972, 396 с.
10. Физическая география Армянской ССР. Ереван, 1948, 316 с.
11. Brooks R.R., Dunn C.E., Edmondson J., Targuisti K., Asensi A., Reeves R.D. Phytosociological and biochemical observation on the serpentinites vegetation of the Betic Riffian ultramafic of Spain and Morocco. "Ofioliti", №2, 1995, p. 67-80.
12. Petrovic B., Delic G., Tatic B., Marin P. The effect of Geological substratum on the morphology and chemical composition of the plants organs of *Verbascum phoeniceum* L. In IX Colloque (meeting) Optima (IX8), Paris, 12-17 May, 1998.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ЦВЕТНЫХ, БЛАГОРОДНЫХ И РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В РУДАХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ АХТАЛА И ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО – АРМАНИС

© 1999 г. Ш. О. Амирян, М. С. Азизбекян,
А. З. Алтунян, А. С. Фарамазян

*Институт геологических наук НАН РА
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
Поступила в редакцию 18.03.98*

Выяснение характера распределения и формы нахождения цветных, благородных и редких элементов в рудных телах и минеральных парагенезисах имеет важное значение в разработке прогрессивных методов освоения месторождений и комплексной обработке руд. В рудах Ахтальского полиметаллического и Арманинского золото-полиметаллического месторождений установлены различные парагенезисы минералов с характерными для них цветными, благородными и редкими элементами, которые представлены собственными минералами и в виде изоморфных примесей.

Ахтальское месторождение относится к типичной полиметаллической формации, а Арманинское – к золото-полиметаллической.

Рудные тела Ахтальского месторождения, в основном, представлены линзами, гнездами различных размеров, реже зонами прожилково-вкрапленной минерализации и жилами. В строении линз по вертикали наблюдается зональное проявление минеральных типов – сверху выступает барит, затем идут массивные полиметаллические руды, дальше – прожилково-вкрапленные полиметаллические, пиритовые и пирит-халькопиритовые. Нередко отдельные линзы, гнезда и участки полиметаллических тел сложены пирит-халькопиритовыми и барит-теннантитовыми [5,6].

По составу руды относятся к барит-полиметаллическому типу, где установлены пиритовая, пирит-халькопиритовая, полиметаллическая, баритовая и карбонатная ассоциации минералов.

И.Г.Магакьян [6] и В.О.Пароникян [7] выделяют также барит-теннантитовую ассоциацию. Руды характеризуются сложностью минерального состава [3,6,7]. В них установлены пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, борнит, теннантит, энаргит, самородное серебро, ковеллин, халькозин, аргентит, алтаит, штрмейерит, полибазит, стефанит, германит, реньерит, барит, кварц, кальцит, анкерит и другие минералы, приуроченные к отдельным минеральным парагенезисам.

По характеру, морфологическим особенностям и типу минерализации на Арманинском золото-полиметаллическом месторождении выделяются жилы, жильные зоны, зоны прожилково-вкрапленной минерализации и очень редко – рудные столбы. В рудах месторождения по минеральному составу, структурно-текстурным особенностям и времени образования выделяются кварцевый, кварц-пиритовый, кварц-пирит-халькопирит-гематитовый, карбонат-кварц-халькопирит-галенит-сфалеритовый (полиметаллический), карбонат-галенит-сфалеритовый и кварц-карбонат-гипс-цеолитовый парагенезисы минералов [1,2].

Главными минералами руд являются: кварц, кальцит, гематит, пи-

рит, халькопирит, галенит, сфалерит, самородное золото, самородное серебро. Редко встречаются сафлорит, висмутин, теннантит, бурнонит, айкинит, тетрадимит, алтант, гессит, электрум, стильбит, гипс и другие, проявленные в различных количествах и в разных парагенезисах.

Главные элементы руд представлены собственными минералами (различными их генерациями) — пиритом, халькопиритом, гематитом, сфалеритом, галенитом, золотом, второстепенные — как собственными минералами, так и в виде изоморфной примеси (Se, Te, Bi, Cd, Zn, Ni, Co, Ga, Ge и др.). По способу образования выделяются руды метасоматического замещения и простого выполнения. Метасоматическое замещение хорошо проявлено в зонах прожилково-вкрапленной минерализации и на участках наложения различных стадий минерализации (в рудных столбах), а простое выполнение — в жилах.

По геолого-генетическим, минералого-геохимическим особенностям и форме рудных тел, а также формационной принадлежности месторождения Ахтала и Арманис резко отличаются друг от друга. Даже ахтальские полиметаллические руды отличаются от аналогичных Алавердского и Шамлугского месторождений, несмотря на то, что они находятся в одном рудном поле.

Главными рудообразующими элементами на Ахтальском и Арманисском месторождениях являются медь, свинец, цинк, железо, сера, барий, кремний, кальций, золото, серебро, висмут, кадмий, селен, теллур, индий, второстепенное значение имеют ртуть, сурьма, мышьяк, галлий, германий, никель, кобальт и др. элементы [1,2,6,7].

Ниже приводится характер распределения наиболее ценных элементов руд:

Медь является главным элементом в пирит-халькопиритовых (4,5%) и полиметаллических (2,5%) минеральных типах руд. Второстепенное значение имеет в пиритовом (0,12%) типе. На Ахтальском месторождении основными носителями меди являются халькопирит, борнит, теннантит, халькозин, энаргит, эмплектит, виттихенит. Она в виде примеси установлена и в других сульфидах — пирите (0,3%), сфалерите (10%), галените (2,3%). На Арманисском месторождении основная масса меди проявляется в пирит-халькопирит-гематитовых рудах (более 5%), где основными носителями ее являются халькопирит, теннантит и бурнонит. Значительные концентрации меди установлены также в полиметаллических (1,2%) и сфалерит-галенитовых (0,33%) минеральных типах руд. В виде примеси она находится также в пирите (0,13%), сфалерите (0,51%), галените (0,32%). В технологических пробах содержание меди составляет 0,76-1,25%, в среднем 1,04%. Cu:Pb:Zn составляет 1:2,6:1,3.

Свинец — характерный элемент полиметаллических (4,6% — Ахтала, более 10% — Арманис) и сфалерит-галенитовых (более 10% — Арманис) руд. Небольшие концентрации свинца установлены в пиритовых (0,03% — Ахтала, 0,25% — Арманис) и пирит-халькопиритовых (0,17% — Ахтала, 0,33% — Арманис) рудах. В виде примеси свинец установлен в пирите — 0,02% (Ахтала), 0,1% (Арманис), халькопирите — 1,0% (Ахтала), 0,085% (Арманис), сфалерите — 2,8% (Ахтала), 1,16% (Арманис), теннантите — 1,2%, борните — 0,05% (Ахтала), марказите — 0,03%, гематите — 0,02% (Арманис). Концентрация свинца в технологических пробах руд из Арманисского месторождения составляет от 0,68 до 4,64%, Pb:Zn составляет 1:1,23—1:1,25. Так как основным носителем свинца в рудах является галенит, то его неравномерное распределение обусловлено количественным проявлением последнего.

Цинк является одним из основных компонентов полиметаллических

(7,6% – Ахтала, более 10% – Арманис) и свинцово-цинковых (более 10% – Арманис) руд. В пиритовых рудах содержится цинк – 0,05% (Ахтала), 0,14% (Арманис), а в пирит-халькопиритовых – 0,45% (Ахтала), 0,14% (Арманис). В некоторых главных минералах содержание цинка составляет: в пирите – 0,003% (Ахтала), 0,32% (Арманис), халькопирите – 1,0% (Ахтала), 0,33% (Арманис), галените – 0,1% (Ахтала), 0,58% (Арманис), теннантите и борните – 0,05% (Ахтала), марказите – 0,1%, гематите – 0,01%, магнетите – 0,008% (Арманис). Концентрация цинка в технологических пробах из Арманисского месторождения варьирует в пределах от 1,74 до 24%.

Главным носителем цинка в рудах является сфалерит, поэтому его распределение связано с количественным проявлением сфалерита в том или ином минеральном типе руд.

Золото и серебро являются главными элементами руд Арманисского месторождения и второстепенными – Ахтальского. Они постоянно присутствуют во всех минеральных типах руд, но в неравнозначном количестве. Сравнительно высоким содержанием золота характеризуются полиметаллические (3,4 г/т – Ахтала; 4,45 г/т – Арманис) и пирит-халькопиритовые (0,44 г/т – Ахтала; 1,21 г/т – Арманис) руды, низкими – пиритовые – 0,2 г/т (Ахтала), 0,46 г/т (Арманис) и галенит-сфалеритовые – 0,29 г/т (Арманис). Среднее содержание золота в различных типах руд и рудных телах обычно составляет от 0,5 до 20 г/т. По данным В.Г.Грушевого [5], в полиметаллических и борнитовых рудах содержание золота достигает свыше 8 г/т, серебра – 300 г/т.

Содержание серебра в пиритовых рудах составляет 8,2 г/т (Ахтала), 4,62 г/т (Арманис), пирит-халькопиритовых – 22,44 г/т (Ахтала), 99,2 г/т (Арманис), полиметаллических – 169,1 г/т (Ахтала), 41,6 г/т (Арманис) и сфалерит-галенитовых – 185 г/т (Арманис). Концентрация золота и серебра в главных сульфидах варьирует в широких пределах: Au от 10,0 до 82,5 г/т, Ag – от 65,5 до 700,0 г/т. Концентрация золота и серебра в минеральных типах руд и главных сульфидах зависит от формы их нахождения (минеральная и изоморфная) и наличия их минералов в том или ином минеральном типе.

Основной формой нахождения золота и серебра является минеральная (самородные золото и серебро, электрум, гессит, стефанит, аргентит, штроемeyerит, алтаит, полибазит). Кроме того, значительная часть серебра, возможно и золота (в гессите и других минералах серебра), представлена в качестве изоморфной примеси в блеклых рудах, борните, энаргите, галените, халькопирите и других минералах.

В связи с формой нахождения золота и серебра и преобладанием той или иной формы в различных минералах и минеральных типах руд, а также проявлением определенных минеральных типов руд и содержащих их сульфидов, различные рудные тела и их горизонты отличаются резкими вариациями концентраций золота и серебра. Золото-серебряное отношение варьирует от 1:10 до 1:460. Оно уменьшается от глубоких горизонтов к верхним.

Висмут является одним из ценных примесей руд. Повышенными концентрациями висмута характеризуются (химические анализы по штучным образцам) сфалерит-галенитовые (112,0 г/т – Арманис), пирит-халькопиритовые (109,0 г/т – Ахтала; 83,0 г/т – Арманис) и полиметаллические (75,0 г/т – Ахтала; 62,0 г/т – Арманис) руды. Пиритовые руды содержат сравнительно низкие концентрации висмута – 45,3 г/т (Ахтала) и 18,0 г/т (Арманис). В технологических пробах смешанных руд в среднем установлено – 18,0 г/т (Арманис) и 45,3 г/т (Ахтала).

Повышенные концентрации висмута связаны с наличием висмутовых минералов — висмутина, тетрадимита, теллуrowисмутита, виттихенита (Ахтала), матильдита, воынскита, тетрадимита и висмутина (Арманис).

Кроме собственных минералов часть висмута представлена в виде изоморфной примеси и продуктов распада в главных минералах руд — пирите (15,0-32,0 г/т), сфалерите (от 10,0 до 144,0 г/т), галените (от 50,0 до 580,0 г/т), халькопирите (от 26,0 до 144,0 г/т), блеклой руде (до 500,0 г/т), так как в них отмечаются значительные концентрации висмута, при отсутствии его минералов, при этом в одноименных минералах из Арманисского месторождения гораздо больше висмута, что, по-видимому, связано со слабым проявлением здесь золото-висмут-теллуrowой минерализации.

В связи с различными формами нахождения висмута в рудах, наблюдается неравномерное его распределение по отдельным типам руд, рудным телам и их участкам.

Селен и теллур являются менее характерными элементами руд, чем висмут (особенно селен). Из них селен представлен исключительно в виде изоморфной примеси в сульфидах и сульфосолях, в связи с повышенным сродством с серой, а у теллура эти свойства ограничены и он образует собственные минералы с висмутом, серебром, золотом, свинцом, которые в небольших количествах установлены в рудах обоих месторождений. В связи с различными их формами нахождения, селен характеризуется более равномерным распределением, чем теллур.

Содержание селена и теллура в минеральных типах руд Ахтальского месторождения соответственно составляет: пиритовых — 16,0 г/т, 13,5 г/т, пирит-халькопиритовых — 30,7 г/т, 16,9 г/т, полиметаллических — 31,9 г/т, 18,95 г/т. Оно на Арманисском месторождении в соответствующих типах составляет: 14,0 и 10,0 г/т, 26,0 и 21,0 г/т, 16,0 и 14,0 г/т, а в сфалерит-галенитовых рудах — 44,0 и 12,0 г/т.

В главных минералах Ахтальского месторождения установлено: в пирите — Se от 70,0 до 187,8 г/т, Te — от 19,5 до 63,7 г/т, халькопирите — Se от 48,5 до 207,5 г/т, Te — от 12,8 до 74,3 г/т, сфалерите — Se от 10,0 до 37,0 г/т, Te — от 31,0 до 53,0 г/т, галените — Se от 46,0 до 120,0 г/т, Te — от 30,0 до 75,0 г/т, блеклой руде — Se 200,0 г/т, Te — 70,0 г/т, борните — Se 150,0 г/т, Te — 60,0 г/т.

В главных сульфидах Арманисского месторождения гораздо меньше селена и теллура, в пирите — Se — 28,0 г/т, Te — 40,0 г/т, халькопирите — Se — 65,0 г/т, Te — от 15,0 до 200,0 г/т, сфалерите — Se — 13,0 г/т, Te — 16,0 г/т, галените — Se — 110,0 г/т, Te — от 16,0 до 30,0 г/т. Следует отметить, что неравномерное распределение селена и теллура в сульфидах зависит от условий изоморфного вхождения первого и минеральной формы нахождения второго, так как отдельные минералы для отложения теллуридов имеют весьма различные геохимические, структурные (механические) условия. Несмотря на все эти вариации, селен и теллур являются ценными примесями и могут извлекаться из сульфидных концентратов.

Кадмий и индий являются характерными примесями полиметаллических и сфалерит-галенитовых руд, где основным концентратом их является сфалерит. В связи с неравномерным распределением сфалерита в различных типах руд, содержание кадмия и индия колеблется в широких пределах. Концентрация кадмия и индия в минеральных типах руд Ахтальского месторождения характеризуется следующим образом: в пиритовых — Cd — 10,0 г/т, In — 2,0 г/т, пирит-халькопиритовых — Cd — 45,0 г/т, In — 17,56 г/т, полиметаллических — Cd — 1146,0 г/т, In — 26,2 г/т. В рудах Арманисского месторождения описанные элементы

распределены следующим образом: в пиритовых рудах — $\text{Cd} - 43,0 \text{ г/т}$, $\text{In} - 8,0 \text{ г/т}$, пирит-халькопиритовых — $\text{Cd} - 80,0 \text{ г/т}$, $\text{In} - 11,0 \text{ г/т}$, полиметаллических — $\text{Cd} - 627,0 \text{ г/т}$, $\text{In} - 18,8 \text{ г/т}$, сфалерит-галенитовых — $\text{Cd} - 440,0 \text{ г/т}$, $\text{In} - 24,0 \text{ г/т}$.

В главных минералах руд Ахтальского месторождения содержание кадмия и индия составляет: в пирите — $\text{Cd} - 3,0 \text{ г/т}$, $\text{In} - 0,9 \text{ г/т}$, халькопирите — $\text{Cd} - 240,0 \text{ г/т}$, $\text{In} - 30,0 \text{ г/т}$, сфалерите — $\text{Cd} - 23000 \text{ г/т}$, $\text{In} - 100,0 \text{ г/т}$, галените — $\text{Cd} - 500,0 \text{ г/т}$, $\text{In} - 10,0 \text{ г/т}$, блеклых рудах — $\text{Cd} - 30,0 \text{ г/т}$, $\text{In} - 10,0 \text{ г/т}$, борните — $\text{Cd} - 500,0 \text{ г/т}$, $\text{In} - 5,0 \text{ г/т}$. В главных рудообразующих сульфидах Арманинского месторождения содержится: в пирите — $\text{Cd} - 20,0 \text{ г/т}$, $\text{In} - 0,1 \text{ г/т}$, халькопирите — $\text{Cd} - 25,0 \text{ г/т}$, $\text{In} - 1,3 \text{ г/т}$, сфалерите — $\text{Cd} - 2100,0 \text{ г/т}$, $\text{In} - 17,0 \text{ г/т}$, галените — $\text{Cd} - 50,0 \text{ г/т}$, $\text{In} - 1,0 \text{ г/т}$, марказите — $\text{Cd} - 3,0 \text{ г/т}$, гематите — $\text{Cd} - 5,0 \text{ г/т}$. В отмеченных минералах значительная часть кадмия и индия связана с механической примесью сфалерита, куда они входят в качестве изоморфной примеси. При отсутствии в рудах сфалерита и в растворах цинка как кадмий, так и индий могут изоморфно замещать свинец, медь и железо в пиритах, халькопиритах и галенитах. При комплексной обработке руд кадмий и индий могут извлекаться.

Галлий и германий. Галлий распространен шире, чем германий, но в меньших количествах. Галлий, в большинстве случаев, связан с минералами пород, где он находится в виде изоморфной примеси. В рудах Ахтальского месторождения концентрация галлия составляет от $10,0$ до $20,0 \text{ г/т}$, Арманинского — от $12,0$ до $17,0 \text{ г/т}$.

Германий, в отличие от галлия, кроме изоморфной примеси, когда Ge^{4+} и Ge^{2+} участвуют в изовалентных и гетеровалентных замещениях катионов Zn^{2+} , As^{2+} , Fe^{2+} , As^{5+} , на Ахтальском месторождении образует собственные минералы — германит и реньерит [8]. Содержание германия в различных типах руд Ахтальского месторождения варьирует в пределах от $3,2$ до $15,3 \text{ г/т}$, Арманинского — от $1,5$ до $6,5 \text{ г/т}$.

В главных минералах руд Ахтальского месторождения содержание германия и галлия соответственно составляет — от $0,5$ до $500,0 \text{ г/т}$, от $2,0$ до $20,0 \text{ г/т}$. При этом высокие концентрации германия характерны для блеклых руд и борнита, с которыми нередко тесно срастаются реньерит и германит. В этих же минералах Арманинского месторождения содержится: галлий от $5,0$ до $17,0 \text{ г/т}$, германий — от следов до $3,3 \text{ г/т}$. Таким образом, форма нахождения описанных элементов обуславливает неравномерное распределение их в рудах.

Таллий имеет незначительное распространение в рудах обоих месторождений. Однако руды Ахтальского месторождения содержат больше таллия (от $5,6$ до $20,0 \text{ г/т}$), чем Арманинского ($1,5 \text{ г/т}$). В главных минералах Ахтальского месторождения содержание таллия составляет от следов до $65,0 \text{ г/т}$, нередко до $490,0 \text{ г/т}$ (в халькопиритах). На Арманинском месторождении таллий обнаружен только в гематите ($4,0 \text{ г/т}$). Таллий изоморфно входит в сульфиды и силикаты.

Никель и кобальт являются нехарактерными элементами руд. Содержание никеля и кобальта в рудах Ахтальского месторождения соответственно составляет от $0,00032$ до $0,0025\%$ и от $0,0005$ до $0,005\%$, Арманинского — от $0,0001$ до $0,0007\%$. В главных минералах содержится никель от $0,00032$ до $0,01\%$, кобальт — от $0,0005$ до $0,005\%$ (Ахтала), никель — $0,0003-0,0073\%$, кобальт — $0,0002-0,02\%$ (Арманис). Никель и кобальт в качестве изоморфной примеси находятся в сульфидах, при этом больше всего в пирите (до $0,02\%$). Кобальт, кроме того, на Арманинском месторождении представлен саффлоритом и на участке Холодные родники — линнеитом.

Сурьма и мышьяк – мало характерные элементы в рудах обоих месторождений. Небольшие их содержания в рудах: Sb – 0,001-0,11%, As – 0,026-0,4% (Ахтала); Sb – 0,0027-0,009%, As – 0,0056-0,08% (Арманис) в основном связаны с наличием блеклых руд, энаргита, бурнонита, пирсента, полибазита и стефанита. В главных сульфидах (кроме собственных их минералов) содержание мышьяка составляет: 0,01-0,56%, сурьмы – 0,02-0,07% (Ахтала); As – 0,0021-0,33%, Sb – 0,0027-0,13% (Арманис). Кроме собственных минералов, эти элементы представлены также в виде изоморфной примеси. Значение этих элементов небольшое.

Из других цветных и малых элементов в незначительных концентрациях в рудах установлены ртуть – 0,5-3,2 г/т, молибден – от 0,0001 до 0,007%, олово – 0,001-0,004%, магний – 0,01-0,1%, марганец – 0,001-0,013%. В технологических пробах содержание MgO составляет от 0,59 до 21,5%, а MnO – от 0,02 до 0,68%, здесь значительная часть магния и марганца связана с жильными и породообразующими минералами, которые содержат высокие их концентрации (MgO до 21,5%, MnO до 0,68%).

Из черных металлов железо, титан и ванадий образуют собственные минералы и изоморфную примесь в других. В рудах самое широкое распространение имеет железо, образуя самостоятельные тела пирита, пирита и халькопирита, гематита и магнетита. Из элементов жильных минералов (барит, гипс, ангидрит, карбонаты) широко представлены барий, кальций, которые нередко образуют самостоятельные тела (линзы, жилы, прожилки). Из них барий имеет промышленное значение.

В заключение следует отметить, что цветные, благородные и редкие элементы в рудах описанных месторождений представлены как собственными минералами железа, меди, свинца, цинка, сурьмы, мышьяка, золота, серебра, висмута, теллура и др., так и в виде изоморфной примеси (селен, теллур, висмут, индий, кадмий, галлий, германий и др.). При комплексной переработке руд интерес представляют: медь, свинец, цинк, золото, серебро, висмут, селен, теллур, кадмий и индий.

Рудообразующие элементы имеют весьма неравномерное распределение. Рудные тела и их участки отличаются друг от друга по минеральному и химическому составу и количественным проявлением отдельных минералов и их ассоциаций.

В статье изложены результаты исследований, проведенных по теме 96-108, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

ԱԽԹԱԼԱՅԻ ԲԱԶՄԱՄԵՏԱՂ ԵՎ ԱՐՄԱՆԻՍԻ ՈՍԿԻ-ԲԱԶՄԱՄԵՏԱՂԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐՈՒՄ ԳՈՒՆԱՎՈՐ, ԱԶՆԻՎ ԵՎ ՀԱԶՎԱԳՅՈՒՏ ՏԱՐՐԵՐԻ ԲԱՇԽՈՒՄԸ ՈՒ ԳՏՆՎԵԼՈՒ ՉԵՎԵՐԸ

Շ. Հ. Ամիրյան, Մ. Ս. Ազիզբեկյան, Ա. Զ. Ալթունյան, Ա. Ս. Ֆարամազյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Ախթալայի հանքավայրը պատկանում է բազմամետաղ ֆորմացիոն տիպին, որով և պայմանավորված են նրա հանքանյութերի միներալային ու երկրաբանական առանձնահատկությունները: Հանքավայրում տիրապետող է գալենիտ-սֆալերիտ-խալկոպիրիտային միներալային տիպը: Սակայն բացի դրանից հանդես են գալիս նաև պիրիտային և պիրիտ-խալկոպիրիտային տիպերը:

Արմանիսի ոսկի-բազմամետաղային հանքավայրում ևս առանձնացվում են

պիրիտային, պիրիտ-հեմատիտ-խալկոպիրիտային, խալկոպիրիտ-գալենիտ-սֆալերիտային տիպերը:

Գունավոր, ազնիվ՝ հազվագյուտ տարրերը երկու հանքավայրում էլ ներկայացված են ինչպես սեփական միներալների ձևով, այնպես էլ որպես իզոմորֆ խառնուրդ: Նրանց հանդես գալու ձևով էլ պայմանավորված է հաքամարմիններում և նրանց տարբեր տեղամասերում այդ տարրերի խիստ անհամաչափ բաշխումը: Բաժանանին մեծ է այդ հանքավայրերի տարբերությունը միմիանցից ինչպես միներալային կազմի, այնպես էլ երկրաբանական ու գենետիկ առանձնահատկությունների տեսանկյունից: Այս հանքավայրերին բնորոշ են պղինձը, կապարը, ցինկը, ոսկին, արծաթը, վիսմուտը, սելենը, տելուրը, կադմիումը և ինդիումը, սակայն նրանց կուտակումները տարբեր են տարբեր հանքավայրերում:

DISTRIBUTION AND FORM OF OCCURRENCE OF NON-FERROUS, PRECIOUS AND RARE ELEMENTS IN ORES OF AKHTALA POLYMETALLIC DEPOSIT AND ARMANIS GOLD-POLYMETALLIC DEPOSIT

Sh. H. Amiryan, M. S. Azizbekyan, A. Z. Altounyan, A. S. Faramazyan

A b s t r a c t

Clarification of the distribution character and the occurrence form of non-ferrous, precious and rare elements in ore bodies and mineral parageneses are very important in working out of advanced methods for deposit development and complex processing of ores. Various mineral parageneses with intrinsic non-ferrous, precious and rare elements, which are represented by own minerals and isomorphic impurities, are found in ores of the Akhtala polymetallic deposit and the Armanis gold-polymetallic deposit.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амирян Ш.О. Новое в минералогии и геохимии руд Арманисского золото-сульфидного месторождения. – ДАН АрмССР, 1972, т. 54, №2, с. 116-120.
2. Амирян Ш.О., Пиджян Г.О. Арманисское медно-полиметаллическое месторождение. – Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1983, т. XXXVI, с. 30-45.
3. Амирян Ш.О., Азизбекян М.С., Алтунян А.З. Особенности геологии и металлогении Туманянского (АрмССР) и Болнисского (ГрузССР) рудных районов и их сравнительная характеристика – Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1984, т. XXXVII, с. 3-10.
4. Амирян Ш.О., Алтунян А.З., Азизбекян М.С. Закономерности размещения оруденения в Туманянском и прилегающих рудных районах и их перспективы. – Тр. Армнипроцветмет, 1989, с. 69-74.
5. Грушевой В.Г. Медные месторождения Алавердского района Армянской ССР (Закавказье). Тр. ЦНИГРИ, вып. 36, Л.-М., 1932, с. 13-37.
6. Магакьян И.Г. Алавердский тип оруденения и его руды. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1947, 101 с.
7. Пароникян В.О. К минералогии Ахтальского полиметаллического месторождения. – Изв. АН АрмССР, сер. геол.-геогр. наук, 1962, XV, №6, с. 3-12.
8. Хачатрян Э.А., Коджоян А.А. Об обнаружении реньерита на одном из полиметаллических месторождений Армянской ССР. – Изв. АН АрмССР, сер. геол.-геогр. наук, 1960, XIII, №3-4, с. 115-121.

О НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ФОРМИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДИАТОМИТОВ НА ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ

© 1999 г. Т. А. Авакян

Институт геологических наук НАН РА

375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения

Поступила в редакцию 23.06.98

Рассмотрены некоторые закономерности формирования диатомитов на территории Армении в связи со стадийным развитием диатомитоносных бассейнов, типов парагенезисов осадков, в том числе промышленных разновидностей диатомитового сырья.

Диатомиты являются одним из важнейших видов нерудных полезных ископаемых многоцелевого назначения, применяются в более чем 200 отраслях народного хозяйства и прежде всего в химической и пищевой промышленности. Обладая высокой пористостью и низким объемным весом, диатомиты широко используются для получения фильтров, адсорбентов, тонких образцов, теплоизоляторов, наполнителей.

В последнее время диатомиты привлекают к себе внимание как сырье для очищения окружающей среды.

На территории Республики Армения известны многочисленные месторождения диатомитов, запасы которых практически неисчерпаемы. Вопросы геологии, тектоники, палеогеографии, вещественного состава и генезиса диатомитов представляют поэтому научный и практический интерес.

Большинство из известных крупных месторождений диатомитов Закавказья относится к позднеплиоцен-четвертичному позднеколлизийному этапу тектонической эволюции региона. С этим этапом связано накопление мощных моласс Куринской и Приараксинской депрессий и наземно-вулканогенного комплекса, вмещающего диатомитовые отложения в Центральной складчатой зоне Закавказья. В геодинамических схемах эту часть региона принято относить к северному краю Иранской плиты.

Центральная складчатая зона отличается приподнятым байкальским фундаментом, маломощным субплатформенным варисийским комплексом, отчетливой геоантиклинальной тенденцией развития в юрское-раннемеловое время с проявлением гранитоидного магматизма. В наложенных прогибах позднего мела-палеогена (предколлизийный этап) формируются терригенные и карбонатные толщи, обычно флишеидного типа. На коллизийном этапе (поздний олигоцен-неоген) накапливались мощные молассы, латерально сменяющиеся вулканическими образованиями.

Постсарматская складчатость сопровождается интенсивным воздыманием региона, формированием резко расчлененного рельефа, с перепадом высот до 1-1,5 км [3], проявлением наземного вулканизма, который усложняет ранее сформировавшийся рельеф; возникают стратовулканы (Арагац), вулканические плато, расчлененные узкими речными долинами, нередко сейсмоактивными, образуются озера, наследовавшие депрессии миоцена, и в пределах обвальных перекрытий плиоцен-четвертичных речных долин.

Развитие диатомитоносных бассейнов происходило под влиянием синхронного вулканизма при значительных вариациях объема продуктов

вулканизма и их петрохимических особенностей, индекса эксплозивности и было подчинено в целом секториальному тектоническому строению Центральной складчатой зоны. Соответственно обособляются диатомитоносные бассейны: Ахурянский на СЗ, Касах-Раздан-Азатский, Севанский и Арпийский в центральной части и Воротан-Горисский на юго-востоке.

Наибольшие мощности диатомитоносных формаций достигают 350-400 м в Воротан-Горисском и Ахурянском бассейнах, минимальные мощности — 0,2-1,5 м характерны для Касах-Раздан-Азатского, Арпийского и Севанского бассейнов, где влияние вулканизма оказалось слабее. Отмечалось, что диатомитоносные формации наследуют позднесарматский структурный план, который усложнялся рельефоформирующей вулканической деятельностью, синхронной седиментацией и проявлением активной разломной тектоники. В палеогеографическом плане месторождения диатомитов возникли в различных по морфологии бассейнах: в мульдах (межгорных впадинах) с гетерогенным обрамлением, в крупных асимметричных запрудных бассейнах, в мелких запрудных бассейнах, образовавшихся вдоль долин палеорек в связи с лавовыми потоками, а также крупными обвалами вулканокластических масс. В эволюции диатомитовых бассейнов намечается общая направленность — стадийность от зарождения бассейнов к главной стадии кремненакопления, с которой связаны наибольшие объемы продуктивных толщ и, наконец, к заключительной стадии завершения диатомитонакопления. Заключительная стадия развития диатомитоносных бассейнов могла быть вызвана последовательным воздыманием обрамляющих поднятий и в связи с этим — усилением терригенного стока, который предопределяет разубоживание диатомитовых илов и общую компенсацию впадины.

Подобная схема применима для реконструкции эволюции крупных изометрических впадин — Ахурянской и др. В других типах бассейнов прекращение диатомитонакопления вызвано активизацией вулканизма, продукты которого заполняют бассейны, либо спуском вод озера из-за сейсмогенного прорыва запруды.

По-видимому, и те, и другие механизмы прекращения диатомитонакопления проявляются в ряде случаев и в совокупности. Деструктивная направленность в развитии бассейнов диатомитонакопления особенно показательна для крупных и узких запрудных озерных бассейнов, тектонических долин — Воротан-Горисского, Касах-Раздан-Азатского. Типы парагенезисов в строении вулканогенно-диатомитовой формации [1] могут служить реперными литофациальными маркирующими горизонтами, обозначая главную направленность седиментации и влияние на нее вулканизма (табл.1).

Так, различаются диатомитонакопление на фоне преобладания накопления песчаных отложений (диатомит — песчанистый тип парагенеза), при преобладании привноса пелитового материала (диатомит-глинистый тип парагенеза), наконец, сопряженное с синхронным вулканизмом (диатомит-туфовый и лавовый типы парагенезов). Литофациальная зональность в распределении парагенезов пород на профиле каждого диатомитоносного бассейна подчеркивает сложность седиментационного плана распределения тех или иных качественных разностей диатомитов и ассоциирующих с ними осадков.

В стадийности развития диатомитовых бассейнов на ранней стадии преобладают песчано-глинистые и глинисто-песчанистые, реже диатомитовые отложения, суммарной мощностью от 8-12 до 98 м, местами с пачками и слоями известковистых диатомитов и известняков, в разной степени песчанистых.

Парагенезы пород вулканогенно-диатомитовой формации ($N_2^3 - Q$)

№	Тип парагенезов	Мощность в м	Парагенетические ассоциации по пород	Район распространения (месторождения и участки)
1	Диатомит песчанистый	10 и больше	Песчаники глинистые, диатомиты, песчано-диатомовые глины, известковистые диатомовые глины, песчанистые и чистые известняки	Паракарское, Арзнийское, Сисианское (Шамбское), Узское, Ленинанканская группа месторождений и ряд других
2	Диатомит глинистый	0,2-30	Диатомиты, диатомиты глинистые, диатомовые глины, а также опоки, трепелы, опок-халцедоновые породы	Джрадзорское, Парпийское, Сисианское, Арзнийское, Цовинарское, Мусаелянское и другие
3	Диатомит туфолавовый	0,1-10,0	Туфы, туфо-диатомиты, пемзы, диатомит туфолавовый, глинистые диатомиты, диатомовые глины, туффитовая брекчия с диатомитовым цементом, лавы основного и кислого состава	Сисианское, Арзнийское, Ераносское, Мусаелянское, Ваграмаберд-Мармашенское и другие
4	Диатомит известковый	0,3-7,5	Известковые диатомовые глины, ракушечниковые глины, известковистые трепелы, известняки песчанистые, известковистые туфы	Ахурянский, Агинский, Арзнийский и другие

Парагенезы отложений главной стадии развития представлены собственно диатомитовой толщей, состоящей из диатомитов и диатомитовых глин, суммарной мощностью от 8-15 до 35-40 м. К концу главной стадии или началу завершающей стадии относятся вулканогенно-обломочные отложения мощностью от 0,3 до 15 м, в ряде разрезов – до 40 м, включающие нередко линзы и пачки ракушечных накоплений (Ахурянский район, участки Мармашен, Ваграмаберд и др.). Подводя итоги, подчеркнем еще раз, что диатомитонакопление, следовавшее после регрессии сарматского моря, происходило в опресненных или содовых озерных бассейнах в широком фациальном диапазоне от побережья до центральных частей водоемов. На профилях этих бассейнов формируется латеральный ряд диатомитовых отложений разного гранулометрического и минерального состава, с чем связана качественная характеристика продуктивных толщ. Возникновение диатомитоносных седиментационных бассейнов определяется в интервале времени от верхнего плиоцена до четвертичного периода, составляя 3-4 млн. лет. Накопление диатомитов происходит и в современных озерных бассейнах, например, в озере Севан, при общей продолжительности возникновения, развития и отмирания диатомитоносных бассейнов в 1-2,5 млн. лет. Наиболее длительной является главная стадия. При этом наиболее длительно главная стадия развития выражена в диатомитовых бассейнах межгорных впадин и в крупных бассейнах запрудного типа. Качественная характеристика и запасы диатомитового сырья обнаруживают очевидную зависимость от морфологических типов бассейнов и типа вмещающей субформации [2].

Наиболее крупные запасы диатомитов относятся к Ахурянской межгорной впадине. Однако показательно для нее преимущественно среднее качество диатомитов. Вмещающие отложения, наряду с диатомитами, относятся к эффузивно-вулканокластово-диатомитовой субформации. Латеральные изменения выражаются в переходе диатомитовых пород к лавам, пеплово-туфовым породам, а иногда к известковым отложениям, представленным ракушечным или микрозернистым кальцитом. Эти парагенезы объединяются в эффузивно-диатомитовую и эффузивно-витрокластическую субформации.

Высококачественное сырье относительно малых объемов тяготеет к мелким запрудным бассейнам и относится к гидротермально-осадочному типу. Образование диатомитов связано с интервалами прекращения вулканизма, латеральная изменчивость внутри этих бассейнов значительна вкрест их простираения.

Анализ отмеченных особенностей вулканогенно-осадочной формации дает ключ к поискам погребенных диатомитовых толщ Центральной складчатой зоны региона, оценке среди продуктивных толщ качественных разновидностей диатомитов, а также к поискам новых видов минерального сырья для тех или иных целей практического использования.

Работа выполнена в рамках темы 96-135, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԴԻԱՏՈՄԻՏԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ԱՌԱՋԱՅՄԱՆ ՄԻՔԱՆԻ ՕՐԻՆԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Թ. Ա. Ավագյան

Ա Վ Ֆ Ո Փ Ո Ւ Ն

Դիատոմիտները, որպես ոչ մետաղային հումքի տեսակ, ունենալով արդյունաբերության մեջ 200-ից ավելի օգտագործման ճյուղեր, հետաքրքրություն

են ներկայացնում դիատոմիտային ավազանների առաջացման և զարգացման որոշ օրինաչափություններ:

Հոդվածում բերվում են դիատոմիտային ավազանների փուլային զարգացման տվյալները և նրանց համապատասխան ապարների պարագենետիկ ասոցիացիաները: Նշված տարբեր բնույթի օրինաչափությունները մեծ նշանակություն ունեն դիատոմիտային հումքի որակական և քանակական հատկանիշները բնութագրելիս:

ON SOME REGULARITIES OF DIATOMITE DEPOSIT FORMATION IN THE TERRITORY OF ARMENIA

T. A. Avagyan

A b s t r a c t

Some regularities of diatomite deposit formation in the territory of Armenia are considered in the connection with the stage-wise development of diatomite-bearing basins and sediment paragenesis types, including industrial sediments of diatomite raw.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян Т.А. Парагенетическая ассоциация пород вулканогенно-диатомитовой формации и их значение в оценке месторождений диатомитов. – Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1993, №3, с.3-9.
2. Авакян Т.А. Формационные критерии поисков месторождений диатомитов. Армении. – Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1994, №3, с.37-42.
3. Асланян А.Т. История тектонического развития Тавро-Кавказской области. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1984, 161 с.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЛЕДНИКОВ*

© 1999 г. Ш. А. Даниелян

Ереванский государственный университет, географический ф-т, РА
375025 Ереван ул.А.Манукяна, 1, Республика Армения

Поступила в редакцию 04.05.95

Расчеты показывают, что энергетические возможности ледников и мощных ледниковых покровов очень ограничены. Механизм движения ледника с учетом физических и реологических свойств льда доказывает, что все ледниковые образования находятся в крепко примерзшем с ложем состоянии, на границе с которым образуется неподвижный тонкий слой льда – "пограничный слой", вследствие чего вся энергия и мощность ледника затрачиваются на преодоление внутреннего трения (вязкости) льда. Все это свидетельствует о том, что ледники не скользят по ложу, а, следовательно, и не могут производить работы эрозионного характера.

Идея о существовании древних оледенений Земли возникла более полутора века тому назад. И, как это ни странно, возникла она не у специалистов – геологов и географов, а у альпиниста Жан-Пьера Парро-дена, который поделился этой идеей с инженером-дорожником И.Вене-цом. Поддержав эту идею, он в 1821 и 1829гг. выступил с докладами в Швейцарском обществе естествоиспытателей.

Спустя несколько лет (1834г.) там же, с изложением основ ледниковой гипотезы выступил Жан де Шарпантье. Присутствовавший на докладе Жан Луи Рудольф Агассис скептически отнесся к этой гипотезе, завязав спор с ее автором. Жаркий спор закончился тем, что стороны решили более детально разобраться у самого ледника. В результате посещения Ронского ледника Агассис признал свою ошибку и с этого дня активно взялся за исследование ледников, став ярым апологетом этой гипотезы. С результатами своих исследований Агассис в 1837г. выступил на заседании общества, где впервые произнес фразу "Великий ледниковый период", а в 1840 г. вышла в свет его книга "Исследование ледников". Благодаря упорному труду Агассиса, ледниковая теория получила право гражданства в Англии, США, позже в Германии (1875г.) и в России (1876г.) с выходом в свет книги П.А.Кропоткина "Исследование о ледниковом периоде".

Ледниковая теория одержала победу во всем мире и заняла господствующее положение в науках о Земле.

Как ни странно, ледниковая теория заняла это положение будучи в стадии гипотезы, тогда как еще не был должным образом исследован ни один из ледниковых покровов Земли, не говоря уже о том, что еще не были исследованы энергетические возможности ледников, а также физико-реологические свойства льда. Об этом Агассис в книге "Геологические очерки" самокритично писал: "Я не имею намерения излагать в этих кратких очерках общую теорию ледников на основании физических и механических начал. Я несколько занимался ледниками просто как любитель..., но все, что я говорю о механической стороне ледников в связи с их строением, выражено не языком специалиста, а просто любителя, без всякой попытки вдаваться в подробности физических рассуждений. Я не

* Печатается в порядке дискуссии (ред.)

удивлюсь, впрочем, что в отношении физических и механических начал, связанных с их строением и движением, находят мою теорию весьма недостаточной" [1].

О несовершенстве ледниковой теории говорил и П.А.Кропоткин: "Пока мы не будем иметь такой работы, которая даст нам возможность каждое из известных ныне явлений в геологии поверхностных образований отнести к строго научно-ближайшей его физико-географической причине, до тех пор все наши попытки решать вопросы о ледниковом периоде сохраняют тот характер случайности и произвола, который они до сих пор имеют" [3].

С тех пор как были написаны эти слова прошло более 120 лет и, если тогда еще не был исследован ни один ледниковый покров, то теперь, когда все ледники и ледниковые покровы изучены достаточно подробно, с применением новейших технических средств и методов геофизических, химических и микробиологических исследований, по-прежнему сохраняется тот же характер случайности и произвола в ледниковой теории, и нет пока ни одной работы, которая строго бы доказывала правильность ледниковой концепции, всесторонне научно обосновав и подкрепив эту теорию введением элементов математического и физического анализа.

Как известно, с воздействием ледниковых покровов многие исследователи связывают образование четвертичных отложений и рельефа северных областей Европы, Азии и Северной Америки, общая площадь которых достигала 45 млн. кв. км [4]. Чтобы считать эти представления правильными, нужно доказать, что приписываемая ледникам колоссальная осадко- и рельефообразующая работа соответствует их энергетическим возможностям. В противном случае при объяснении причины образования так называемых ледниковых отложений и форм рельефа указанных областей от ледникового фактора следует отказаться.

При движении ледник обладает определенной *кинетической энергией*, величина которой выражается через массу M и скорость движения V по известной формуле:

$$W = \frac{MV^2}{2}.$$

Однако подсчитать этот вид энергии в ледниках очень трудно, т.к. отсутствуют конкретные данные о средних скоростях движения всей массы современных ледников и, тем более, древних ледниковых покровов Земли. Для многих ледников и некоторых частей ледниковых покровов к настоящему времени имеются сведения о скоростях движения в определенных точках и преимущественно по приповерхностным слоям. Однако этих данных недостаточно, чтобы определить средние скорости движения всей массы ледника.

В настоящей статье при определении кинетической энергии использованы данные по одному из наиболее полно изученных — леднику Федченко, длина которого превышает 70 км, средняя ширина составляет около двух километров и мощность (толщина) льда местами достигает 1000 м. Сведения о скоростях движения в нижних слоях этого ледника отсутствуют и вычислены путем экстраполяции, основываясь на закономерностях изменения скоростей в вертикальном сечении ледников.

В осевой зоне поверхностного слоя скорость движения ледника Федченко составляет 130 м/год или $4 \cdot 10^{-6}$ м/сек. Поскольку средняя скорость движения этого ледника неизвестна, она рассчитана, исходя из поверхностной скорости в осевой части ледника, которая постепенно уменьшается как к бортам долины, так и вглубь, и на контакте с ложем

снижается до значений, близких к нулю. Она составляет около $1,3 \cdot 10^{-6}$ м/сек или около 43 м/год.

Учитывая массу (M) ледника Федченко, которая составляет около $9 \cdot 10^{16}$ г, и указанную выше среднюю скорость, получим кинетическую энергию всего тела ледника по формуле

$$W = \frac{MV^2}{2} = \frac{9 \cdot 10^{16} \cdot 1,3^2 \cdot 10^{-12}}{2} = 7,6 \cdot 10^5 \text{ эрг} = 0,76 \text{ Дж}.$$

Таким образом, кинетическая энергия одного из наиболее крупных горно-долинных ледников мира составляет всего лишь 0,76 Дж. Эта энергия настолько мала, что ее недостаточно даже для того, чтобы сдвинуть с места небольшую гальку, т.к. она распределена по всей массе ледника и не может быть сосредоточена в одной точке.

Основываясь на этом примере, можно уверенно говорить о том, что кинетическая энергия ледников не может выполнить заметной работы эрозионного или транспортного характера. Только в исключительных случаях она может достигать значительных величин. К ним относятся так называемые катастрофические подвижки *горно-долинных* ледников, например, ледника Медвежьего на Памире в 1976 г., когда скорости движения льда очень резко возрастают. В таких случаях огромные ледяные глыбы, оторвавшись от основной массы ледника, движутся путем скольжения по его поверхности или по ложу, разрушая все на своем пути. Подобная форма движения ничего общего не имеет с движением ледников, носящим характер вязкого течения, сходного по своим законам с течением жидкостей, и эти два вида движения ледников нельзя смешивать друг с другом.

Поскольку величина кинетической энергии зависит, в первую очередь, от скорости движения, то в леднике она распределяется в соответствии с законом распределения скоростей: наибольшие ее значения наблюдаются в верхних слоях, имеющих самые большие скорости движения, а наименьшие, до минимальных значений, — в придонных слоях, непосредственно примыкающих к ложу ледника. Изменение кинетической энергии ледника от его поверхности к ложу происходит пропорционально квадрату разности скоростей в соседних слоях ледника. Также закономерно кинетическая энергия ледника изменяется и в горизонтальных сечениях: максимальные ее значения наблюдаются в осевой зоне, а у бортов долины сокращаются до минимума.

У ледников покровного типа минимальные значения кинетической энергии наблюдаются в центре оледенения, постепенно возрастая в радиальном направлении, достигая максимума в периферийной зоне. Закономерность распределения энергии по вертикали в теле покровного ледника такая же, как и у горно-долинного ледника.

Таким образом, кинетическая энергия и горно-долинных, и покровных ледников настолько мала, что она не в состоянии производить заметной механической работы.

Потенциальная энергия является единственной из всех видов энергий ледника, которая не только имеет огромные запасы, но и способна путем превращения в другие виды энергии совершать работу механического характера. Автором произведен подсчет запасов этого вида энергии для ледника Федченко.

Из механики известно, что величина потенциальной энергии тела U зависит от величины его массы M и абсолютной высоты нахождения тела (в пределах гравитационного поля Земли) H и выражается форму-

лой $U = MgH$, где g – ускорение силы тяжести Земли. Средняя абсолютная высота (центра тяжести) ледника Федченко составляет около 3950 м, поэтому его рассчитанная потенциальная энергия составляет:

$$U = MgH = 9 \cdot 10^{16} \text{ г} \cdot 981 \text{ см/с}^2 \cdot 395 \cdot 10^3 \text{ см} = 35 \cdot 10^{24} \text{ эрг} = 35 \cdot 10^{17} \text{ Дж}.$$

Для ледникового покрова Антарктиды рассчитанный нами запас потенциальной энергии составляет:

$$U = 255 \cdot 10^{21} \cdot 981 \cdot 204 \cdot 10^3 \text{ см} \approx 5 \cdot 10^{30} \text{ эрг} = 5 \cdot 10^{23} \text{ Дж}.$$

Таким образом, запасы потенциальной энергии горно-долинного ледника Федченко и Антарктического ледникового покрова очень велики. Однако эта колоссальная энергия за короткий промежуток времени не может перейти в другие виды энергии, следовательно, она не может совершить механической работы. Она будет сохраняться до тех пор, пока ледники не начнут двигаться. Другими словами, потенциальная энергия ледника может произвести механическую работу только тогда, когда ледник теряет абсолютную высоту своего залегания.

Энергетическая мощность ледника

Скорость перехода потенциальной энергии в другие виды энергии зависит от энергетической мощности ледника. В дальнейшем изложении энергетическая мощность ледника будет именоваться просто мощностью. Во избежание путаницы, в настоящей статье принятый в геологии термин "мощность", обозначающий толщину слоя, заменен термином "толщина льда".

Мощность ледника определяется его массой и средней скоростью перемещения вниз по склону (потеря высоты). Предположим, что ледник с массой M расположен на средней высоте над уровнем моря H . Через некоторое время t , в результате движения по наклонной поверхности ложа, он переместится до высоты H_1 , т.е. его высота уменьшится на величину $h = H - H_1$.

Разность потенциальной энергии на высотах H и H_1 составляет:

$$\Delta U = U - U_1 = Mg(H - H_1) = Mgh. \quad (1)$$

Согласно закону сохранения и преобразования энергии эта разность энергии ΔU не теряется, а преобразуется в другие виды энергии (кинетическую, тепловую и др.). Только поэтому потенциальная энергия и может совершать работу механического характера. Так, для того же ледника Федченко, при опускании его массы на величину $h = 20$ м, изменение потенциальной энергии составит:

$$\Delta U = 9 \cdot 10^{16} \cdot 981 \cdot 2000 \approx 177 \cdot 10^{21} \text{ эрг} = 177 \cdot 10^{14} \text{ Дж}.$$

Поскольку мощность N представляет собой изменение энергии ΔU за единицу времени, что равносильно совершению работы A за то же время, то она запишется в виде

$$N = \frac{\Delta U}{t} = \frac{A}{t} = \frac{Mgh}{t}. \quad (2)$$

Так как отношение h/t представляет собой среднюю скорость опускания массы ледника на высоту h , то, заменив отношение h/t на V_h в (2),

получим:

$$N = MgV_h. \quad (3)$$

При натурных наблюдениях замеряются скорости движения ледников по наклонной поверхности ложа V , тогда как скорость их вертикального перемещения (опускания) V_h замерить практически нельзя. Поэтому последнюю получим путем расчета по формуле:

$$V_h = V \cdot \sin \alpha, \quad (4)$$

где α — угол среднего наклона ледника к горизонту (угол падения ледника). Как известно, в поперечном сечении скорости движения ледника сильно изменяются: от минимальных значений на контакте с ложем до максимальных в области, близкой к средней зоне поверхностного слоя. Для расчета же средней мощности необходимо оперировать средними значениями скорости $V_{\text{ср}}$ в его поперечном сечении.

Тогда получим:

$$N = MgV_{\text{ср}} \cdot \sin \alpha. \quad (5)$$

Рассчитанная при этих условиях средняя скорость перемещения ледника Федченко по вертикали равна $1,3 \cdot 10^{-4}$ см/с; средний угол наклона поверхности ледника составляет около 2 градусов, соответственно $\sin \alpha$ равен 0,035. Подставив эти значения в формулу (5), получим:

$$N = 9 \cdot 10^{16} \cdot 981 \cdot 1,3 \cdot 10^{-4} \cdot 0,035 \approx 4 \cdot 10^{14} \text{ эрг/с} \quad 4 \cdot 10^4 \text{ кВт.}$$

Таким образом, мощность одного из величайших горно-долинных ледников мира, составляющая 40 тыс. кВт, не превышает мощности небольшой горной речки с расходом воды не более $5 \text{ м}^3/\text{с}$.

Как следует из формулы (5), мощность ледника зависит от средней скорости перемещения центра его массы вниз. Однако, средняя скорость не дает четкого понятия о том, какая часть этой мощности ледника расходуется на совершение им эрозионной работы. Последнюю в леднике могут производить только те его слои, которые непосредственно примыкают к ложу, поэтому только за счет расходования энергии этих слоев может быть совершена эрозионная работа ледника. Если же учесть, что распределение мощности в вертикальном сечении ледника пропорционально распределению скоростей движения в нем, то из той же формулы (5) вытекает, что основная доля мощности горно-долинного ледника приходится на зоны с максимальными скоростями. В слоях же, непосредственно примыкающих к ложу и входящих в непосредственный контакт с последним, эта мощность имеет очень малую величину, тогда как для совершения механической, в частности, экзарационной работы эти слои должны обладать наибольшей мощностью.

Вопросы удельной мощности и интенсивности экзарации ледников являются узловыми в современной гляциологии, так как обоснованность ледниковой теории в конечном счете зависит от того, способны ли ледники производить экзарационную работу.

Наиболее полное представление об эрозионной способности ледников может дать величина их удельной мощности, т.е. величина мощности, приходящейся на единицу площади поверхности контакта ледника с ложем.

Величина удельной мощности N_s для ледника Федченко рассчитана, исходя из значения средней мощности N , равной $4 \cdot 10^4$ кВт, и площади контакта льда с ложем S , равной 187 км^2 .

$$N_s = \frac{N}{S} = \frac{4 \cdot 10^7 B_T}{187 \cdot 10^{10} \text{ c } M^2} \approx 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ Вт/см}^2.$$

При этом удельная мощность ледника оказалась в несколько тысяч раз меньше удельной мощности той реки, которая возникла бы при полном таянии этого ледника, при условии, что расход этой предполагаемой реки будет равен современному расходу льда в этом леднике (в пересчете на воду) [2].

Как известно, лед обладает очень большой вязкостью, коэффициент которой превышает $5 \cdot 10^{17}$ пуаз. Вследствие этого, почти вся мощность ледника расходуется на преодоление сил вязкости (внутреннего трения льда), в результате чего его удельная мощность, имеющая итак очень малые значения, оказывается еще меньше. Если силы трения между ледником и ложем (силы внешнего трения) меньше сил внутреннего трения льда, то под воздействием тангенциального напряжения движение льда будет происходить путем его скольжения по ложу. При преобладании же сил внешнего трения над внутренним трением это движение будет осуществляться путем деформации льда, в условиях преодоления его внутреннего трения.

Из проведенных расчетов следует, что практически вся энергия ледников расходуется на преодоление внутреннего трения, а для преодоления внешнего трения (т.е. для эрозионной работы) у ледника не остается энергии.

Закключение

Путем лабораторных исследований доказано, что в зоне контакта ледника с горными породами ложа возникают тангенциальные напряжения, в десять раз превосходящие предел текучести льда. С этим строго согласуется введенное нами понятие "пограничного" слоя льда, с наличием которого внешнее трение ледника заменяется внутренним трением, а энергия ледника затрачивается на преодоление вязкости льда, тем самым обеспечивая самодвижение ледника с минимальным расходом энергии. Этот вывод находится в полном соответствии с законом динамического воздействия тел и жидкостей [5].

Сказанное служит бесспорным доказательством того, что ледниковые покровы находятся в крепко примороженном состоянии с ложем.

ՍԱՌՅԱԴԱՇՏԵՐԻ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿ ՄՈԴԵԼԸ

Շ. Ա. Դանիելյան

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Սառցադաշտերի էներգետիկ կարողությունների (էներգիայի հզորությունների) հաշվառման միջոցով պարզվում է, որ սառցադաշտերի և նույնիսկ սառցային հզոր ծածկույթների էներգետիկ կարողությունները խիստ սահմանափակ են, իսկ շարժման մեխանիզմը էներգետիկ կարողությունների, ինչպես նաև սառույցի ֆիզիկական ու ռեոլոգիական հատկությունների հաշվառմամբ ապացուցում է, որ դրանց միջև գոյանում է մի շատ բարակ անշարժ սառույցի շերտ՝ «սահմանային շերտ», որի հետևանքով սառցադաշտի ամբողջ էներգիան ու հզորությունը ծախսվում է սառույցի ներքին շփման (մածուցիկության) հաղթահարման վրա: Այդ բոլորը վկայում է, որ սառցադաշտերը հատուկի հետ չեն շփվում, հետևաբար և էրոզիոն բնույթի աշխատանքներ կատարել չեն կարող:

AN ENERGY MODEL OF GLACIERS

Sh. A. Danielyan

A b s t r a c t

The calculations show that energy potential of glaciers thick glacial covers is very limited. Glacier's motion mechanism together with physical and rheological properties of ice proves that all glacier formations are firmly freezed to beds on the interfaces with which immobile thin ice layer so called boundary layer – is formed. Due to this fact the whole energy of glacier is spent to overcome internal friction (viscosity) of ice. This evidences that glaciers do not glide on beds, and hence cannot cause erosion.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агассис Ж.Л.Р. Геологические очерки. СПб. 1867.
2. Вольдштедт П. Проблема террасообразования. – В кн.: Вопросы геологии четвертичного периода. М.: Изд.ИЛ, 1955.
3. Кропоткин П.А. Исследование о ледниковом периоде. СПб. 1876.
4. Марков К.К. Антигляциализм. – Изв.АН СССР, сер.геогр., 1955, №1.
5. Милович А.Я. Теория динамического воздействия тел и жидкостей. М.: 1955.

ПРОБЛЕМА УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНОВ И ОТКОСОВ СООРУЖЕНИЙ ИЗ ГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

© 1999 г. С. Р. Месчян

Институт механики НАН РА

375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 246, Республика Армения

Поступила в редакцию 08.06.98

В статье рассмотрена проблема устойчивости склонов и откосов грунтовых сооружений – проявления оползней. Показано, что она является проблемой реологии глинистых грунтов, успешное решение которой (с учетом фактора времени, многих природных и внешних факторов) всецело обусловлено качеством отбора, транспортировки, хранения и, что самое главное, определением достоверных реологических свойств образцов грунтов.

Нарушение устойчивости склонов и откосов сооружений из грунтовых материалов в виде чрезмерно больших смещений грунтовых масс под действием силы тяжести, а также дополнительных силовых воздействий различной природы принято называть *оползнем*. Оползни, как отмечал И.В. Попов [19], происходят исключительно в местах, сложенных *глинистыми грунтами* в виде сплошного массива, слоев и прослоев или заполнения трещин полускальных и скальных горных пород этими грунтами.

Оползни наиболее широко распространены на крутых склонах горных областей, в частности Армении. Однако это не значит, что эти явления редки в равнинных районах, где распространены слабые водонасыщенные глинистые грунты. По данным Л. Бьеррума [1], в Норвегии весьма много случаев проявления оползней в текучих водонасыщенных глинах при крутизне их подстилающего слоя всего 2-3°.

По охвату территории оползни делятся на *зональные* и *локальные*, а по размерам – на *малые* или *поверхностные*, *средние* и *крупные* разновидности.

Природа деформации и нарушения устойчивости природных склонов и откосов сооружений из грунтовых материалов исключительно сложна. Она, при всех других равных условиях, обусловлена множеством внешних природных факторов и силовых воздействий, которые могут стать причиной как снижения прочности (сопротивления сдвигу) глинистых грунтов, так и изменения их напряженно-деформированного состояния. К первой группе этих факторов, от действия которых ухудшаются прочностные свойства грунтов, относятся выветривание, выщелачивание солей, увлажнение дождевыми водами или водами из различных источников, температурные, динамические (вибрационные, сейсмические) воздействия и т.д. Ко второй группе факторов, приводящих к изменению напряженно-деформированного состояния склонов и откосов сооружений из грунтовых материалов, относятся их подрезка, возведение на них различных сооружений, увеличение массы грунта за счет водонасыщения, гидродинамическое и поровое давления, сейсмические эффекты и другие динамические воздействия.

Весьма разнообразны формы деформирования и сползания (обрушения) склонов и откосов грунтовых сооружений. Они, в основном, обусловлены геологическими, геоморфологическими (крутизной и конфигурацией), гидрогеологическими условиями местности, конструктивными осо-

бенностями сооружения из грунтовых материалов, инженерно-геологическими (физическими, водными, химическими, механическими и др.) свойствами грунтов, а также перечисленными выше факторами.

Когда перемещение грунтовой толщи происходит по поверхности скольжения, predetermined геологическим строением склона (рис.1а), такой оползень Ф.П.Саваренский [20] назвал *консеквентным*. Когда оползень происходит в однородном массиве грунта и имеет место перемещение одной его части по отношению к другой — неподвижной, как одно целое, по явно выраженной поверхности скольжения в виде *одноступенчатого* или *многоступенчатого* среза с вращением (рис.1б), он называется *асеквентным*. *Инсеквентным* называется оползень, когда оползневая масса перерезает несколько слоев различных грунтов (рис.1в) и смещается по явно выраженной поверхности скольжения. Если оползень происходит в однородном грунте и его деформация протекает без образования поверхности скольжения — как перемещение ньютоновской или бингамовской вязкой грунтовой массы, то он называется *пластическим* [1, 7, 8, 14, 15].

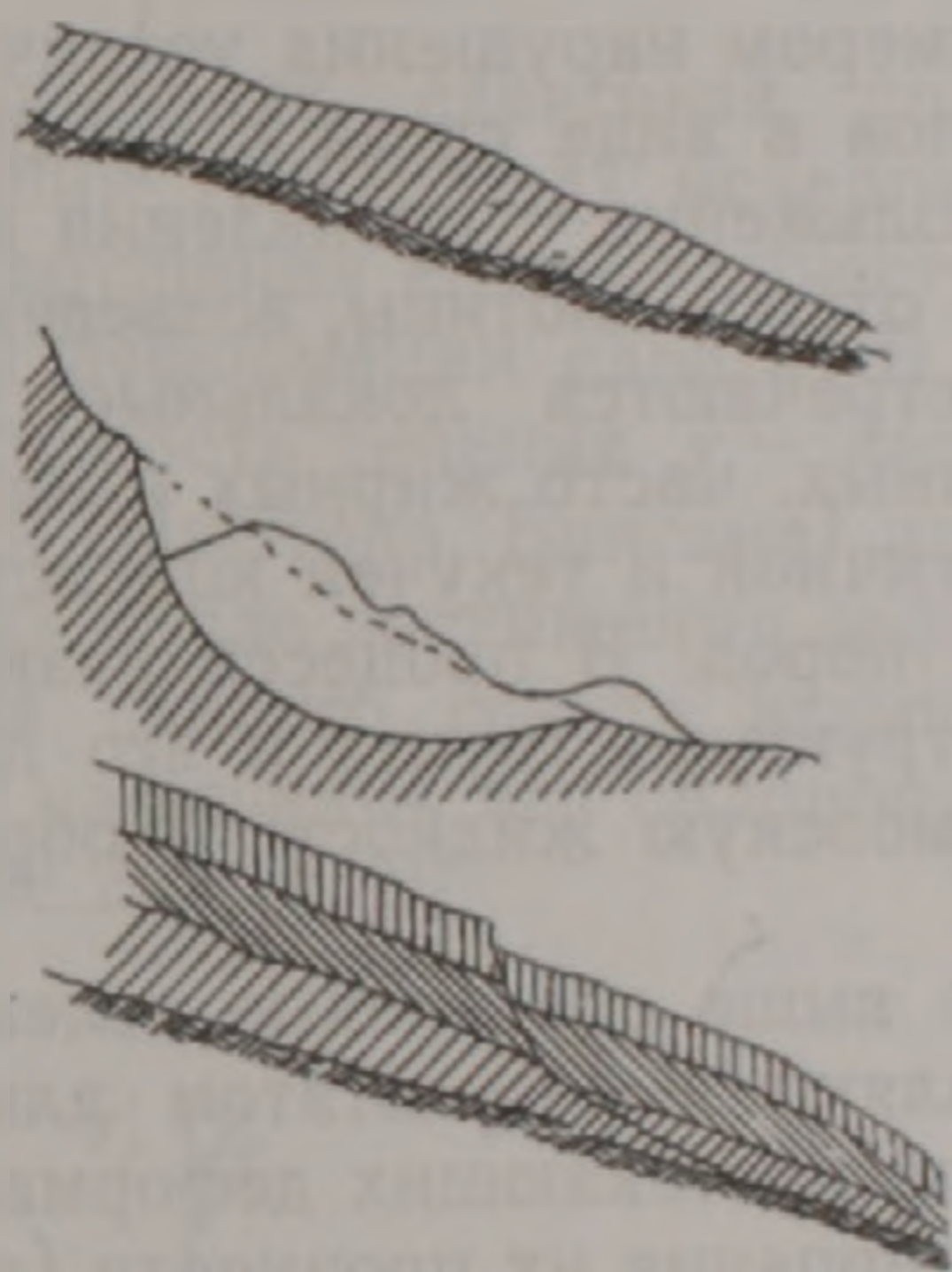


Рис.1. Характерные формы нарушения устойчивости склонов и откосов сооружений из грунтовых материалов. а — консеквентный оползень — оползень скольжения; б — асеквентный оползень — одноступенчатый оползень среза с вращением; в — инсеквентный оползень.

В зависимости от геологических, гидрогеологических, геоморфологических и других природных условий, состава и инженерно-геологических (геотехнических) свойств глинистых грунтов, а также силовых воздействий, продолжительность консеквентных оползней изменяется в широких пределах — в течение многих лет. Продолжительность асеквентных и инсеквентных оползней — длительность обрушения склонов и откосов сооружений из грунтовых материалов, по данным Л.Мюллера [15], колеблется от нескольких секунд до нескольких минут. Продолжительность пластичных оползней весьма велика.

Наряду с огромным количеством небольших локальных оползней мировой практике известны сотни крупных, катастрофических оползней, причинивших огромный материальный ущерб, приведших к немалым человеческим жертвам. От этих явлений больше всего страдают населенные пункты, транспортные, гидротехнические и другие сооружения, окружающая природная среда. Л.Мюллер [15] приводит данные ряда крупнейших оползней, среди которых самым большим он считает Памирский оползень

1911 г. на р.Бартонг, с объемом сползающей массы грунта 4880 млн м³. В результате оползня на водохранилище Вайонт (Италия) имело место сползание грунта его борта объемом 300 млн м³, а число погибших достигло 3000 человек.

Ярким примером проявления консеквентного оползня – сползания мощной толщи делювиальных отложений по подстилающему напластованию коренных пород является перемещение шестидесятиметровой грунтовой толщи, залегающей на элювии третичных пелитовых туфов, у головных сооружений Дзорагетской ГЭС (Армения), подробно исследованное Г.М.Ломизе в 1945 г. [6]. Интересным примером аналогичного явления может служить оползень "Чива" (Армения), изученный В.Заргаряном. В этом случае глинисто-щебеночная толща мощностью 12-16 м сползала по поверхности песчаникового и аргиллитового подстилающего слоя. К числу гигантского оползня консеквентного типа относится Вохчабердский оползень, мощностью сползающей толщи до 50 м, где грунтовая масса скользит по криволинейной поверхности коренных пород с образованием на ее поверхности трещин растяжения и сжатия, многоступенчатых локальных оползней и валов выпирания.

Наглядным примером нарушения устойчивости откоса сооружения из грунтовых материалов в виде среза с вращением по круглоцилиндрической поверхности скольжения – проявления инсеквентного оползня служит обрушение низового откоса плотины, возведенной на р.Мармарик [13].

В Армении встречаются локальные пластичные оползни-течения слоев вязко-пластичных, часто жирных и набухающих грунтов мягкопластичной, текучепластичной и текучей консистенции по наклонным напластованиям коренных пород. В процессе вязко-пластичного течения имеет место нарушение структуры грунта и его превращение в вязкую ньютоновскую или бингамовскую жидкость с образованием бугров на поверхности слоев.

Все отмеченные выше оползневые явления возникают не вдруг – не мгновенно. Они являются результатом длительного деформирования и накопления медленно протекающих деформаций сдвига (сдвиговой ползучести) грунтов и истощения их прочности (сопротивления сдвигу) с нарушением или без нарушения сплошности. Еще в прошлом веке Мушкетов заметил, что оползни берегов Волги в районе Симбирска, Саратова, Вольска и др. становились заметными по истечении года и более с начала сползания [16]. Н.Н.Маслов [8] неоднократно отмечал, что "нередко медленные, часто неуловимые на глаз, деформации склонов идут непрерывно". По К.Терцаги [21] мгновенно протекают оползни, вызванные землетрясениями или самопроизвольным разжижением грунтов. Во всех других случаях оползням предшествует постепенное уменьшение устойчивости склонов, без обнаружения симптомов, предшествующих оползню.

На склонах и откосах сооружений из грунтовых материалов под действием нормальных σ и касательных напряжений грунты подвергаются *скашиванию* [18] – деформации сдвига γ (рис.2). Эти деформации развиваются во времени в виде сдвиговой ползучести (рис.3) и, в зависимости от уровня касательного напряжения τ по отношению к сопротивлению грунта сдвигу τ_f (τ/τ_f), могут затухать (стадия затухающей ползучести ОА), протекать с *постоянной* (стадия течения АВ) или с *возрастающей* (стадия разрушения) скоростью [10, 12].

Наблюдениями Р.Петерсона [25] за деформациями низового откоса и основания плотины под действием напора воды установлено, что горизонтальная деформация основания по глубине толщи практически затухает по линейному закону, в виде скашивания, отмеченное ранее Г.И.Покровским [18].

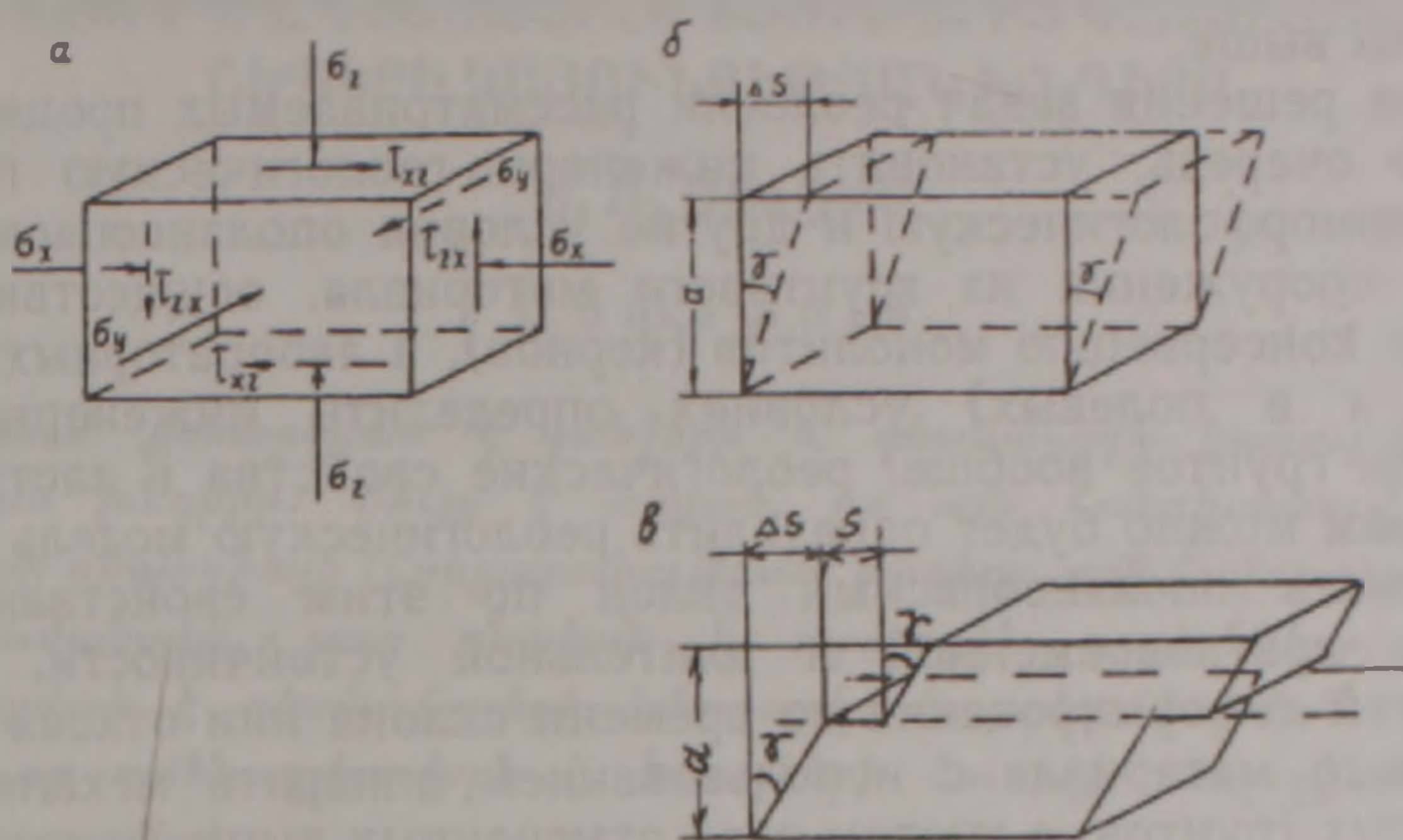


Рис.2. Схема напряженного состояния грунтового элемента при простом сдвиге (а), его сдвиг (скашивание) под действием касательных напряжений (б), образование плоскости скольжения – нарушение сплошности элемента (в).

При пластических оползнях сдвиговая ползучесть (скашивание) протекает в стадии течения АВ (рис.3) истощение прочности грунта, которое происходит без нарушения его сплошности (рис.2,б), определяется величиной допустимой деформации сдвига. В этой стадии сдвиговой ползучести зависимость скорость течения $\dot{\gamma}$ – касательное напряжение τ представляется линейными (Ньютона, Бингама) или нелинейными законами. Во всех других случаях после достижения деформации сдвига (скашивания) γ , постоянной для данного грунта величины, наступает стадия разрушения ВС (рис.3) – нарушения его сплошности в виде образования плоскости скольжения (рис.2,в) [5, 9].

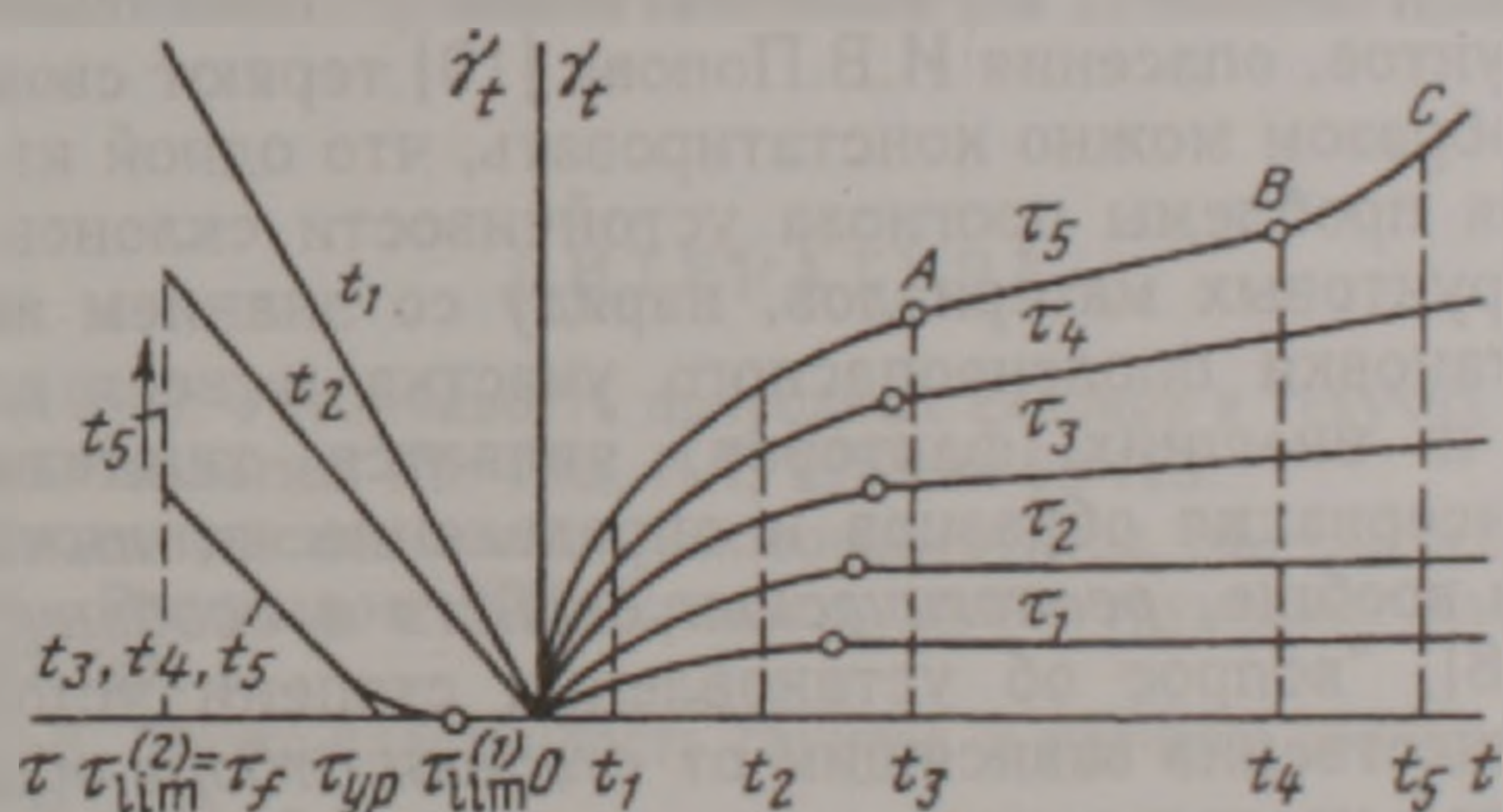


Рис.3. Типичное семейство кривых ползучести грунта при простом сдвиге, зависимость касательное напряжение τ – скорость деформации простого сдвига $\dot{\gamma}$ для различных моментов времени t . $\tau_{lim}^{(1)}$ – первое предельное напряжение сдвига; $\tau_{lim}^{(2)}$ – второе предельное напряжение сдвига; τ_f – сопротивление грунта сдвигу; τ_{yp} – предел текучести-деформирования с постоянной или возрастающей скоростью сдвига.

Из изложенного выше следует, что при всех прочих равных условиях деформирование во времени и истощение прочности глинистых грунтов на склонах и откосах сооружений из грунтовых материалов обусловлены их реологическими свойствами – ползучестью сдвига (сдвиговой ползучестью) и длительной прочностью (сопротивлением сдвигу). Это значит, что протекающие в оползневых явлениях процессы являются реологическими, а оползневая проблема – проблемой реологии глинистых грунтов, обус-

ловленной многочисленными природными и внешними факторами, отмеченными выше.

Для решения задач реологии рассматриваемых процессов следует, в первую очередь, установить инженерно-геологическую гидрогеологическую, геоморфологическую и другие условия оползнеопасного склона или откоса сооружения из грунтового материала, осуществить тщательный отбор и консервацию монолитов (кернах), в лабораторных (при необходимости и в полевых) условиях определить инженерно-геологические свойства грунтов вообще, реологические свойства в частности. По этим свойствам можно будет определить реологическую модель грунта, классифицировать оползнеопасный склон по этим свойствам, осуществить прогноз кратковременной и длительной устойчивости, деформаций и скоростей деформирования во времени склона или откоса сооружения из грунтового материала с использованием аппарата механики и реологии глинистых грунтов, с учетом всех отмеченных выше факторов.

Некачественный отбор и консервация образцов грунтов, а также допущение ошибок при определении инженерно-геологических свойств грунтов могут свести на нет все средства, потраченные как на дорогостоящие изыскательские работы, так и на теоретические разработки по решению рассматриваемых задач. Поэтому не случайно, что в геотехнике (инженерной геологии и механике грунтов) вопросам определения указанных выше свойств уделяется исключительно серьезное внимание.

При достаточно высоком уровне достоверности выполнения всех перечисленных выше работ и определения природных и внешних факторов, механика (реология) глинистых грунтов сможет дать исчерпывающий ответ на все вопросы, связанные с проблемой склоновых процессов. И.В.Попов [19] сомневался в том, что "анализ оползневого процесса, при которых всегда в породах происходят качественные изменения, с помощью только механики грунтов, всегда будут приводить к неверным результатам". Поскольку сегодня практически можно учесть все протекающие в грунтах качественные и количественные изменения, влияющие на свойства грунтов, опасения И.В.Попова [19] теряют свою актуальность.

Таким образом можно констатировать, что одной из важнейших задач для решения проблемы прогноза устойчивости склонов и откосов сооружений из грунтовых материалов, наряду со знанием инженерно-геологической обстановки оползнеопасного участка и всех влияющих на него природных и внешних факторов, является тщательное опробование грунтов, консервация образцов и определение их инженерно-геологических свойств вообще, реологических свойств в особенности. Как отмечал К.Терцаги [8], "вопрос об установлении степени устойчивости склонов является существенно зависящим от степени отбора образцов из толщи, а также методов исследования грунтов и расчета". Н.Н.Маслов [8] считает, что при этом следует обратить "первоначальное внимание факторам прочности, сопротивления сдвигу самих грунтов в их динамическом проявлении во времени в связи с изменяющейся на склоне естественно-исторической обстановкой".

Современный уровень развития экспериментальной [5, 10-14, 23] и теоретической реологии [2, 3, 4, 22-24] глинистых грунтов практически позволяет решить проблему прогноза кратковременной и длительной устойчивости склонов и откосов сооружений из грунтовых материалов. При этом считаем необходимым особо подчеркнуть, что для его осуществления выполнение всех отмеченных выше условий обязательно.

Работа выполнена в рамках темы 96-749, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

ԼԱՆՋԵՐԻ ԵՎ ԳԵՏՆԱՀՈՂԵ ՆՅՈՒԹԵՐԻՑ ԿԱՌՈՒՅՑՆԵՐԻ ՇԵՊԵՐԻ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ԽՆԴԻՐԸ

Ս. Ռ. Մեսչյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում քննարկված է լանջերի և գետնահողե կառույցների շեպերի կայունության խնդիրը: Ցույց է տրված, որ այն հանդիսանում է կավային գետնահողերի ռեոլոգիայի (հոսքաբանության) խնդիրը, որի հաջող լուծումը (հաշվի առնելով ժամանակի, շատ բնական և արտաքին գործոնները) ամբողջովին պայմանավորված է գետնահողերի նմուշարկման, տեղափոխման, պահպանման որակով և, որ ամենագլխավորն է, նմուշների հոսալի ռեոլոգիական հատկու-թյունների որոշումով:

A STABILITY PROBLEM FOR SLOPES AND ESCARPS OF STRUCTURES MADE OF SOIL MATERIALS

S. R. Meschyan

A b s t r a c t

The paper discusses a stability problem for slopes and escarps of soil structures, i.e., landslide manifestations. It is shown that it is a problem of clay soil rheology. A successful solution of this problem (taking account of time factor, and many natural and external factors) is caused completely by a quality of selection, transportation, storage and, what is more important, determination of reliable rheological properties of soil samples.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бьеррум Л. (1955). Устойчивость природных склонов в текучих глинах. – Проблемы инженерной геологии. М.: Изд. ИЛ, 1958, с. 98-123.
2. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов. М.: Высш.школа, 1978, 447 с.
3. Гольдин А.Л., Рассказов Л.Н. Проектирование грунтовых плотин. М.: Энергоатомиздат, 1987, 304 с.
4. Зарецкий Ю.К. Вязко-пластичность грунтов и расчеты сооружений. М.: Стройиздат, 1988, 352 с.
5. Зарецкий Ю.К., Чумичев Б.Д. Определение прочностных и деформативных характеристик глинистых грунтов испытанием на сдвиг в кинематическом режиме – Основания, фундам. и механика грунтов, 1995, №2, с. 7-10.
6. Ломизе Г.М. Деформации головного сооружения Дзорагэс. Тбилиси: Грузнито строителей, 1945, 93 с.
7. Маслов Н.Н. Условия устойчивости склонов в гидротехническом строительстве. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1955, 467 с.
8. Маслов Н.Н. Механика грунтов в практике строительства. М.: Стройиздат, 1977, 320 с.
9. Месчян С.Р. Кольцевой прибор для изучения ползучести и длительного сопротивления сдвигу глинистых грунтов методом кручения. – Изв. АН АрмССР. Серия физ.-мат. науки, 1962, т. 15, №5, с. 119-131.
10. Месчян С.Р. Механические свойства грунтов и лабораторные методы их определения. М.: Недра, 1974, 192 с.

11. **Месчян С.Р.** Начальная и длительная прочность глинистых грунтов. М.: Недра, 1978, 207 с.
12. **Месчян С.Р.** Экспериментальная реология глинистых грунтов. М.: Недра, 1985, 342 с.
13. **Месчян С.Р.** Реологические процессы в глинистых грунтах. Ереван: Айастан, 1992, 395 с.
14. **Месчян С.Р.** Расчет скоростей смещения по наклонной поверхности вязких грунтовых масс. – Основ., фонд и механика грунтов, 1993, №3, с. 2-5.
15. **Мюллер Л.** (1964). Оползни в долине Вайонт. – Проблемы инженерной геологии. М.: Изд. ИЛ, 1967, с. 74-141.
16. **Ничипорович А.А.** Сопротивление глинистых грунтов сдвигу при расчете гидротехнических сооружений на устойчивость. М.: Стройиздат, 1948, 128 с.
17. **Оползни в инженерной практике.** М.: Трансжелдориздат, 1960, 268 с.
18. **Покровский Г.И.** О деформации скашивания в грунтах. – Труды ВИОС. Основания и фундаменты, 1933. Сб.1, с. 81-87.
19. **Попов И.В.** Природа прочности глинистых пород и ее кинетика при оползневых процессах. – Оползни и борьба с ними. Тр.Северо-Кавк.научно-производ.семинара. Северокавказское книжное изд., 1964, с. 7-12.
20. **Саваренский Ф.П.** Инженерная геология. М.: Гостеолиздат, 1939.
21. **Терцаги К.** Механизм оползней. – Проблемы инженерной геологии. М.: Изд. ИЛ, 1958, с. 174-219.
22. **Тер-Мартirosян З.Г.** Прогноз механических процессов в массивах многофазных грунтов. М.: Недра, 1986, 292 с.
23. **Тер-Мартirosян З.Г.** Реологические параметры грунтов и расчеты оснований сооружений. М.: Стройиздат, 1990, 200 с.
24. **Чугаев Р.Р.** Земляные гидротехнические сооружения. Л.: Энергия, 1967, 460 с.
25. **Peterson R., Iverson V.L., Rivard P.S.** (1957). Studies of several dam failures on clay foundations. // Proc. of the 4 th ICOSOMEF. Vol. II, London, p. 348.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ МНОГОЭЛЕКТРОДНЫХ СИСТЕМ ВОЗБУЖДЕНИЯ

© 1999 г. А. К. Матевосян

Институт геологических наук НАН РА

375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения

Поступила в редакцию 12.02.98

Обсуждается вопрос исследования геоэлектрической среды методами сопротивлений и вызванной поляризации многоэлектродной установки ABCD с использованием различных систем возбуждения электрического поля и показана существенная зависимость интерпретируемых параметров от ее выбора. Предлагается графический способ определения величин соотношений токов, пропускаемых через систему питающих электродов, для возбуждения требуемого электрического поля.

В настоящее время все большую актуальность приобретают площадные электроразведочные исследования геоэлектрической среды методами сопротивлений и вызванной поляризации при различных направлениях возбуждаемого электрического поля. В данной статье рассмотрим особенности многоэлектродной установки ABCD, состоящей из четырех питающих электродов и двух взаимно перпендикулярных приемных диполей. В этом случае, измерения соответствующих составляющих электрических полей в пункте наблюдений эффективнее выполнять при пропускании тока через каждую отдельно взятую пару питающих электродов: АВ, АС, АД, ВС, ВД, СД. Отметим, что, имея результаты измерений при возбуждении электрического поля первыми тремя перечисленными парами питающих электродов, можно рассчитать значения составляющих электрических полей в данном пункте для последующих трех пар электродов. Однако следует подчеркнуть, что при проведении экспериментальных наблюдений непосредственное измерение составляющих всеми парами позволяет как контролировать процесс регистрации, так и, в ряде случаев, обеспечивает необходимую точность измерений.

В зависимости от направления вращаемого вектора электрического поля можно рассчитать или непосредственно измерить, с использованием одного или нескольких источников тока, параметры кажущегося сопротивления (КС) и кажущейся поляризуемости (КП) многоэлектродной установки ABCD для следующих систем возбуждения: ABC, ABD, ACD, BCD, AB-CD, AC-BD, AD-BC, ABCD.

Проведем анализ параметров электрических полей в пункте наблюдений $Q_0(0, 0)$, совмещенным с центром принятой системы координат XOY, на примере однородного анизотропного полупространства при исследовании многоэлектродной установкой ABCD с использованием выражений, приведенных в [2]. Координаты питающих электродов A(-6,-5), B(-3,7), C(7,-3), D(5,6); параметры анизотропной среды: $\rho_n = 12\rho_t$, $\eta_t = 0,28$, $\eta_n = 0,04$, $\beta = 45^\circ$, $\alpha = 90^\circ$. Здесь ρ_t и ρ_n – удельное электрическое сопротивление вдоль и поперек плоскости анизотропии; η_t и η_n – поляризуемость среды при тех же направлениях; β – угол между направлением простирания плоскости анизотропии и осью Y; α – угол падения плоскости анизотропии. При вычислениях принималось, что измерения двух взаимно перпендикулярных составляющих электрических полей в пункте наблюде-

ний осуществлялись приемными диполями, ориентированными по осям X и Y.

Для многоэлектродной установки ABCD векторы плотности тока и напряженностей первичного, вторичного электрических полей определяются по выражениям:

$$\begin{aligned} j^{ABCD} &= i^A j^A + i^B j^B + i^C j^C + i^D j^D, \\ E_o^{ABCD} &= i^A E_o^A + i^B E_o^B + i^C E_o^C + i^D E_o^D, \\ E_{\Pi}^{ABCD} &= i^A E_{\Pi}^A + i^B E_{\Pi}^B + i^C E_{\Pi}^C + i^D E_{\Pi}^D, \end{aligned} \quad (1)$$

где j^A, j^B, j^C, j^D ; $E_o^A, E_o^B, E_o^C, E_o^D$ и $E_{\Pi}^A, E_{\Pi}^B, E_{\Pi}^C, E_{\Pi}^D$ – векторы плотности тока, напряженностей первичного и вторичного полей в данном пункте наблюдений при возбуждении электрического поля одним из питающих электродов A, B, C, D, соответственно, подключенным к положительному полюсу источника тока (с использованием второго питающего электрода, отнесенного на бесконечность); i^A, i^B, i^C, i^D – соотношения (значения, нормированные по величине суммарного тока) токов, пропускаемых через питающие электроды A, B, C, D. На рис.1 изображены возможные варианты подключения четырех питающих электродов многоэлектродной установки ABCD к одному источнику тока.

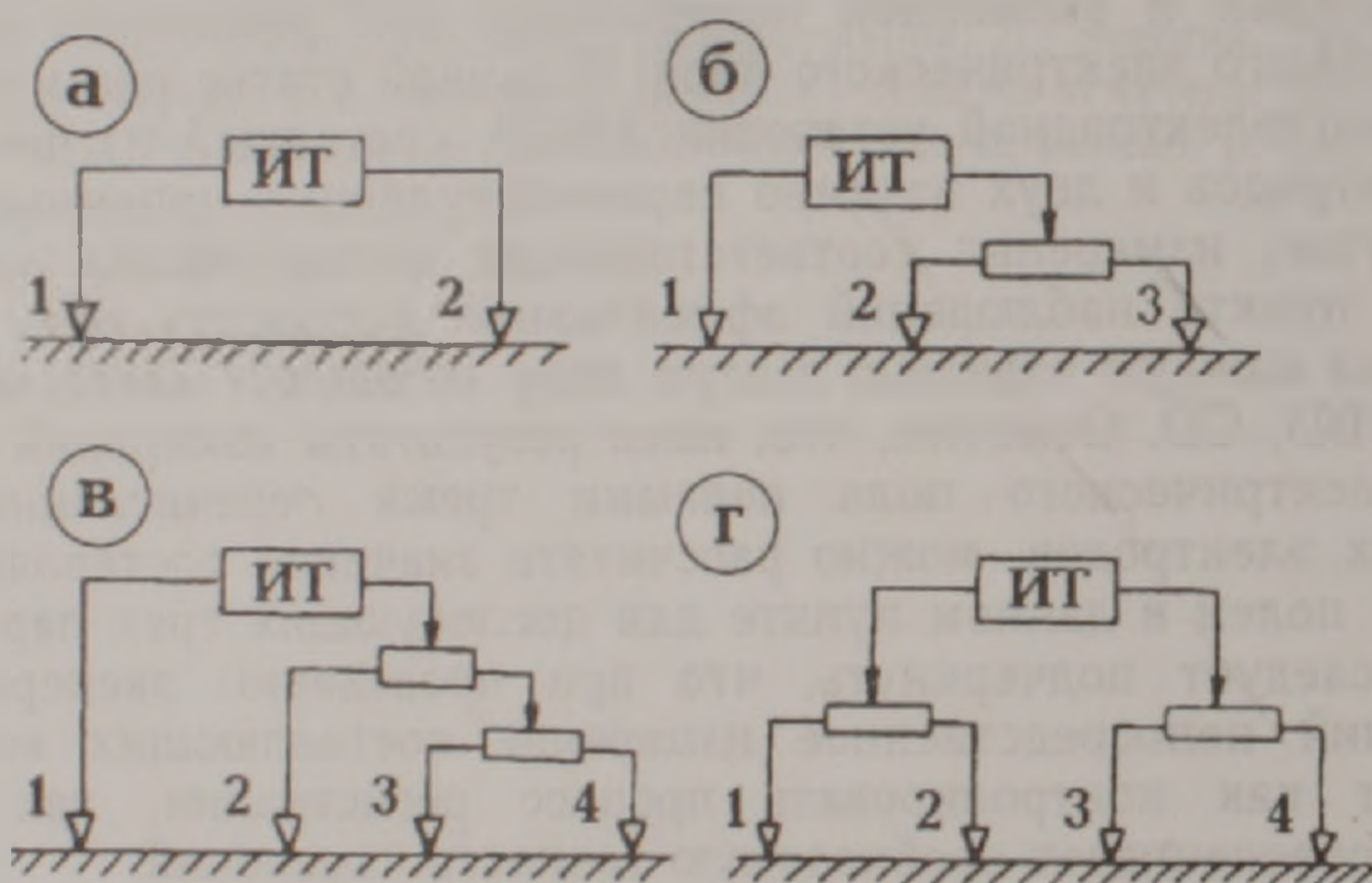


Рис.1. Электрические схемы подсоединения двух (а), трех (б), четырех (в,г) питающих электродов к источнику тока

Каждое из уравнений (1) можно представить через x- и y-составляющие соответствующих векторов, в частности, для вектора плотности тока, имеем:

$$\begin{aligned} i^B j_x^{AB} + i^C j_x^{AC} + i^D j_x^{AD} &= -j_x^{ABCD}, \\ i^B j_y^{AB} + i^C j_y^{AC} + i^D j_y^{AD} &= -j_y^{ABCD}. \end{aligned} \quad (2)$$

В левой части этих уравнений приведены x- и y-составляющие векторов j^{AB}, j^{AC}, j^{AD} , полученные при пропускании электрического тока через два питающих электрода A и B, A и C, A и D, причем во всех перечисленных случаях электрод A подсоединяется к положительному полюсу источника тока. Такое представление составляющих вектора j^{ABCD}

$(E_o^{ABCD}, E_{ВЛ}^{ABCD})$ в пункте наблюдений удобно при определении величин соотношений токов по результатам экспериментальных исследований.

Из вышеприведенных уравнений следует, что для определения i^A, i^B, i^C, i^D при возбуждении требуемого электрического поля в пункте наблюдений возникает необходимость в третьем уравнении, которое должно удовлетворять следующим условиям:

$$i^A + i^B + i^C + i^D = 0, \quad |i^A| + |i^B| + |i^C| + |i^D| = 2, \quad -1 \leq (i^A, i^B, i^C, i^D) \leq 1.$$

Анализ приведенных условий приводит к выводу, что для составления системы из трех линейных уравнений, третье уравнение определяется неоднозначно. С целью получения указанного уравнения для требуемого варианта подключения питающих электродов к источнику тока, приведем графическое представление векторов электрического поля многоэлектродной установки ABCD в исследуемом пункте наблюдений.

Диаграммы векторов j (рис.2), $E_o, E_{ВЛ}$ (рис.3) показывают изменения соответствующих векторов (характер электрического поля) в пункте наблюдений Q_o в зависимости от направления возбуждаемого электрического поля для четырех многоэлектродных установок ABC, ABD, ACD, BCD, состоящих из трех питающих электродов и слагающих установку ABCD.

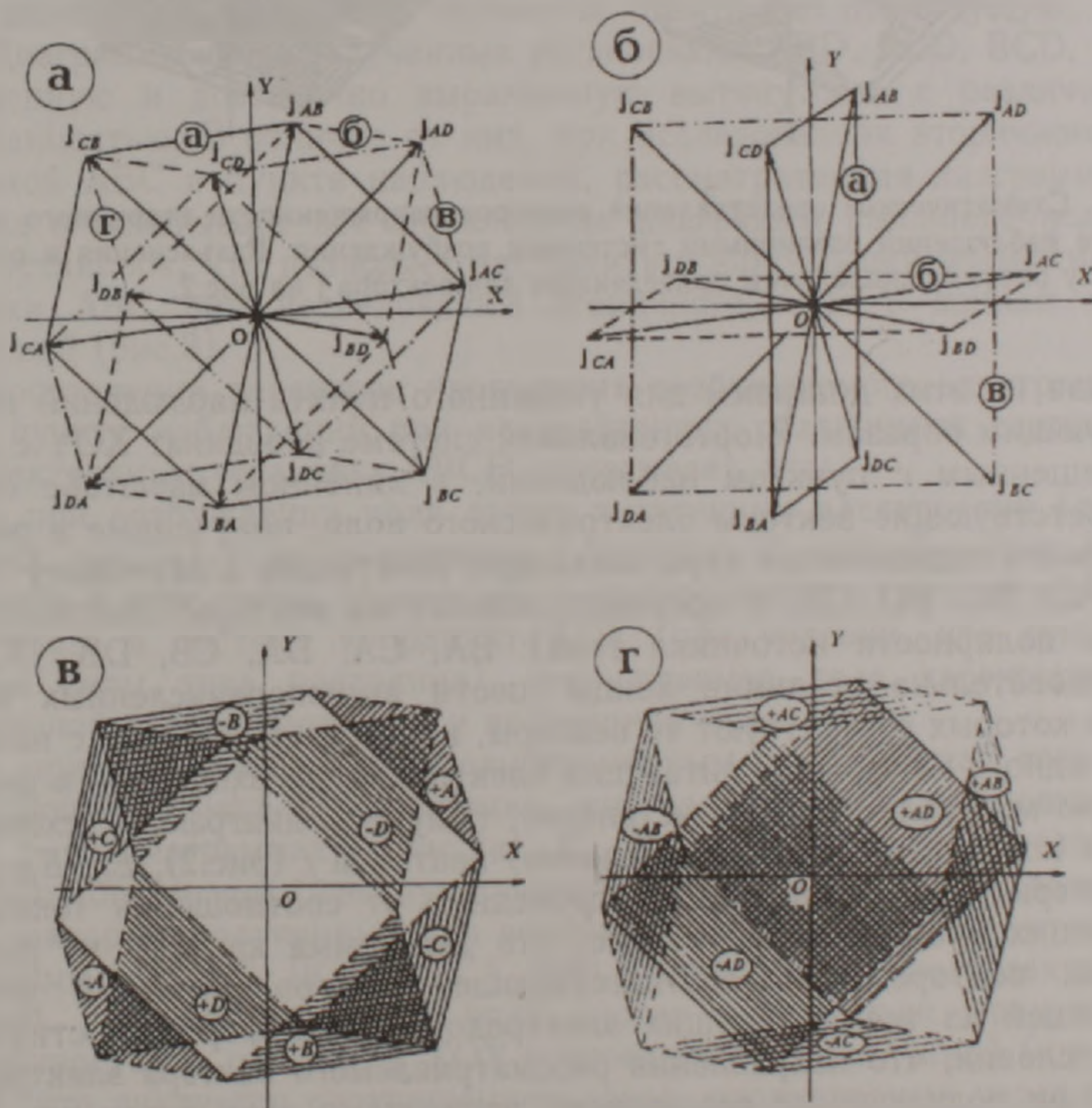


Рис.2. Схематическое представление векторов плотности тока j в пункте наблюдений различными системами возбуждения: а – трехэлектродными (рис.1б): а – ABC, б – ABD, в – ACD, г – BCD; б – четырехэлектродными, состоящими из двух автономных питающих линий: а – AB-CD, б – AC-BD, в – AD-BC; в – четырехэлектродными (рис.1в); г – четырехэлектродными (рис.1г).

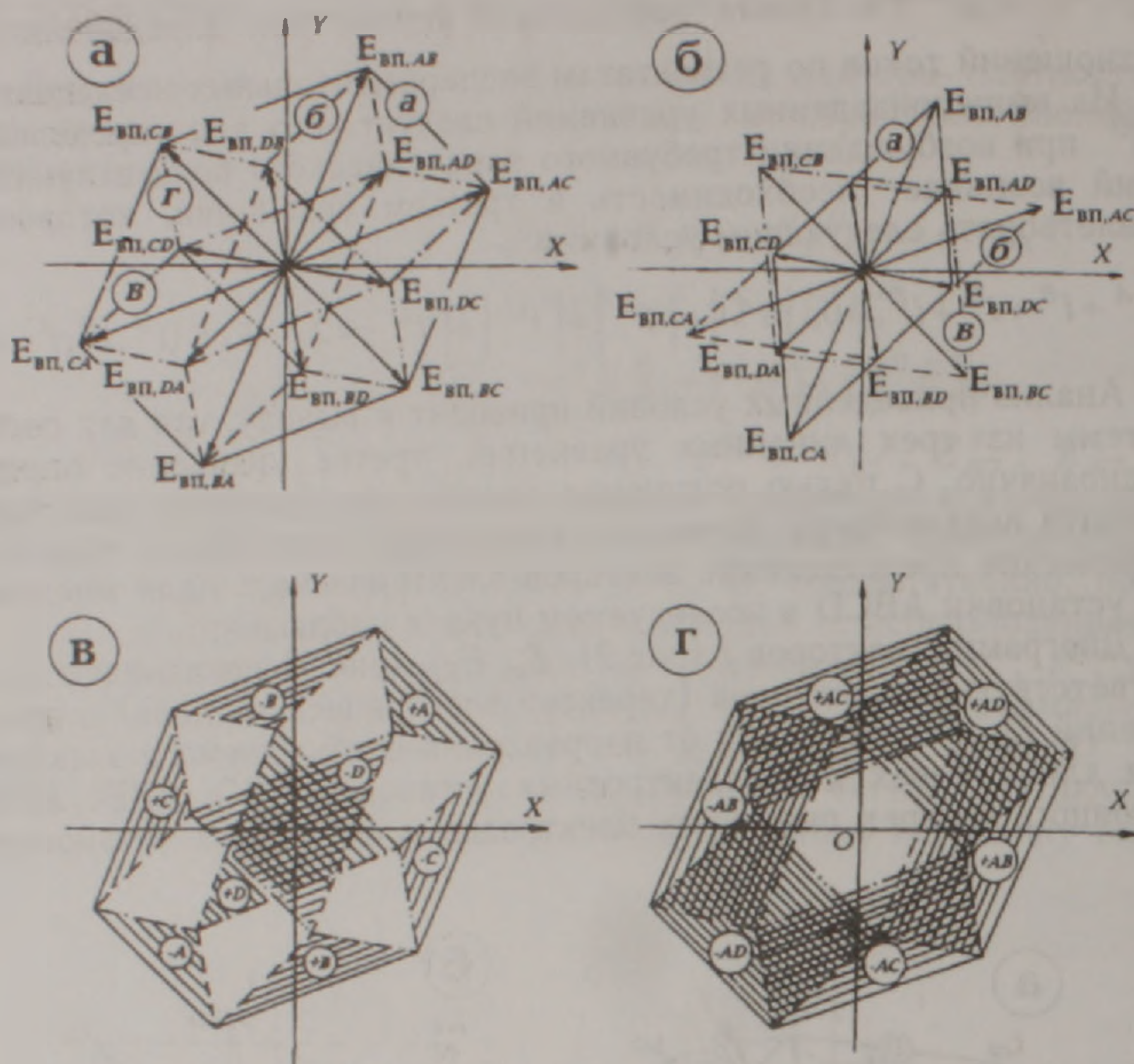


Рис.3. Схематическое представление векторов напряженности вторичного поля $E_{вп}$ в пункте наблюдений различными системами возбуждения. Разъяснения и обозначения к этому рисунку аналогичны приведенным для вектора j на рис.2.

Каждая из этих диаграмм для указанного пункта наблюдений построена следующим образом. В ортогональной системе координат XOY с центром, совмещенным с пунктом наблюдений, в линейном масштабе отложены соответствующие векторы электрического поля, полученные в результате попарного подключения двух питающих электродов к источнику тока: AB , AC , AD , BC , BD , CD , и противоположные им векторы (соответствующие смене полярности источника тока): BA , CA , DA , CB , DB , DC . Затем последовательно соединив концы шести вышеперечисленных векторов, среди которых отсутствуют те векторы, которые определены с использованием одного из четырех питающих электродов, не входящего в рассматриваемую многоэлектродную установку, получены диаграммы (схемы) изменения (схематическое представление) векторов j (рис.2), E_0 , $E_{вп}$ (рис.3), характеризующих зависимость последних от соотношения токов в трех питающих электродах. Очевидно, что диаграмма каждого из рассматриваемых векторов для соответствующей многоэлектродной установки, состоящей из трех питающих электродов, имеет форму шестиугольника (при условии, что направления рассматриваемого вектора электрического поля при подключении различными вариантами трех питающих электродов к стабилизированному источнику тока не совпадают, т.е. в пункте наблюдений векторы неколлинеарны). В частности, диаграмма изменения j^{ABC} установки ABC представляет собой шестиугольник с диагоналями, равными удвоенной величине векторов j^{AB} , j^{AC} , j^{AD} , и если из начала координат провести луч в некотором направлении в плоскости XOY , то точка

пересечения этого луча со стороной шестиугольника является концом вектора j^{ABC} , полученного путем вращения направления электрического поля многоэлектродной установкой ABC в данном пункте наблюдений Q_0 .

Анализ диаграмм j (рис.2), E_0 , $E_{ВЛ}$ (рис.3), многоэлектродных установок ABC, ABD, ACD, BCD, слагающих установку ABCD, в пункте наблюдений Q_0 , расположенном на поверхности однородного анизотропного полупространства с вышеприведенными параметрами, показывает следующее.

1. Диаграммы j установок ABC и ACD имеют изометрическую форму и характеризуются большими величинами плотности тока, что говорит о возможности возбуждения этими установками нормального поля (поля вектора плотности тока), почти идентичного во всех направлениях. В отличие от них, многоэлектродные установки ABD и BCD характеризуются вытянутыми формами диаграмм j , что свидетельствует о существенной зависимости величины поля от его направления в пункте наблюдений (рис.2).

2. Диаграммы E_0 , полученные всеми рассматриваемыми трехэлектродными установками ABC, ABD, ACD, BCD, имеют вытянутую форму, однако эта вытянутость особенно ярко проявляется при исследованиях установками ABD и ACD. Наиболее изометрическую форму имеет диаграмма E_0 установки BCD, но при ее сопоставлении с соответствующей диаграммой установки ABC последняя полностью охватывает предыдущую.

3. Диаграммы $E_{ВЛ}$, полученные установками ABD, ACD, BCD, имеют определенную и достаточно выраженную вытянутость с различной ее направленностью. В отличие от них, при исследованиях вторичного поля установкой ABC в пункте наблюдений, рассматриваемая диаграмма изометрична и охватывает все аналогичные диаграммы вышеперечисленных других установок, что позволяет заключить о наибольшей эффективности установки ABC при исследовании вторичного поля в данном пункте наблюдений (рис.3).

Сопоставление характера проявления возбуждаемого электрического поля в пункте наблюдений при исследованиях различными слагающими многоэлектродную установку ABCD, показывает, что:

а – при возбуждении поля двумя питающими электродами (простая установка, рис.1а) – на диаграммах j (рис.2а), E_0 или $E_{ВЛ}$ (рис.3а) это отражается в виде точки, являющейся концом соответствующего вектора, построенного в системе координат XOY (при условии, что суммарная величина силы тока постоянна), возбуждаемое поле характеризуется определенной направленностью и постоянной величиной;

б – при возбуждении поля одновременным пропусканием тока через три питающих электрода (например, многоэлектродная установка ABC, рис.1б) – на диаграммах j (рис.2а), E_0 , $E_{ВЛ}$ (рис.3а) это проявляется в виде ломанной фигуры (шестиугольника), образованной путем соединения концов векторов, полученных при возбуждении поля попарно питающими электродами (AB, AC, BC, BA, CA, CB), входящими в многоэлектродную установку, т.е. возбуждаемое поле может проявляться произвольной направленностью в плоскости XOY с определенной величиной (интенсивностью), что диктуется соотношением токов, пропускаемых через питающие электроды;

в – при возбуждении поля одновременным пропусканием тока через четыре питающих электрода с использованием одного источника тока, причем один из них подключен к одному полюсу источника тока, а остальные три – к другому (рис.1в); на диаграммах j (рис.2в), E_0 или $E_{ВЛ}$ (рис.3в) установки ABCD это отражается в виде площадей восьми треу-

гольников, стороны которых представлены отрезками, соединяющими концы трех векторов, полученных при попарном соединении двух электродов к источнику тока, с соблюдением условия, что во всех трех вариантах общим является электрод, который подключается к одному полюсу источника тока (в частности, для возбуждения электрического поля с концом вектора плотности тока j^{ABCD} , принадлежащим области +А (условное обозначение) необходимо подсоединить питающий электрод А к положительному полюсу источника тока, а электроды В, С, D – к отрицательному, при этом вершинами треугольника являются концы векторов j^{AB} , j^{AC} , j^{AD});

г – при возбуждении поля одновременным пропусканием тока через четыре питающих электрода с использованием одного источника тока, причем два питающих электрода подключены к одному полюсу источника тока, а два других – к другому – на диаграммах j (рис.2г), E_0 или $E_{ВЛ}$ (рис.3г) установки ABCD это проявляется в виде площадей шести параллелограммов, стороны которых представлены отрезками, принадлежащими соответствующим диаграммам многоэлектродных установок ABC, ABD, ACD, BCD (сторонами соответствующих шестиугольников); в частности, для возбуждения электрического поля с вектором плотности тока j^{ABCD} , принадлежащим области +AB, необходимо подсоединить питающие электроды А и В к положительному, а электроды С и D – к отрицательному полюсу источника тока, при этом вершинами параллелограмма являются концы векторов j^{AC} , j^{AD} , j^{BC} , j^{BD} ;

д – при возбуждении поля одновременным пропусканием тока через четыре питающих электрода с использованием двух автономных источников тока, причем два питающих электрода (к примеру А и В) подключены к одному источнику тока, а два других (С и D) – к другому (по электрической схеме, приведенной на рис.1г) – на диаграммах j (рис.2б), E_0 или $E_{ВЛ}$ (рис.3б) многоэлектродной установки АВ-CD это отражается в виде параллелограмма, который образован путем последовательного соединения концов векторов, полученных при возбуждении поля попарно двумя питающими электродами АВ, CD, ВА, DC, слагающими многоэлектродную установку, и тем самым возбуждаемое поле характеризуется произвольной направленностью в плоскости XOY с определенной величиной (интенсивностью); (здесь следует отметить, что приведенный вариант является частным случаем рассмотренного в пункте "г", поскольку для установки АВ-CD $i^A = -i^B$ и $i^C = -i^D$), причем в зависимости от соотношений токов, пропускаемых через питающие электроды, конец суммарного (результатирующего) вектора возбуждаемого электрического поля принадлежит одной из областей $\pm AC$ или $\pm AD$.

Резюмируя вышесказанное, можно заключить, что многоэлектродной установкой ABCD в пункте Q_0 можно возбудить электрическое поле не только произвольного направления (в плоскости XOY), но и с величиной, варьирующей в диапазоне от нуля до некоторого значения, соответствующего одной из многоэлектродных установок, состоящей из трех питающих электродов и являющейся составной частью установки ABCD, причем двумя различными вариантами подключения питающих электродов к источнику тока.

Теперь, после представленного анализа и рассуждений, составим систему линейных уравнений, позволяющих определить соотношения токов, пропускаемых через питающие электроды А, В, С, D многоэлектродной установки ABCD с наперед заданными величиной и направлением возбуждаемого электрического поля в исследуемом пункте наблюдений. В частности, для вектора плотности тока j^{ABCD} имеем:

$$\begin{aligned} a_{11}i^B + a_{12}i^C + a_{13}i^D &= b_1 \\ a_{21}i^B + a_{22}i^C + a_{23}i^D &= b_2, \\ a_{31}i^B + a_{32}i^C + a_{33}i^D &= b_3, \end{aligned} \tag{3}$$

где $a_{11} = j_x^{AB}$, $a_{12} = j_x^{AC}$, $a_{13} = j_x^{AD}$, $b_1 = -j_x^{ABCD}$, $a_{21} = j_y^{AB}$, $a_{22} = j_y^{AC}$, $a_{23} = j_y^{AD}$, $b_2 = -j_y^{ABCD}$, а остальные коэффициенты (a_{31} , a_{32} , a_{33} , b_3) определяются в зависимости от того, в какой области на диаграмме j находится конец вектора j^{ABCD} с использованием таблицы 1.

Таблица 1

Значения коэффициентов a_{31} , a_{32} , a_{33} , b_3 для различных систем возбуждения электрического поля

Область	a_{31}	a_{32}	a_{33}	b_3
+A	1	1	1	-1
-A	1	1	1	1
+B	0	0	0	1
-B	0	0	0	-1
+C	0	1	0	1
-C	0	1	0	-1
+D	1	0	1	1
-D	1	0	1	-1
+AB или -CD	0	1	1	-1
-AB или +CD	0	1	1	1
+AC или -BD	1	0	1	-1
-AC или +BD	1	0	1	1
+AD или -BC	1	1	0	-1
-AD или +BC	1	1	0	1

С целью определения соотношений токов для возбуждения электрического поля с требуемым вектором E_o^{ABCD} или E_{BT}^{ABCD} используются системы уравнений, аналогичные (3), с той лишь разницей, что составляющие векторов плотности тока заменены на соответствующие составляющие векторов напряженности первичного или вторичного поля.

Определение i^A , i^B , i^C , i^D для возбуждения наперед заданного электрического поля в пункте наблюдений может быть проведено и графическим способом (путем геометрических построений). Так, на рис.4 изображены области +A (а) и +AB (б) диаграммы в пункте Q_o рассматриваемой установки ABCD (фрагменты рис.2а). В первом случае из конца вектора

j^{ABCD} проведены три прямые, параллельные сторонам, до пересечения с ними. Приняв длину каждой стороны треугольника за единицу и отложив на них соответствующие значения i^B , i^C , i^D в линейном масштабе (как показано на рис.4а), получим те необходимые величины этих соотношений, при которых возможно возбудить электрическое поле с заданной величиной и направлением вектора плотности тока. Во втором случае, из конца вектора j^{ABCD} проведены две прямые, параллельные сторонам параллелограмма. Приняв длину каждой стороны параллелограмма за единицу и также отложив на его сторонах соответствующие значения i^A , i^B , i^C , i^D (рис.4,б), получим те необходимые величины этих соотношений, при которых возможно возбудить электрическое поле с заданной величиной и направлением вектора плотности тока.

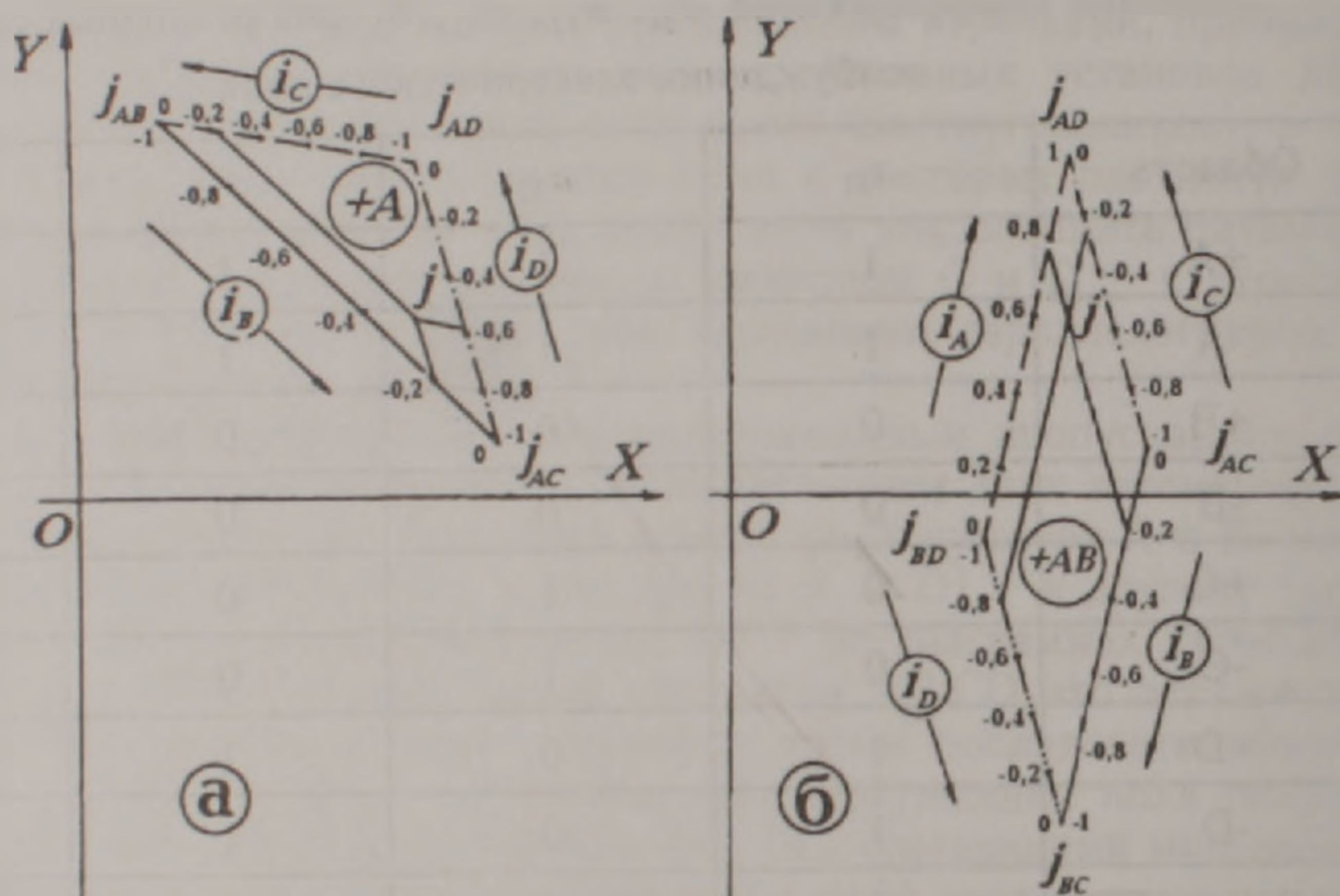


Рис.4. Графический способ определения соотношений токов с заданным вектором плотности тока j^{ABCD} в пункте наблюдений по электрической схеме, в которой: а – один питающий электрод подсоединен к одному полюсу источника тока, три других – к другому (рис.1в); б – два питающих электрода подсоединены к одному полюсу источника тока, два других – к другому (рис.1г).

В таблицах 2 и 3 приведены те требуемые соотношения токов, пропускаемых через питающие электроды установки ABCD с помощью различных систем возбуждения вращающегося электрического поля в пункте наблюдений Q_0 , которые необходимы для возбуждения электрического поля с направлением векторов плотности тока j^{ABCD} (табл.2) и напряженности первичного поля E_0^{ABCD} (табл.3), составляющих с осью X угол в 20° . Следует напомнить, что в зависимости от выбранных систем возбуждения и регистрации электрического поля, значения КС и КП (в частности $\rho_s = E_0^{ABCD} / j^{ABCD}$ и $\eta_s = E_{вп}^{ABCD} / E_0^{ABCD}$) [1] могут принимать любые неотрицательные значения. По представленным в таблицах данным можно также проследить возможность возбуждения электрического поля с заданным значением при двух различных соотношениях токов, пропускаемых через четыре питающих электрода. Особого внимания заслуживает то обстоятельство, что, несмотря на идентичность возбуждаемого

электрического поля в пункте наблюдений, значения ρ_s и η_s могут существенным образом отличаться. Так, при $j^{ABCD}=2,5$ (табл.2) в случае подключения питающих электродов по схеме, приведенной на рис.1г (область +AD) – $\rho_s=4,756$, в то же время при подключении согласно рис.1в (область -D) – $\rho_s=2,228$.

Таблица 2

Параметры многоэлектродных систем возбуждения с одинаковым направлением вектора плотности тока в пункте наблюдений

Система возбуждения поля	Величина плотности тока	Соотношение токов				Кажущееся сопротивление
	j^{ABCD}	i_A	i_B	i_C	i_D	ρ_s
BCD	1,742	0	0,6909	0,3091	-1,0	4,604
ABD	3,315	0,3939	0,6061	0	-1,0	0,925
ABC	3,991	1,0	-0,2153	-0,7847	0	3,331
ACD	4,534	1,0	0	-0,6884	-0,3116	2,394
AB-CD	0,942	0,4682	-0,4682	-0,5318	0,5318	11,082
AC-BD	1,637	0,5894	-0,4106	-0,5894	0,4106	6,770
AD-BC	3,886	0,6777	0,3223	-0,3223	-0,6777	0,987
ABCD+AD	0,5	0,3911	-0,5049	-0,4951	0,6089	20,070
	1,0	0,4783	-0,4634	-0,5366	0,5217	10,495
	1,5	0,5655	-0,4219	-0,5781	0,4345	7,305
	2,0	0,6527	-0,3805	-0,6195	0,3473	5,712
	2,5	0,7399	-0,3390	-0,6610	0,2601	4,756
	3,0	0,8271	-0,2975	-0,7025	0,1729	4,120
	3,5	0,9143	-0,2561	-0,7439	0,0857	3,666
	3,75	0,9579	-0,2353	-0,7647	0,0421	3,485
ABCD-AD	0,5	-0,2167	0,5878	0,4122	-0,7833	18,252
	1,0	-0,1295	0,6293	0,3707	-0,8705	8,678
	1,5	-0,0423	0,6708	0,3292	-0,9577	5,490
ABCD-D	2,0	0,0645	0,6770	0,2585	-1,0	3,592
	2,5	0,1898	0,6500	0,1602	-1,0	2,228
	3,0	0,3150	0,6230	0,0619	-1,0	1,334
ABCD+AB	3,5	0,4859	0,5141	-0,1045	-0,8955	0,439
	3,75	0,6101	0,3899	-0,2456	-0,7544	0,663
	4,0	0,7344	0,2656	-0,3867	-0,6133	1,259
	4,25	0,8586	0,1414	-0,5278	-0,4722	1,821
	4,5	0,9828	0,0172	-0,6689	-0,3311	2,328
ABCD+A	4,0	1,0	-0,2119	-0,7832	-0,0049	3,315
	4,25	1,0	-0,1128	-0,7388	-0,1484	2,855
	4,5	1,0	-0,0137	-0,6945	-0,2918	2,447

Таблица 3

Параметры многоэлектродных систем возбуждения с одинаковым направлением вектора напряженности первичного поля в пункте наблюдений

Система возбуждения поля	Величина первичного поля, E_0^{ABCD}	Соотношение токов				Кажущаяся поляризуемость, η_s
		i_A	i_B	i_C	i_D	
ABD	1,519	0,7069	0,2931	0	-1,0	0,813
ACD	3,280	-0,3783	0	-0,6217	1,0	0,252
BCD	6,583	0	0,2523	-1,0	0,7477	0,264
ABC	7,719	0,5286	0,4714	-1,0	0	0,316
AB-CD	5,262	-0,1513	0,1513	-0,8487	0,8487	0,251
AC-BD	5,238	0,5999	0,4001	-0,5999	-0,4001	0,362
AD-BC	3,731	0,6433	0,3567	-0,3567	-0,6433	0,428
ABCD-D	0,5	0,6371	0,2309	0,1320	-1,0	1,963
	1,0	0,6714	0,2614	0,0672	-1,0	1,102
	1,5	0,7056	0,2920	0,0024	-1,0	0,820
ABCD+D	0,5	-0,5687	-0,1698	-0,2615	1,0	1,566
	1,0	-0,5344	-0,1393	-0,3263	1,0	0,716
	1,5	-0,5001	-0,1087	-0,3911	1,0	0,453
	2,0	-0,4659	-0,782	-0,4559	1,0	0,339
	2,5	-0,4317	-0,0477	-0,5206	1,0	0,286
	3,0	-0,3975	-0,0171	-0,5854	1,0	0,260
ABCD+AB	2,0	0,6931	0,3069	-0,0776	-0,9224	0,651
	2,5	0,6787	0,3213	-0,1582	-0,8418	0,552
	3,0	0,6643	0,3357	-0,2389	-0,7611	0,488
	4,0	0,6355	0,3645	-0,4002	-0,5998	0,412
	5,0	0,6068	0,3932	-0,5615	-0,4385	0,369
	6,0	0,5780	0,4220	-0,7227	-0,2773	0,343
	7,0	0,5492	0,4508	-0,8847	-0,1160	0,325
	7,5	0,5349	0,4651	-0,9647	-0,0353	0,318
ABCD-AC	4,0	-0,2958	0,0550	-0,7042	0,9450	0,244
	5,0	-0,1813	0,1313	-0,8187	0,8687	0,249
	6,0	-0,0668	0,2077	-0,9332	0,7923	0,258
ABCD-C	7,0	0,1939	0,3327	-1,0	0,4734	0,282
	7,5	0,4266	0,4292	-1,0	0,1442	0,305

ԳՐԳՌՈՂ ԲԱԶՄԱԷԼԵԿՏՐՈՂ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԴԱՇՏԵՐԻ
ԱՌԱՆՋՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա. Կ. Մաթևոսյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Քննարկվում է ABCD բազմաէլեկտրոդ կայանքի միջոցով էլեկտրական դաշտի տարրեր գրգռող համակրգերի օգտագործմամբ երկրաէլեկտրական միջավայրի

ուսումնասիրության հարցը: Ապացուցված է այս կայանքով դիտարկվող կետում միանման էլեկտրական դաշտի ստեղծման հնարավորությունը՝ հոսանքի աղբյուրին սնող էլեկտրոդների միացման երկու տարբերակներով: Անիզոտրոպ միջավայրի օրինակի վրա, տեսական հաշվարկների միջոցով, ցույց է տրված թվացող դիմադրության և թվացող բևեռացման պարամետրի կախվածությունը ընտրված գրգռող համակարգից: Անհրաժեշտ էլեկտրական դաշտի ստեղծման նպատակով առաջարկվում է հոսանքների հարաբերությունների մեծությունների որոշման գրաֆիկական եղանակ:

INVESTIGATION OF SPECIFIC FEATURES OF MULTIELECTRODE EXCITATION SYSTEMS ELECTRIC FIELDS

A. K. Matevosyan

A b s t r a c t

The paper discusses the issue of investigation of the geoelectric medium by means of the methods of resistivity and induced polarization of the ABCD multielectrode array, which comprises four current electrodes and two orthogonal measuring dipoles, and applying various systems of excitation.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матевосян А.К. О системе параметров кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости. – Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, XLI, №4, с. 58-64.
2. Матевосян А.К. Изучение анизотропии электропроводности и поляризуемости пород с использованием различных систем возбуждения и регистрации электрических полей. – Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1989, XLII, №2, с. 53-66.

НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ 10-ЛЕТИЮ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ, "ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В АРМЕНИИ"

(27-28 октября 1998 г., г.Ереван)

27-28 октября 1998 г. состоялась научная конференция "Проблемы изучения землетрясений в Армении", организованная Проблемным советом "Науки о Земле" Отделения физико-математических, технических наук Национальной Академии наук Армении. Конференция была посвящена 10-летию Спитакского землетрясения. Она подытожила некоторые геологические, геофизические и инженерно-сейсмологические аспекты изучения Спитакского землетрясения 07.12.1988 г.

Различными научными, учебными и производственными организациями республики, а также России, Грузии, Китайской Народной республики было представлено около 40 докладов и сообщений. Выступили: Б.Карапетян, Р.Мовсесян, Э.Хачиян, С.Григорян, С.Назаретян, Г.Симонян, Р.Мандалян, М.Бадалян и др.

Геологическим проблемам изучения землетрясений было посвящено 8 докладов. Они касались сеймотектонических предпосылок возникновения землетрясений, обусловленных системой разломов общекавказского и поперечного к нему простираний, а также "разломных узлов", как специфических сейсмогенерирующих структур, влияющих на оценку сейсмичности региона.

Сделана попытка геологического обоснования унаследованной природы сейсмоактивных узлов на примере Базумского и Цахкуняцкого горстов. На основе обобщения многолетних инструментальных геохимических наблюдений в Зангезуре установлены вариации содержания гелия и углекислого газа в зависимости от состояния тектонической напряженности коры. Отмечена взаимосвязь структурных дислокаций гидрохимических (тектоническая доломитизация, травертинообразование) процессов. Обсуждались также актуальные вопросы негативного антропогенного воздействия на геологическую среду на примере г.Еревана и другие.

Геофизические аспекты охватывали результаты изучения механизма очагов и параметров сейсмического режима, вопросов палеосейсмичности, использования коэффициента гравитационной корреляции радона для оценки сейсмической ситуации. Обсуждались также теоретические вопросы возникновения землетрясений с позиций современной механики твердых деформируемых тел.

Серьезное внимание было уделено вопросам организации геодезического мониторинга с целью прогнозирования зон возникновения очагов сильных землетрясений и оценки их магнитуды. Обсуждены результаты, полученные по анализу сейсмической ситуации до и после Спитакского землетрясения, проблемы изучения вариаций геомагнитного поля и другие.

На секции "Инженерная сейсмология" были заслушаны 10 докладов. Они в основном касались инженерно-сейсмологических аспектов Спитакского землетрясения, его специфических особенностей, последовательности и расположения афтершоков, регистраций землетрясения на различ-

ных расстояниях от эпицентра, воздействий на каменные и железобетонные здания и сооружения, возводимые на различных грунтовых условиях и имеющие различные конструктивные решения.

Отмечалось негативное влияние на поведение зданий и сооружений таких факторов, как первый афтершок с магнитудой 6,2, вертикальные и крутильные компоненты землетрясения, грунтовые условия г.Гюмри, низкое качество проектирования и строительства.

Большое внимание на конференции уделялось вопросам дальнейших научных исследований в области инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства, разработки нормативно-инструктивных документов, усилению и повышению уровня сейсмостойкости существующих зданий и сооружений, совершенствованию технологии бетонов и строительного производства с целью повышения сейсмостойкости возводимых на территории республики объектов.

Р. Т. Джрбашян, Б. К. Карапетян

ВСЕРОССИЙСКОЕ СОВЕЩАНИЕ "ГЛАВНЕЙШИЕ ИТОГИ В ИЗУЧЕНИИ ЧЕТВЕРТИЧНОГО ПЕРИОДА И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В XXI ВЕКЕ"

В г.Санкт-Петербурге во ВСЕГЕИ с 14 по 19 сентября 1998 г. состоялось Всероссийское совещание, посвященное обсуждению результатов новейших фундаментальных и прикладных исследований по различным аспектам четвертичной геологии на территории России и стран ближнего и дальнего зарубежья.

Совещание было созвано по инициативе академика А.Л.Яншина – сопредседателя Оргкомитета совещания. Другим сопредседателем Оргкомитета был директор ВСЕГЕИ академик А.Д.Щеглов, который ушел из жизни 15 июля 1998 г. Из-за болезни А.Л.Яншина Оргкомитетом совещания руководил А.И.Жамойда.

Совещание явилось вторым Всероссийским (первое Всероссийское совещание состоялось в 1994 г. в г.Москве) и продолжило традиции проводившихся регулярно Всесоюзных совещаний по изучению четвертичного периода, которые проходили в различных городах СССР 8 раз за период с 1956 по 1990 гг., а в 1973 г. в Ереване было проведено IV Всесоюзное совещание.

Всероссийское совещание было проведено в преддверии крупного научного форума – XV Конгресса Международного союза по изучению четвертичного периода (INQUA), который состоится в августе 1999 г. в Южной Африке (г.Дурбан). Это обстоятельство существенно повысило значимость и ценность новых материалов по основным направлениям четвертичной геологии, которые были доложены в г.Санкт-Петербурге. Они позволили более успешно решить многие общие проблемы, стоящие перед российскими и зарубежными учеными.

К совещанию был опубликован сборник, содержащий около 600 тезисов докладов, поступивших почти из ста научных центров и геологических организаций России, республик СНГ и различных стран Европы, Северной Америки и Азии. Доклады были сгруппированы по наиболее актуальным направлениям по следующим секциям: 1 – Стратиграфия и геохронология квартера; 2 – Седиментогенез и закономерности вещественного состава отложений; 3 – Палеогеография и палеоэкология; 4 – Четвертичная тектоника; 5 – Четвертичная история континентальных шельфов и океанов; 6 – Стратиграфическая и событийная корреляция континентальных и морских четвертичных отложений; 7 – Четвертичная фауна и флора; 8 – Человек и среда его обитания; 9 – Методы и прикладные задачи изучения четвертичных отложений; 10 – Минеральные ресурсы четвертичных отложений; 11 – Четвертичная геология и геоморфология Северо-Запада России и сопредельных областей.

Существенно новые результаты исследований содержались в докладах по палеогеографии и палеоэкологии, стратиграфии и геохронологии, человеку и среде его обитания, новейшей тектонике и др. Они вместе с тезисами докладов освещают как фундаментальные, межрегиональные и глобальные проблемы, так и дополняют в значительной мере имеющиеся представления по четвертичной геологии конкретных регионов. Доклады по методике изучения четвертичных отложений, седиментогенезу и минеральным ресурсам внесли значительный вклад в использование современных знаний о строении четвертичных отложений в практических целях. Особенно это подчеркивалось в докладах по инженерно-геологическим

изысканиям.

Большинство обсужденных на Совещании материалов значительно расширяют научную базу для создания мелко-, средне- и крупномасштабных карт четвертичных отложений и особенно полезны на первом его этапе – разработке серийных легенд Государственных геологических карт. Они в значительной мере также способствуют проведению стационарных исследований четвертичных образований нового поколения.

Во Всероссийском совещании в г.Санкт-Петербурге принял участие и автор данной научной хроники – Ю.В.Саядян (Институт геологических наук НАН РА) с двумя зачитанными докладами. В первом докладе "Основные этапы геологического развития Армении в неогене и четвертичном периоде" (секция №1), по существу, была представлена новая региональная стратиграфическая и геохронологическая схема новейших образований Армении, которая нашла одобрение в дискуссиях как на заседании секции, так и на заключительном Пленарном заседании. Второй доклад (секция №8) был посвящен вопросам взаимодействия природной среды и человека в бассейне озера Севан в среднем и позднем голоцене, и также был живо воспринят.

В целом зачитанные на Всероссийском совещании доклады и материалы, вошедшие в сборник тезисов, показывают значительные достижения последних лет в разностороннем изучении четвертичных отложений. Кроме того, представленные материалы позволяют уточнить основные направления исследований четвертичного этапа истории Земли в наступающем третьем тысячелетии. В последние годы этим исследованиям уделяется особенно большое внимание мировым научным сообществом в связи с глобальными изменениями геосферы и стоящими перед человечеством проблемами по охране окружающей среды как в пределах территории суши, так и в акватории Мирового океана. В этой связи особый акцент был поставлен на вопросы поисков выхода из глобального экологического кризиса, причиной которого является деятельность человека, служащая главной геологической силой антропогенеза, ноосферы.

Хотелось бы отметить еще одну проблему, которой на Всероссийском совещании было уделено особое внимание. Это – глобальное потепление климата, связанное с сжиганием огромных объемов ископаемых топлив. Строились прогнозы на ближайшие 25-50 лет об изменениях окружающей среды в случае увеличения средней годовой температуры на 1, 2, 3°C. Что произойдет с озером Севан, питающим водой Араратскую котловину и г.Ереван (?), каким будет баланс атмосферных осадков, поверхностных и грунтовых вод (?). В целом что произойдет с ландшафтно-климатическими условиями республики (?). На эти и другие вопросы могут дать ответ палеогеографические реконструкции прошлых эпох потепления в четвертичном периоде. Прогностические результаты климата должны быть подвергнуты сопряженному анализу индикаторов динамики ландшафтно-климатических процессов по временным срезам (сценариям) четвертичного периода на территории Армении, которые будут основываться на экстраполяции палеогеографических параметров по всем прошлым значениям.

В данной хронике были подчеркнуты только некоторые проблемы четвертичной геологии, получившие особое значение в последние годы. Разумеется, многие из них, затронутые на Всероссийском совещании в г.С.-Петербурге, требуют комплексного изучения всех их сторон.

Таким образом, большинство зачитанных и обсужденных на совещании докладов значительно расширили научную базу для проведения стационарных исследований четвертичных образований нового поколения, которые могут быть использованы для изучения четвертичного периода на территории Армении.

Ю. В. Саядян

КАРПАТО-БАЛКАНСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ГЕОМОРФОЛОГИИ

(11-17 октября 1998 г., Бэйле Еркулане, Румыния)

Карпато-Балканская конференция по геоморфологии была организована Институтом географии АН Румынии и географическим факультетом Бухарестского университета с целью придания нового импульса сотрудничеству ученых и обсуждения некоторых важнейших проблем геоморфологии этой горной области.

В работе конференции участвовало около 100 человек, представляющих Армению (1), Венгрию (7), Италию (2), Польшу (12), Румынию (самая многочисленная делегация), Словакию (2), Турцию (1) и Хорватию (1). Из стран СНГ (кроме Армении) были представлены заявки на участие в работе конференции из Молдовы, России, Узбекистана и Украины, но никто из них не приехал в Румынию.

Первый день конференции был посвящен устным докладам, которые по своей тематике были подразделены на 4 части.

В докладах Л.Старкеля (Польша), Н.Попеску (Румыния), З.Пинчеса (Венгрия), И.Мака и И.Иримуса (Румыния) рассматривались *вопросы эволюции Карпато-Балканского региона в неоген-четвертичное время.*

Современным геоморфологическим процессам и окружающей среде были посвящены доклады М.Паниза (Италия), Д.Балтеану (Румыния), М.Станковианского (Словакия), А.Котарба (Польша) и П.Урдеа (Румыния.)

Интересный демонстрационный материал в виде компьютерных объемных моделей рельефа Доломитовых Альп Италии представил М.Паниза. В докладе А.Котарба рассматривалось воздействие летнего наводнения 1997 г. в Польских Татрах на возникновение оползней, селей, размыв дорог, разрушение мостов и т.п. и была дана экономическая оценка ущерба от него (примерно 1,7 млн. долларов США).

На заседании *по структурной геоморфологии* были представлены доклады Л.Бадеа, К.Брандуса (оба – Румыния), М.Баумгарт-Котарба (Польша). Особый интерес у слушателей вызвал последний доклад, в котором рассматривались разломные структуры и современная сейсмическая активность Польских Татр. Была отмечена приуроченность эпицентра сильного землетрясения 1995 г. к зоне разломов и линеаментов, выявленных по космическим снимкам.

На заседании *по флювиальным процессам и эволюции речных долин* были представлены доклады Г.Позеа, И.Бенеа (Румыния) – "Железные Ворота" теснины Дуная, а также К.Климека и М.Ланкзонт (Польша) по реконструкции интенсивности прошлых флювиальных процессов в долине р.Сан в Восточных Карпатах.

Стеновые доклады были сгруппированы по следующим темам: *структурная геоморфология и палеогеография, гляциальная и перигляциальная геоморфология, современные геоморфологические процессы и природные катастрофы, геоморфология и окружающая среда в горных областях.*

Здесь очень интересные материалы детальных полевых работ по изучению преобразования окружающей среды, нивационным процессам,

воздействию человека и климата на осадконакопление в малых реках и др. представили польские геоморфологи.

В работах румынских геоморфологов основное внимание было уделено выравниванию рельефа, морфометрическим исследованиям, применению ГИС для изучения смещения грунтов, оползней, карстов и т.п.

Интересные схемы формирования речной сети Турции от мезозоя вплоть до четвертичного периода представил И.Аталай (Турция).

Автор данной хроники (В.Бойнагрян) на примере Армянского нагорья представил на рассмотрение коллег свой подход к эволюции склонов и развитию склоновых процессов в горах с засушливым климатом. Было отмечено, что в таких климатических условиях на склонах покров рыхлообломочного материала маломощный, он довольно интенсивно удаляется с них во время сильных ливней, при этом склоны отступают параллельно самим себе с сохранением крутизны, а у их подножий формируется педимент.

Состоялись полевые экскурсии на научную географическую станцию Бухарестского университета в окрестностях Оршовы, где за "Круглым столом" были обсуждены вопросы изучения геоморфологических катастроф и окружающей среды горных областей, возможностей геоморфологов других стран по организации последующих конференций и высказано пожелание всех участников продолжить сотрудничество и в будущем; в Балуту, в окрестностях которого были осмотрены карстовые формы рельефа: карры, "слепые" долины и т.п.; в Балу, где ознакомились с межгорной заболоченной депрессией к западу от р.Мотру; в Свиниту, где крупный оползень причинил значительные повреждения населенному пункту; и, наконец, к "Железным Воротам" теснины р.Дунай.

В последний день на заседании руководителей делегаций Карпато-Балканских стран для дальнейшего сотрудничества ученых был выбран координатор. Им стал профессор Дан Балтеану (Румыния). Было высказано пожелание о проведении в будущем совместной конференции Карпато-Балканских и Кавказско-Альпийских стран.

В. Р. Бойнагрян

ГЕВОРК ПЕТРОСОВИЧ БАГДАСАРЯН



В январе 1998 г., на 90-м году жизни скончался старейший геолог Армении, ведущий научный сотрудник Института геологических наук Национальной Академии наук Армении Геворк Петросович Багдасарян. Ушел из жизни человек, в течение 60 лет деятельности в институте внесший большой вклад в изучение магматизма Армении, в развитие новых направлений исследования, в подготовку научных кадров.

Г.П.Багдасарян родился 10 мая 1908 г. в Ереване. Поступив в 1927 г. на химический факультет Ереванского Государственного университета, он еще в студенческие годы участвовал в геологических экспедициях в различных районах Армении. После окончания университета в 1931 г. он работал на Ереванской базе Закавказского геологического управления, на Алавердском медном комбинате, Севан-Зангстрое и других производственных организациях.

В 1938 г. Г.П.Багдасарян поступил в аспирантуру Геологического института (ныне Институт геологических наук) и начал изучение метаморфических образований Цахкуняцкого хребта и связанных с ними полезных ископаемых. Великая Отечественная война прервала его научные изыскания, и лишь после демобилизации в 1943 г. вследствие ранения он вновь возвращается на работу в Геологический институт, где работает ученым секретарем института (1945-1948 гг.). В это же время ему поручается изучение Тежсарского щелочного массива и полезных ископаемых Разданского района, результаты которого легли в основу его кандидатской диссертации (1951 г.). В итоге этих работ была составлена

геологическая карта района М 1:50000, выявлены и оконтурены мощные зоны высокоглиноземистых нефелиновых сиенитов, как возможного алюминиевого сырья, а также крупное месторождение доломитов, залежи декоративного мрамора, группа минеральных источников (с.Зар), в это же время им была предварительно оценена практическая перспективность Разданского железорудного поля. Все эти объекты были рекомендованы под разведку и в дальнейшем разведаны АрмГУ.

В 1951-1953 гг. Г.П.Багдасарян возглавлял комплексную экспедицию Института геологических наук и Института стройматериалов АН АрмССР в Нижнем Поволжье, в результате работ которой были выявлены месторождения стройматериалов для строительства ГЭС на р Волге. По завершению этих работ Г.П.Багдасарян в течение более двух десятков лет возглавляет отдел петрографии ИГН АН АрмССР. Он основное внимание уделяет развертыванию работ по детальному исследованию вещественного состава магматических и метаморфических образований. Начинаются работы по их минералого-геохимическому изучению, создается соответствующая лабораторная база, в ведущих научных центрах Москвы подготавливаются молодые научные кадры. Достигнутая на сегодняшний день высокая степень разносторонней изученности магматических и метаморфических формаций Армении во многом является заслугой Г.П.Багдасаряна.

Особо следует отметить решающую роль Г.П.Багдасаряна в организации изотопных геохронологических исследований в Армении. За относительно короткие сроки в Москве и Ленинграде были подготовлены соответствующие специалисты, приобретены масс-спектрометры и другое необходимое научное оборудование, начаты работы по внедрению в практику работ К-Аг, а затем Rb-Sr методов датировок магматических и метаморфических образований. В результате изотопными методами были датированы разновозрастные магматические и метаморфические образования, окolorудные метасоматиты, характеризующие возраст формирования главнейших рудных формаций Армении.

Благодаря высокому уровню проводимых работ, Лаборатория получила известность не только в Советском Союзе, но и далеко за ее пределами. Достаточно отметить, что под руководством Г.П.Багдасаряна были исследованы магматические образования не только Армении, но и Чехословакии, ГДР, Румынии, Исландии, рифтовых зон Африки и Байкала. Признанием высокого уровня работ Лаборатории явилось ее участие в разработке Первой Советской геохронологической шкалы. Позднее (1985-1988 гг.) Г.П.Багдасарян был приглашен к участию в разработке Глобальной геохронологической шкалы (Проект №196), в которой участвовали 35 лабораторий различных стран, в том числе 2 из СССР, одна из которых была Лаборатория Института геологических наук НАН Армении, возглавляемая Г.П.Багдасаряном.

Следует подчеркнуть, что Г.П.Багдасарян никогда не останавливался на достигнутом, благодаря его инициативе в Армении были начаты исследования по стабильным изотопам (кислород, углерод). За короткие сроки были внедрены соответствующие методики и получены принципиально новые сведения по ряду важных вопросов породо- и рудообразования и в первую очередь об источниках воды гидротермальных растворов.

Г.П.Багдасарян отличался громадной работоспособностью, был весьма требовательным, целеустремленным и принципиальным исследователем, умело подбирал молодые научные кадры, всегда чувствовал новые веяния в науке и стремился внедрять их в практику работ института. Он пользовался большим авторитетом среди ведущих специалистов Союза, его знали далеко за пределами нашей страны. В различные годы он был членом Межведомственного петрографического комитета, Комитета по абсолютной геохронологии, различных рабочих комиссий по международному сотрудничеству социалистических стран.

Перу Г.П.Багдасаряна принадлежат 200 опубликованных научных работ, в том числе 8 монографий и разделов в них, около 40 работ издано за рубежом.

Г.П.Багдасарян был награжден Орденом Отечественной войны II степени, Орденом Трудового Красного Знамени, многочисленными медалями.

Память о труженике — ученом, большом патриоте и замечательном человеке навсегда сохранится в памяти всех, кому довелось с ним общаться.